

**ZESZYTY NAUKOWE
UNIwersytetu
PRZYRODNICZEGO
WE WROCŁAWIU**

NR 578

ROLNICTWO

AGRONOMY

XCVII

**ZESZYTY NAUKOWE
UNIwersYTETU
PRZYRODNICZEGO
WE WROCLAWIU**

NR 578

ROLNICTWO

AGRONOMY

XCVII



WROCLAW 2010

Redaktor merytoryczny

prof. Zofia Spiak

Redakcja:

mgr Elżbieta Winiarska-Grabosz

mgr Anna Piskor

Korekta

mgr Elżbieta Winiarska-Grabosz

Łamanie

Teresa Alicja Chmura

Projekt okładki

Grażyna Kwiatkowska

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2010

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany ani rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, nagrywających i innych bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich

ISSN 1897-2098

ISSN 1897-208X

WYDAWNICTWO UNIwersytetu PRzyrodniczego WE WROCLAWIU

Redaktor Naczelny – prof. dr hab. Andrzej Kotecki

ul. Sopotcka 23, 50–344 Wrocław, tel./fax 71 328–12–77

e-mail: wyd@up.wroc.pl

Nakład 100 + 16 egz. Ark. wyd. 14,7. Ark. druk. 17,25

Druk i oprawa: F.P.H. „ELMA”

SPIS TREŚCI

1. J. Sowiński, A. Szyszkowska, R. Bodarski – Wpływ sposobu pielęgnacji i sposobu siewu kukurydzy z soją pastewną na skład chemiczny oraz wydajność białka ogólnego i energii.....	9
2. J. Sowiński – Wpływ sposobu odchwaszczania i sposobu siewu na wysokość plonu kukurydzy i soi pastewnej w uprawie współrzędnej.....	21
3. U. Sienkiewicz-Cholewa, K. Nowak-Winiarska – Zawartość miedzi, cynku i manganu oraz węgla organicznego w glebie po wieloletnim stosowaniu różnych systemów uprawy roli	35
4. K. Tomaszewska, K. Kołodziejczyk – Zróżnicowanie florystyczne i walory przyrodnicze nieużytkowanych łąk pobagiennych okolic Szczecina	43
5. B. Łabaz, A. Bogacz, M. Marczak – Próchnica gleb leśnych występujących na terenie parku krajobrazowego „Dolina Baryczy”	59
6. E. Spychaj-Fabisiak, B. Murawska, J. Janowiak – Reakcja kukurydzy uprawianej na kiszonkę na nawożenie różnymi formami cynku	75
7. Barbara Murawska, Ewa Spychaj-Fabisiak – Stopień zakwaszenia gleby oraz zawartość przyswajalnych form cynku i miedzi jako efekt 35-letniego nawożenia azotem i potasem	85
8. A. Kowalczyk-Juśko – Plon i parametry energetyczne miskanta cukrowego (<i>Miscanthus sacchariflorus</i> maxim.) w kolejnych latach użytkowania.....	97
9. M. Lubicz-Miszewski, T. Szuk, L. Zimny – Sylwetka absolwenta Wydziału Rolniczego Akademii Rolniczej we Wrocławiu po 30 latach.....	105
10. R. Plackowski – Populacja <i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz w okolicach Piotrkowa Trybunalskiego (Polska Środkowa)	119
11. M. Kozak, W. Malarz, W. Helios, A. Kotecki – Wpływ ilości wysiewu na wysokość i jakość plonu odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. Cz. I. Rozwój roślin, elementy struktury plonu	129
12. W. Malarz, M. Kozak, W. Helios, A. Kotecki – Wpływ ilości wysiewu na wysokość i jakość plonu odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. Cz. II. Skład chemiczny ziarna i słomy oraz wydajność składników pokarmowych	145
13. W. Malarz, M. Kozak, A. Kotecki – Wpływ nawożenia siarką na skład chemiczny i wartość pokarmową odmian rzepaku ozimego	157
14. W. Malarz, M. Kozak, A. Kotecki – Wpływ różnych nawozów siarkowych na skład chemiczny i wartość pokarmową rzepaku ozimego odmiany Es Saphir..	167
15. R. Dębicz, K. Wróblewska – Ocena wartości dekoracyjnej sześciu mało znanych bylin okrywowych.....	179
16. B. Kutkowska, T. Pilawka – Wdrażanie instrumentów wspólnej polityki rolnej w gospodarstwach woj. dolnośląskiego po 2004 roku.....	189
17. T. Berbeka – Wybrane aspekty funkcjonowania gospodarstw rolnych na Dolnym Śląsku.....	205

18. B. Chrzanowska-Drożdż – Plonowanie ozimej pszenicy twardej (*Triticum durum* desf.) w zależności od poziomu nawożenia azotem..... 215
19. P. Prus, B.M. Wawrzyniak – Kierunki przemian w przyznawaniu rolniczych rent strukturalnych w Polsce..... 229
20. B. Sawicka – Wartość energetyczna słonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus* L.) jako źródła biomasy 245
21. B. Kołodziej, M. Stachyra – Wstępne badania nad wpływem osadu ściekowego na plonowanie miskanta olbrzymiego..... 257
22. W. Jarecki, D. Bobrecka-Jamro – Wpływ dolistnie stosowanego mocznika z mikrokompleksem na wielkość i jakość plonu nasion rzepaku jarego..... 267

CONTENTS

1.	J. Sowiński, A. Szyszkowska, R. Bodarski – The effect of weed control treatment and sowing methods of maize with forage soybean on chemical composition, crude protein and net energy yield	9
2.	J. Sowiński – The effect of weed control and sowing method on yield of maize and soybean intercropping	21
3.	U. Sienkiewicz-Cholewa, K. Nowak-Winiarska – The contents of copper, zinc and manganese and organic carbon in the soil after many years use of different cultivation systems	35
4.	K. Tomaszewska, K. Kołodziejczyk – Floral diversity and natural value of abandoned marsh meadows within Szczecin region	43
5.	B. Łabaz, A. Bogacz, M. Marczak – Humus of forest soils of the Landscape Park „Dolina Baryczy” area	59
6.	E. Spychaj-Fabisiak, B. Murawska, J. Janowiak – The reaction of silage cultivated maize on different chemical form of zinc fertilizers	75
7.	B. Murawska, E. Spychaj-Fabisiak – Degree of soil acidity and the content of available forms of zinc and copper as an effect of 35-year nitrogen and potassium fertilisation	85
8.	A. Kowalczyk-Juśko – Yield and energetic parameters of <i>Miscanthus sacchariflorus</i> in succeeding years of use	97
9.	M. Lubicz-Miszewski, T. Szuk, L. Zimny – The profile of graduate of Faculty of Agriculture of Agricultural University after 30 years	105
10.	R. Plackowski – The population of <i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz near Piotrków Trybunalski (Central Poland)	119
11.	M. Kozak, W. Malarz, W. Helios, A. Kotecki – The effect of sowing rate on quantity and quality of oat yield. Part I. Growth of plants, yield and the elements of its structure	129
12.	W. Malarz, M. Kozak, W. Helios, A. Kotecki – The effect of sowing rate on quantity and quality of oat yield. Part II. Chemical content of grain and straw as well as nutrient yield	145
13.	W. Malarz, M. Kozak, A. Kotecki – The effect of sulphur fertilization on the chemical composition and nutritive value of winter oilseed rape cultivars	157
14.	W. Malarz, M. Kozak, A. Kotecki – Influence of different sulphur fertilizers on chemical composition and nutritive value of winter rape Es Saphir cultivar	167
15.	R. Dębicz, K. Wróblewska – Evaluation of decorative value of six covering perennials	179
16.	B. Kutkowska, T. Pilawka – Implementation of common agriculture policy in farms after 2004 located on terrains of Lower Silesian province	189
17.	T. Berbeka – Selected aspects of agricultural farms functioning on Lower Silesia	205

18. B. Chrzanowska-Drożdż – The yielding of winter hard wheat (*Triticum durum* desf.) as dependent on level nitrogen fertilization 215
19. P. Prus, B.M. Wawrzyniak – Changes in granting structural payments in Polish agriculture 229
20. B. Sawicka – Energy value jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as a source of biomass..... 245
21. B. Kołodziej, M. Stachyra – Preliminary study on the effect of sewage sludge on *Miscanthus x giganteus* yielding..... 257
22. W. Jarecki, D. Bobrecka-Jamro – Influence of used on leaves urea with micro-complex on size and quality of crop of spring rape 267

Józef Sowiński¹, Agnieszka Szyszkowska², Rafał Bodarski²

**WPLYW SPOSOBU PIELEGNACJI I SPOSOBU SIEWU
KUKURYDZY Z SOJĄ PASTEWNĄ NA SKŁAD CHEMICZNY
ORAZ WYDAJNOŚĆ BIAŁKA OGÓLNEGO I ENERGII**

**THE EFFECT OF WEED CONTROL TREATMENT
AND SOWING METHODS OF MAIZE WITH FORAGE
SOYBEAN ON CHEMICAL COMPOSITION, CRUDE PROTEIN
AND NET ENERGY YIELD**

¹ *Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life Sciences*

² *Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

W latach 2008–2010 na polach doświadczalnych Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin w Pawłowicach przeprowadzono badania polowe mające na celu ocenę składu chemicznego paszy z uprawy współrzędnej kukurydzy z soją pastewną. Oceniono wpływ metod pielęgnacji (mechaniczny, chemiczny) i sposobu siewu (udziału kukurydzy i soi w uprawie współrzędnej) na zawartość związków organicznych i skład mineralny paszy. Udział soi wpływał na wzrost zawartości białka ogólnego oraz włókna surowego. Zwiększenie zawartości białka i włókna przyczyniło się do spadku zawartości związków bezazotowych wyciągowych. Zawartość związków mineralnych była zależna od sposobu siewu kukurydzy i soi.

Zmiana składu chemicznego będąca wynikiem udziału komponentów uprawy współrzędnej miała wpływ na wartość energetyczną paszy. Wzrost udziału soi w uprawie współrzędnej pogarszał wartość energetyczną.

Metoda zwalczania chwastów nie miała wpływu na skład chemiczny paszy oraz wydajność białka i energii. Sposób siewu, a przez to proporcje udziału komponentów uprawy współrzędnej, decydowały o plonie energii i białka ogólnego. Z kukurydzy w czystym siewie, nawożonej azotem uzyskano istotnie najwyższy plon energii – 11,38 tys. JPM z ha i najwyższy plon białka ogólnego – 801 kg z ha.

SŁOWA KLUCZOWE: kukurydza, soja, uprawa współrzędna, skład chemiczny, wydajność białka, wydajność energii

Badania wykonano w ramach środków MNiSW 2167/P01/2006/31

Do cytowania – For citation: Sowiński J., Szyszkowska A., Bodarski R., 2010. Wpływ sposobu pielęgnacji i sposobu siewu kukurydzy z soją pastewną na skład chemiczny oraz wydajność białka ogólnego i energii. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCVII, 578, 9–20.

WSTĘP

Kukurydza jest główną rośliną dostarczającą paszy objętościowej z gruntów ornych, charakteryzującą się wieloma korzystnymi cechami. Pasza z całych roślin kukurydzy ma wysoką wartość energetyczną, ale niską zawartość białka. Koncentracja białka ogólnego jest mniejsza niż $100 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (Buxton 1996, Carruthers i wsp. 2000), co potwierdzają wyniki innych autorów wskazujące na zawartość białka w zakresie od 73 do $85 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (Dawo i wsp. 2007, Kruczyńska i wsp. 1998, Podkówka i wsp. 1998). Według Podkówki i Podkówki (2006) zawartość białka ogólnego w kiszonkach z kukurydzy wynosiła od 86 do $131 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., średnio $113 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Zapotrzebowanie bydła na białko ogółem wynosi od $70 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. dla dorosłych opasów do $190 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. dla wysokoprodukcyjnych krów mlecznych (National Research... 1989).

Ważnym parametrem jakościowym w żywieniu przeżuwaczy jest zawartość włókna. Zbyt niski jego udział w paszy przyczynia się do obniżenia pH w żwaczu i występowania kwasicy. Zbyt wysoki wpływa na słabsze pobranie paszy, a w efekcie – spadek produkcji mleka i mięsa.

Kukurydza nie jest więc paszą pełnowartościową i musi być uzupełniana innymi komponentami, co wiąże się z zakupem kosztownych pasz wysokobiałkowych. Uprawa i skarmianie takich roślin jak fasola, groch czy łubin może ograniczać zakup pasz przemysłowych oraz stanowi wartośćcienne uzupełnienie paszy z kukurydzy (Nardone i wsp. 2004). Najczęściej kukurydzę oraz rośliny strączkowe wysiewa się i zbiera oddzielnie. Uprawa współrzędna może stanowić alternatywę w produkcji paszy. W wielu badaniach oceniano przydatność kukurydzy i soi *Glycine max* L. do uprawy współrzędnej (Allen, Obura 1983, Andrighetto i wsp. 1992, Herbert i wsp. 1985, Martin i wsp. 1990, Mason, Pritchard 1987, Murphy i wsp. 1984, Pinter i wsp. 1993, Putnam i wsp. 1986, Toniolo i wsp. 1987, Carruthers i wsp. 1998, Maasdorp, Titterton 1997).

W literaturze polskiej brak jest publikacji z tego zakresu. Celem badań była ocena składu chemicznego paszy z uprawy współrzędnej kukurydzy (odm. Kosmo 230) z soją pastewną (odm. Tara) w porównaniu z siewem czystym komponentów.

METODYKA

Doświadczenie polowe zostało przeprowadzone w latach 2008–2010 na polach doświadczalnych Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin w stacji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu Pawłowicach, położonej na wysokości 122 m n.p.m. ($17^{\circ}02' \text{ E}$, $51^{\circ}31' \text{ N}$).

Doświadczenie zostało przeprowadzone w układzie losowanych podbloków z dwoma czynnikami zmiennymi, w czterech powtórzeniach:

Czynnik 1: sposób pielęgnacji:

- pielęgnacja mechaniczna, jednokrotne opielanie w fazie 3–4 liści kukurydzy, 2–3 liście właściwe soi,
- pielęgnacja chemiczna, zastosowanie herbicydu Afalon dyspersyjny 450 S.C. bezpośrednio po siewie.

Czynnik 2: sposób siewu:

	Ilość wysiewu (tys. na ha) (kiełkujących nasion)		Nawożenie azotem
	Kukurydza	Soja	kg ha ⁻¹
A-0 – kukurydza 100%, soja 0%	100	0	0
A-N – kukurydza 100%, soja 0%	100	0	130
B – kukurydza 80%, soja 20%	80	100	104
C – kukurydza 60%, soja 40%	60	200	78
D – kukurydza 40%, soja 60%	40	300	52
E – kukurydza 20%, soja 80%	20	400	26
F – kukurydza 0%, soja 100%	0	500	0

Założenia metodyczne oraz wysokość i strukturę plonu zaprezentowano w innej pracy (Sowiński 2010). Analizy chemiczne wykonywano corocznie na próbach łącznych – obiektowych, w laboratorium Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin za pomocą konwencjonalnych metod (AOAC 2000). Określono zawartość następujących związków:

- tłuszczu surowego – metoda Soxhleta,
- białka ogólnego – zmodyfikowana metoda Kjeldahla,
- włókna surowego – metoda Henneberga-Stohmanna,
- popiołu surowego – spalanie w piecu w temperaturze 600°C,
- bezazotowych substancji wyciągowych – ich zawartość obliczono, odejmując od 100 zawartość wyżej wymienionych składników,
- składników mineralnych – Mg i P – metodą kolorymetryczną oraz Ca, K, Na – za pomocą fotometru płomieniowego.

Na podstawie iloczynu zawartości białka oraz plonu suchej masy obliczono łączną wydajność białka z ha.

Opierając się na zawartości składników organicznych, obliczono wartość energetyczną paszy i wyrażono ją w jednostkach paszowych produkcji mleka [JPM]. Wartość energetyczną paszy obliczono, biorąc pod uwagę zawartość związków organicznych według wzorów podanych przez Jamroz i wsp. (2001). Na podstawie iloczynu wartości energetycznej 1 kg suchej masy oraz plonu suchej masy obliczono wydajność JPM z ha.

Analizy chemiczne wykonane zostały na próbach łącznych i dlatego nie przeprowadzono analiz statystycznych zawartości związków organicznych i mineralnych, jak również współdziałania pomiędzy warunkami pogodowymi w latach badań a czynnikami doświadczenia w zawartości związków organicznych i składników mineralnych. Wydajność białka i JPM poddano analizie wariancji w programie STATISTICA 9.0, testując przedziały ufności testem Duncana na poziomie istotności $p \leq 0,05$. Wykonano analizę korelacji pomiędzy plonem świeżej a wydajnością energii i białka z jednostki powierzchni.

WYNIKI

Zawartość białka ogólnego była zależna od sposobu siewu (tab. 1). Zwiększenie udziału soi w uprawie współrzędnej powodowało wzrost zawartości białka, zarówno po wykonaniu zabiegu herbicydowego, jak i po mechanicznym zwalczaniu chwastów.

Tabela 1 Table 1

Zawartość związków organicznych (g · 1000⁻¹ g s.m.) – średnie z lat 2008–2010
Organic compounds content (g · 1000⁻¹ g D.M.) – average from years 2008–2010

Metoda pielęgnacji Weed treatment method	Sposób siewu Sowing method	Białko ogólne Total protein			Włókno surowe Crude fibre			Tłuszcz surowy Crude fat			BZW N-free extract		
		min	max	średnio average	min	max	średnio average	min	max	średnio average	min	max	średnio average
Chemiczny Chemical	A-0	51,5	66,9	58,4	235,5	257,2	249,0	17,6	30,0	23,9	602,6	614,2	609,3
	A-N	60,3	71,4	66,4	196,9	222,2	210,7	15,6	31,2	25,0	643,3	655,3	649,6
	B	62,9	72,9	68,0	210,7	244,6	227,3	19,4	23,3	22,0	616,3	664,7	637,7
	C	63,2	75,3	69,9	222,5	247,2	236,2	22,8	27,7	25,1	611,7	641,3	623,6
	D	66,2	79,5	75,0	251,6	286,8	263,3	19,3	25,1	22,5	568,7	597,6	586,5
	E	79,6	82,4	81,0	223,6	297,4	261,1	19,4	22,2	21,0	536,2	598,7	573,6
F	105,5	132,3	119,7	322,5	445,7	371,1	18,2	22,6	20,7	302,8	442,9	380,7	
Mechaniczny Mechanical	A-0	42,3	61,6	52,7	213,5	229,0	221,5	19,9	25,1	21,7	629,6	652,8	642,3
	A-N	48,3	69,9	60,2	174,2	235,0	207,7	18,9	31,4	26,3	634,4	686,1	655,5
	B	58,6	77,6	66,4	210,6	259,6	231,6	16,8	31,1	22,2	610,1	649,0	623,2
	C	59,0	88,8	70,8	236,0	262,3	249,6	17,2	29,0	22,1	583,2	633,4	609,0
	D	65,3	88,0	74,8	240,3	289,7	262,9	12,9	29,8	20,9	563,4	609,5	581,3
	E	76,9	90,6	82,1	254,3	311,9	282,6	10,6	27,7	18,8	527,5	596,1	553,6
F	94,1	109,2	102,3	285,0	337,6	312,7	16,9	22,9	19,1	441,4	461,6	454,8	

A-0 – kukurydza 100%, soja 0% bez N maize 100% soybean 0% without N

A-N – kukurydza 100%, soja 0% z N maize 100% soybean 0% with N

B – kukurydza 80%, soja 20% maize 80% soybean 20%

C – kukurydza 60%, soja 40% maize 60% soybean 40%

D – kukurydza 40%, soja 60% maize 40% soybean 60%

E – kukurydza 20%, soja 80% maize 20% soybean 80%

F – kukurydza 0%, soja 100% maize 0% soybean 100%

Odwrotną zależność stwierdzono w udziale włókna surowego w paszy. W kukurydzy w czystym siewie nawożonej azotem (A-N), niezależnie od sposobu pielęgnacji, zawartość włókna była najniższa, wysiew soi w uprawie współrzędnej powodował proporcjonalny wzrost zawartości włókna. W czystym siewie tego gatunku (F) zawartość była wyższa o 76% (pielęgnacja chemiczna) i o 51% (mechaniczna) niż w wypadku kukurydzy nawożonej azotem (A-N).

Mniejszy wpływ sposobu siewu stwierdzono w zawartości tłuszczu surowego. W kukurydzy w czystym siewie zawartość tłuszczu była najwyższa i wynosiła 25,0 i 26,3 g na kg s.m. (odpowiednio w chemicznym i mechanicznym sposobie odchwaszczania). Soja w czystym siewie lub w uprawie współrzędnej z największym udziałem soi miała najniższą zawartość tłuszczu.

Wyższa zawartość białka i włókna surowego w paszy z dużym udziałem soi spowodowała mniejsze nagromadzenie węglowodanów. Kukurydza w siewie czystym z nawożeniem azotem charakteryzowała się najwyższą zawartością bezazotowych związków wyciągowych wynoszącą 649,6 i 655,5 g na kg s.m. (pielęgnacja chemiczna i mechaniczna). W czystym siewie soi zawartość tych związków była niższa o 41,4% (gdy chwasty zwalczano herbicydem) i o 30,6% (po mechanicznym odchwaszczaniu).

Soja w czystym siewie, niezależnie od sposobu zwalczania chwastów, miała najwyższą zawartość popiołu surowego oraz oznaczonych składników mineralnych (tab. 2). Pasza pozyskana z kukurydzy w czystym siewie lub z uprawy współrzędnej z dużym jej udziałem (80 i 60%) charakteryzowała się najmniejszą zawartością popiołu surowego i składników mineralnych. Zawartość popiołu wynosiła od 37,8 do 132,3 g na kg s.m. Ilość fosforu wahała się od 1,60 do 3,40, potasu od 6,00 do 32,50, magnezu od 1,50 do 5,60, wapnia od 1,00 do 19,00 i sodu od 0,20 do 1,65 g na kg s.m.

Proporcje komponentów uprawy współrzędnej decydowały o zawartości związków organicznych i miały wpływ na wartość energetyczną paszy wyrażoną liczbą JPM na kg s.m. (tab. 3). Zwiększenie udziału soi przyczyniło się do spadku wartości energetycznej kg s.m. z 0,89 JPM (A-N) do 0,76 (F). Spadek ten był identyczny, niezależnie od zastosowanych metod pielęgnacji.

O wydajności energii i białka będącej iloczynem plonu suchej masy i odpowiednio zawartości białka i wartości energetycznej decydował przede wszystkim plon suchej masy (tab. 3). Nie wykazano współdziałania metod pielęgnacji ze sposobem siewu na wydajność JPM i białka ogólnego z ha.

Wydajność białka zależała istotnie od sposobu siewu (rys. 1). Z kukurydzy w czystym siewie nawożonej azotem uzyskano najwyższą wydajność białka (801 kg z ha), istotnie niższą z kukurydzy w czystym siewie, nienawożonej tym składnikiem (514 kg z ha). Metoda pielęgnacji nie miała znacznego wpływu na wydajność białka.

Podobnie wydajność energii była zależna w dużym stopniu od sposobu siewu (rys. 2). Kukurydza w czystym siewie nawożona azotem zapewniła istotnie najwyższą wydajność JPM (11,38 tys. z ha), istotnie niższą uzyskano z uprawy współrzędnej kukurydzy z soją w proporcji 20+80% – 5,93 tys. JPM z ha oraz soi w czystym siewie – 4,45 tys. JPM z ha. Metoda pielęgnacji nie miała istotnego wpływu na wydajność energii z jednostki powierzchni.

Tabela 2
Table 2Zawartość składników mineralnych ($\text{g} \cdot 1000^{-1}$ g s.m.) – średnie z lat 2008–2010
Mineral compounds content ($\text{g} \cdot 1000^{-1}$ g D.M.) – average from years 2008–2010

Metoda pielęgnacji Weed treatment method	Sposób siewu Sowing method	Popiół surowy Crude ash			P			K			Mg			Ca			Na		
		min	max	średnio average	min	max	średnio average	min	max	średnio average	min	max	średnio average	min	max	średnio average	min	max	średnio average
Chemiczna Chemical	A-0	47,8	71,1	59,5	1,60	2,50	2,17	9,30	17,00	12,50	1,60	2,90	2,45	1,30	4,75	2,85	0,30	1,00	0,70
	A-N	38,1	58,6	48,4	1,70	2,65	2,08	6,00	17,00	10,47	1,60	2,80	2,27	1,00	5,00	2,65	0,20	0,75	0,48
	B	42,3	47,8	45,1	1,40	2,05	1,75	7,90	20,00	12,47	1,80	3,00	2,53	2,20	4,75	3,05	0,30	0,60	0,47
	C	42,2	48,3	45,3	1,90	2,30	2,03	6,20	14,50	9,98	1,90	2,75	2,42	2,40	6,50	3,80	0,30	0,50	0,40
	D	46,2	59,0	52,6	1,85	2,40	2,08	7,80	15,00	10,88	1,80	3,65	2,77	2,70	10,00	5,35	0,30	1,00	0,60
	E	47,9	78,7	63,3	1,80	2,35	2,08	9,45	17,00	12,45	2,85	3,20	2,98	2,70	7,00	4,73	0,20	1,15	0,65
Mechaniczna Mechanical	F	103,6	111,9	107,8	2,00	2,90	2,37	12,70	23,00	17,58	3,90	5,60	4,72	7,15	12,00	8,78	0,45	1,50	0,88
	A-0	44,1	79,6	61,9	2,10	2,45	2,28	6,65	7,70	7,15	1,50	2,70	2,23	1,10	2,50	1,63	0,20	0,50	0,40
	A-N	37,8	62,9	50,4	1,65	2,35	1,97	6,60	17,50	11,23	1,80	2,90	2,27	1,20	4,25	2,45	0,20	0,50	0,40
	B	50,1	63,2	56,7	1,70	2,75	2,12	8,35	21,00	12,72	2,10	4,10	3,20	1,50	8,50	4,27	0,20	0,50	0,40
	C	45,6	51,5	48,6	1,80	2,25	2,05	8,80	11,30	10,37	2,60	3,10	2,80	1,85	3,70	2,85	0,20	0,50	0,40
	D	53,9	66,2	60,1	1,90	2,10	2,00	9,60	13,50	11,42	2,30	3,30	2,67	2,50	4,00	3,13	0,20	0,50	0,40
E		60,3	65,6	63,0	1,60	2,60	2,17	11,40	14,00	12,52	2,20	3,90	2,92	3,95	5,00	4,38	0,35	0,55	0,47
	F	89,8	132,3	111,1	1,65	3,40	2,48	14,20	32,50	22,02	3,40	4,35	3,88	7,40	19,00	11,52	0,45	1,65	0,90

Tabela 3
Table 3

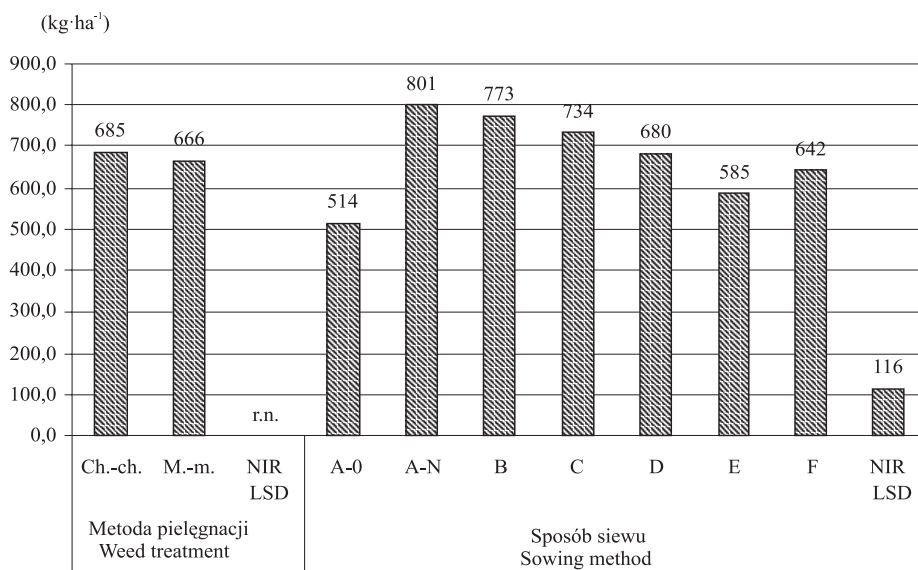
Wartość energetyczna 1 kg s.m. oraz wydajności energii (JPM z ha) i białka (kg z ha).

Współdziałanie czynników. Średnia z lat 2008–2010

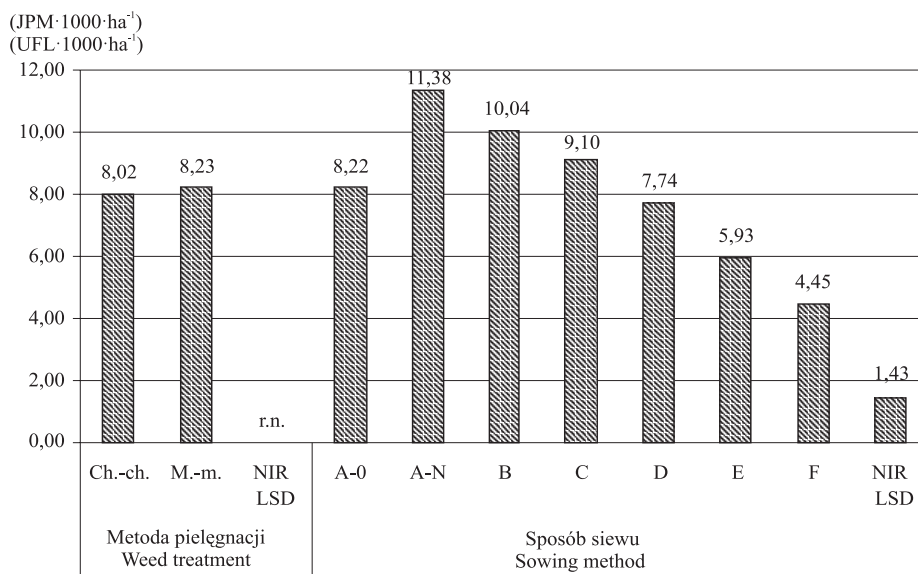
Energetic value of 1 kg D.M. and energy (UFL·ha⁻¹) and protein yield (kg·ha⁻¹).

Treatment interaction. Average from years 2008–2010

Metoda pielęgnacji Weed treatment method	Sposób siewu Sowing method	Wartość energetyczna kg suchej masy Net energy value of 1 kg D.M.			Wydajność JPM UFL (1000·ha ⁻¹)	Wydajność białka Protein yield (kg·ha ⁻¹)
		min	max	średnio average		
Chemiczna Chemical	A-0	0,87	0,89	0,88	8,02	527,8
	A-N	0,88	0,90	0,89	11,09	823,8
	B	0,85	0,88	0,87	10,09	790,7
	C	0,85	0,87	0,86	9,69	788,2
	D	0,84	0,85	0,84	7,56	679,5
	E	0,80	0,83	0,81	5,79	577,8
	F	0,75	0,76	0,76	3,90	607,2
Mechaniczna Mechanical	A-0	0,86	0,90	0,88	8,42	500,8
	A-N	0,88	0,90	0,89	11,66	778,2
	B	0,84	0,89	0,87	9,99	755,5
	C	0,84	0,88	0,85	8,51	678,9
	D	0,83	0,88	0,85	7,93	680,9
	E	0,81	0,86	0,83	6,07	593,0
	F	0,76	0,77	0,76	5,01	676,3
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		–	–	–	r.n.	r.n.



Rys. 1. Wydajność białka (kg · ha⁻¹) – średnie dla czynników z lat 2008–2010
 Fig. 1. Protein yield (kg·ha⁻¹) – average for treatment from years 2008–2010



Rys. 2. Wydajność energii (JPM·1000 · ha⁻¹) – średnie dla czynników z lat 2008–2010
 Fig. 2. (UFL yield ·1000·ha⁻¹) – average for treatment fom years 2008–2010

Analiza korelacji (tab. 4) wykazała większy wpływ na wydajność JPM plonu świeżej masy kukurydzy $r=0,873$ i plonu łącznego $r=0,915$ niż składu chemicznego wyrażonego wartością energetyczną 1 kg s.m. $r=0,677$. Wzrost plonu i udziału soi powodował spadek wydajności JPM. Podobne zależności stwierdzono w plonie białka ogólnego.

Tabela 4

Table 4

Macierz współczynników korelacji pomiędzy plonem świeżej masy i wartością energetyczną a wydajnością białka i energii w JPM

Matrix of correlation coefficient between fresh matter yield and net energy value vs protein and energy yield

Wydajność – Yield	Plon świeżej masy – Fresh matter yield ($t \cdot ha^{-1}$)			Wartość energetyczna net energy ($UFL \cdot kg^{-1}$) D.M.
	kukurydzy – maize	soi – soybean	łączny – total	
Białka ogólnego Crude protein	0,456***	–	0,732***	0,195*
JPM – UFL	0,873***	-0,545***	0,915***	0,677***

Istotne na poziomie – significant at level: * 0,05, ** 0,01, *** 0,001

DYSKUSJA

Zawartość białka ogólnego w kukurydzy w czystym siewie wynosiła od 42,3 do 71,4 $g \cdot kg^{-1}$ s.m. W badaniach przeprowadzonych przez Buxtona (1996), Carruthersa i wsp. (2000), Dawo i wsp. (2007), Kruczyńską i wsp. (1998), Podkówkę i wsp. (1998) zawartość białka w kukurydzy mieściła się w zakresie od 73 do 85 $g \cdot kg^{-1}$ s.m. Zwiększenie udziału soi spowodowało wzrost zawartości białka ogólnego o 46,8% (uprawa współrzędna kukurydza+soja – 20+80%) i o 99,8% w siewie czystym soi niż w kukurydzy w siewie czystym, bez nawożenia azotem. W badaniach Sowińskiego i Liszki-Podkowy (2009) średnio w uprawie współrzędnej uzyskano wyższą zawartość białka – od 0,4 do 2,7 p.p – niż z kukurydzy w siewie czystym. W badaniach Reta Sancheza i wsp. (2010) zawartość białka w uprawie współrzędnej była wyższa o 16–21 g na kg s.m. niż w czystym siewie kukurydzy.

Odwrotnie niż zawartość białka kształtowała się zawartość włókna surowego. Wraz ze zwiększeniem udziału soi sukcesywnie wzrastało nagromadzenia włókna, aż do 50,6–76,1% w soi uprawianej w siewie czystym. Yilmaz i wsp. (2009) wykazali, że wzrost zawartości włókna w uprawie współrzędnej pogarsza jakość paszy. W badaniach własnych zwiększenie udziału soi w uprawie współrzędnej pogarszało wartość energetyczną paszy. Wzrost zawartości białka ogólnego i włókna surowego w uprawie współrzędnej, w wyniku większego udziału soi, powodował spadek zawartości związków bezazotowych wyciągowych. W badaniach Sowińskiego i Liszki-Podkowy (2009) uzyskano

niższą zawartość związków bezazotowych wyciągowych w uprawie współrzędnej niż w kukurydzy w siewie czystym, jednocześnie udział związków węglowodanowych był bardziej stabilny w porównaniu z zawartością w roślinach strączkowych.

Z uprawy współrzędnej kukurydzy z fasolą mung (*Vigna mungo*) w stosunku 1:1 uzyskano wyższą wydajność energii o 8,14 i o 85,5 tys. MJ z ha niż odpowiednio z kukurydzy i fasoli uprawianych w czystym siewie (Padhi 2002). Podobne wyniki uzyskano, gdy kukurydzę uprawiano z soją w stosunku 1:1 i 2:2. Reta Sanchez i wsp. (2010) otrzymali z uprawy współrzędnej kukurydzy z soją wyższą o 27,5–42,8% wydajność białka niż w uprawie w czystym siewie kukurydzy. W badaniach własnych istotnie najwyższą wydajność jednostek produkcji mleka i plon białka uzyskano z siewu czystego kukurydzy nawożonej azotem. Wraz ze zwiększeniem udziału soi w plonie zmniejszyły się wydajność energii i plon białka z jednostki powierzchni.

WNIOSKI

1. Zawartość związków organicznych była zależna od udziału komponentów uprawy współrzędnej w plonie łącznym. Wzrost udziału soi powodował zwiększenie zawartości białka ogólnego i włókna surowego, zmniejszała się zawartość związków bezazotowych wyciągowych.

2. Kukurydza w czystym siewie lub uprawa współrzędna z dużym udziałem kukurydzy wykazywały niższą zawartość składników mineralnych.

3. O wydajności energii decydował przede wszystkim plon świeżej masy ($r=0,915$) różnicowany przez sposób siewu. Zróżnicowanie składu chemicznego paszy wyrażone wartością energetyczną miało mniejszy wpływ na wydajność energii ($r=0,677$).

4. Sposób pielęgnacji nie miał wpływu na zawartość związków organicznych i składników mineralnych oraz wydajność energii i białka.

PIŚMIENNICTWO

- Allen L.H.J.R., Obura R.K., 1983. Yield of corn, and soybean under different intercropping systems. *Agronomy Journal*, 75, 1005–1009.
- Andrighetto I., Mosca G., Cozzi G., Berzaghi P., 1992. Maize-soybean intercropping – effect of different variety and sowing density of the legume on forage yield and silage quality. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 168, 354–360.
- AOAC, 2000. *Official Methods of Analysis*. International 17th ed. AOAC Inter., Gaithersburg, MD, USA.
- Buxton D.R., 1996. Quality – related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 59, 37–49.
- Carruthers K., Fe Q., Cloutier D., Smith D.L., 1998. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: weed control by intercrops combined with interrow cultivation. *European Journal of Agronomy*, 8, 225–238.

- Carruthers K., Prithiviraj B., Fe Q., Cloutier D., Martin R.C., Smith D.L., 2000. Intercropping of corn with soybean, lupin and forages: silage yield and quality. *J. Agron.*, 185, 177–185.
- Dawo M. J., Wilkinson J. M., Sanders F. ET., Pilbeam D. J., 2007. The yield and quality of fresh and ensiled plant material from intercropped maize (*Zea mays*) and beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Sci. Food Agricult.*, 87, 1391–1399.
- Herbert S.J., Putnam D.H., Vargas A., 1985. Forage production from maize soybean intercrops. Proceedings of the XV International Grassland Congress, 24–31 August 1985, Kyoto–Japan, 1266–1268.
- Jamroz D., Buraczewski S., Kamiński J., 2001 *Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo*. Tom I. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kruczyńska H., Kozłowska M., Król H., 1998. Ocena wartości odżywczej i wypełnieniowej kiszonki z traw podsuszonych i kiszonki z kukurydzy. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 462, 409–414.
- Maasdorp B.V., Titterton M., 1997. Nutritional improvement of maize silage for dairying: Mixed-crop silages from sole and intercropped legumes and a long-season variety of maize. 1. Biomass yield and nutritive value. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 69, 241–261.
- Martin R.C., Voldeng H.D., Smith D.L., 1990 Intercropping corn and soybean for silage in cool-temperature region: yield, protein and economic effects. *Field Crops Res.*, 23 (3–4), 295–310.
- Mason W.K., Pritchard K.E., 1987. Intercropping in a temperate environment for irrigated fodder production. *Field Crop Research*, 16, 243–25.
- Nardone A., Zervas G., Ronchi B., 2004 Sustainability of small ruminant organic systems of production. *Livest. Prod. Sci.*, 90, 27–39.
- National Research Council, 1989. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 6 th rev. ed. Washington, D.C. National Academy Press
- Padhi A.K., 2002. Studies on productivity, economics and energetics of maize (*Zea mays* L.) – legume intercropping. *Annals of Agricultural Research*, 23, 1, 38–45.
- Pinter L., Burucs Z., Szieberth D., 1993. The possibility of forage maize-soybean and maize-sunflower intercropping as a tool for improving protein-content and feeding value of silage in Central Europe Carpathian basin. *Nevenytermeles*, 42, 37–47.
- Podkówka Z., Podkówka L., Cermak B., 1998. Plonowanie i skład chemiczny zielonki z kukurydzy. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 462, 85–91.
- Podkówka Z., Podkówka W., 2006 Zawartość suchej masy, włókna surowego oraz jakość kiszonek z całych roślin kukurydzy produkowanych w latach 1955–2003. *Pam. Puł.*, 142, 373–380.
- Putnam D.H., Herbert S.J., Vargas A., 1986. Intercropping corn-soybean density studies. II. Yield composition and protein. *Experimental Agriculture*, 22, 373–381.
- Reta Sanchez D. G., Espinosa Silva J. T., Palomo Gil A., Serrato Corona J. S., Cueto Wong J. A., Gaytan Mascorro A., 2010. Forage yield and quality of intercropped corn and soybean in narrow strips. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8 (3), 713–721.
- Sowiński J., Liszka-Podkowa A., 2009. Effect of intercropping maize with different legumes species on carbohydrates and proteins forage balance. *Agrár és Vidékfejlesztési Szemle* vol. 1 http://www.mgk.u-szeged.hu/avsz/doks/2009/CD_melleklet_2009/pdf/6.%20Poster/sowinski.jozef.agata.l-podkowa2.pdf.
- Sowiński J., 2010. Wpływ sposobu odchwaszczania i sposobu siewu na wysokość plonu kukurydzy i soi pastewnej w uprawie współrzędnej. *Zasz. Nauk. UP Wroc.*, Rol., XCVII, 578, 21–32.
- Toniolo L., Sattin M., Mosca G., 1987. Soybean-maize intercropping for forage. *Eurosoya*, 5, 73–78.

Yilmaz A., Altinok S. Kocabas Z., 2009. An investigation on quality parameters of the silages made by corn and soybean grown in different seeding rates. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(9), 1856–1859.

THE EFFECT OF WEED CONTROL TREATMENT AND SOWING METHODS OF MAIZE WITH FORAGE SOYBEAN ON CHEMICAL COMPOSITION, CRUDE PROTEIN AND NET ENERGY YIELD

Summary

In the years 2008–2010 at the Research Station Pawłowice belonging to Wrocław University of Environmental and Life Sciences carried out field experiment with maize and soybean intercropping system. Main purpose of the research was estimation of weed control treatment and sowing methods on forage chemical composition (organic and mineral compound concentration). Increased percentage of soybean in forage has positive influenced on crude protein content, increased crude fiber content and decreased N-free extract content. Crude protein and crude fiber increment contributed on N-free extract decreasing. Mineral compound concentration depend on maize and soybean sowing methods.

Forage chemical composition changes due to intercropping component percentage influenced on net energy value. Soybean percentage in intercropping whole yield worsen forage net energy value.

Weed control treatment hasn't any effect on forage chemical composition as well as protein and net energy yield. Sowing method modified component proportion influenced on net energy and protein yield. From maize and sole sowing net energy yield 11,38 UFL·1000·ha⁻¹, and protein yield 801 kg·ha⁻¹ was significantly highest.

KEY WORDS: maize, soybean, intercropping system, chemical composition, protein yield, energy yield

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Jerzy Szukała, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Józef Sowiński

**WPLYW SPOSOBU ODCHWASZCZANIA I SPOSOBU SIEWU
NA WYSOKOŚĆ PLONU KUKURYDZY I SOI PASTEWNEJ
W UPRAWIE WSPÓLRZĘDNEJ**

**THE EFFECT OF WEED CONTROL AND SOWING METHOD
ON YIELD OF MAIZE AND SOYBEAN INTERCROPPING**

*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life Sciences*

Badania polowe przeprowadzono w latach 2008–2010 w Pawłowicach na polach należących do Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Oceniono przydatność kukurydzy (odm. Kosmo 230) i soi pastewnej (odm. Tara) do uprawy współrzędnej. Określono wpływ sposobu pielęgnacji i proporcji komponentów uprawy współrzędnej podczas siewu na wysokość oraz strukturę plonu suchej masy. Udział kukurydzy i soi w uprawie współrzędnej zależał od sposobu siewu i odchwaszczania. Struktura plonu i udział organów generatywnych w zebranych plonie był modyfikowany przez metodę zwalczania chwastów i sposób siewu. Zawartość suchej masy w kukurydzy w siewie czystym oraz przy 80- i 60-procentowym udziale była optymalna, zwiększenie udziału soi obniżało ten parametr.

Na wysokość plonu istotny wpływ miał udział komponentów w uprawie współrzędnej. Kukurydza w czystym siewie, nawożona dawką $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, zapewniła istotnie najwyższy plon suchej masy – średnio 12,7 t z ha. Zmniejszenie udziału kukurydzy w uprawie współrzędnej przyczyniło się do istotnego spadku plonu do 7,2 t z ha (kukurydza+soja – 20+80%). Najniższy plon (średnio 5,9 t s.m. z ha) zebrano, gdy wysiewano soję w siewie czystym. Analiza korelacji i równanie regresji wykazały wpływ udziału kukurydzy i soi na plon łączny suchej masy.

SŁOWA KLUCZOWE: kukurydza, soja, uprawa współrzędna, metody odchwaszczania, struktura plonu, wysokość plonu

Badania wykonano w ramach środków MNiSW 2167/P01/2006/31

Do cytowania – For citation: Sowiński J., 2010. Wpływ sposobu odchwaszczania i sposobu siewu na wysokość plonu kukurydzy i soi pastewnej w uprawie współrzędnej. Zesz. Nauk. UP, Wroc., Rol., XCVII, 578, 21–32.

WSTĘP

Wszechstronne wykorzystanie kukurydzy spowodowało, że jest ona jednym z najważniejszych gatunków, zyskującym na znaczeniu gospodarczym. W ostatnich 10 latach powierzchnia jej uprawy na całym świecie wzrosła o 16,3%, osiągając w 2009 r. 159,5 mln ha, co stanowiło ponad 22% areалу wszystkich zbóż (Faostat 2009). O zwiększeniu znaczenia kukurydzy w najbliższych latach będą decydować jej korzystne cechy, oraz ocieplenie klimatu i wzrost koncentracji CO₂ w atmosferze (Hopkins 2003). Powierzchnia uprawy kukurydzy na kiszonkę w Polsce zależy od obsady przeżuwaczy. W większości gospodarstw stanowiła ona podstawową paszę objętościową dla krów mlecznych i bydła opasowego w okresie zimowym (O'Mara i wsp. 1998, Podkówka 1998), a obecnie przez cały rok (Kowalski, Kamiński 1999, Strzetelski i wsp. 2001).

Z kukurydzy uzyskuje się wysokie plony zielonej i suchej masy, jest ona paszą chętnie pobieraną przez zwierzęta, dostarczającą energii, ale o niedoborze białka (Anil i wsp., 2000). Rośliny motylkowe są materiałem roślinnym źle zakiszającym się ze względu na wysoką zawartość białka, co powoduje, że bez dodatkowych zabiegów (podwieńnięcie, stosowanie dodatków kiszonkarskich) trudne jest uzyskanie z nich kiszonek o dobrej jakości (Bodarski i Krzywiecki 2001). Wartość mieszanek bobowo-zbożowych jest wyższa niż traw i zbóż w zasiewach jednogatunkowych (Adesogan i wsp. 2001, Salawu i wsp. 2001). W uprawie na kiszonkę dodatkową korzystną cechą takiego rozwiązania jest poprawienie warunków konserwacji roślin motylkowatych. Wspólne zakiszenie rośliny motylkowej z kukurydzą zawierającą dużą ilość cukrów rozpuszczalnych pozwoli uzyskać kiszonkę o lepszej jakości niż przy zakiszaniu samej rośliny strączkowej.

Uprawa współrzędna różnych gatunków na tym samym polu i w tym samym czasie jest charakterystyczna dla ekstensywnych systemów gospodarowania i prowadzona przede wszystkim w krajach tropikalnych. W literaturze światowej istnieje dużo opracowań z zakresu uprawy współrzędnej kukurydzy z soją *Glycine max* L. (Alexander, Genter 1962, Beste 1978, Cordero, McCollum 1979, Allen, Obura 1983, Murphy i wsp. 1984, Herbert i wsp. 1985, Putnam i wsp. 1986, Mason, Pritchard 1987, Toniolo i wsp. 1987, Martin i wsp. 1990, Andrighetto i wsp. 1992, Pinter i wsp. 1993, Maasdorp, Titterton 1997, Carruthers i wsp. 1998).

W Polsce prowadzono niewiele badań z zakresu uprawy współrzędnej kukurydzy z roślinami bobowatymi. W warunkach klimatycznych naszego kraju dla tego typu uprawy mogą być wykorzystane bobik i różne gatunki fasoli tycznej oraz soja pastewna. Gatunki te mają bowiem cechy (takie jak zsynchronizowany rozwój, sztywne lub wijące się łodygi), które pozwalają na wspólną uprawę z kukurydzą.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu sposobu odchwaszczania i proporcji komponentów w uprawie współrzędnej na wysokość i strukturę plonu kukurydzy oraz soi pastewnej.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania realizowano w latach 2008–2010 na polach Zakładu Doświadczalnego w Pawłowicach, należących do Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin UP we Wrocławiu. Badanymi roślinami były kukurydza (odm. Kosmo 230) i soja pastewna (odm. Tara). Doświadczenie zostało założone w układzie losowanych podbloków z dwoma czynnikami zmiennymi, w czterech powtórzeniach:

Czynnik 1: sposób odchwaszczania:

- pielęgnacja mechaniczna, jednokrotne opielanie w fazie 3–4 liści kukurydzy, 2–3 liście właściwe soi,
- pielęgnacja chemiczna, zastosowanie herbicydu Afalon dyspersyjny 450 S.C. bezpośrednio po siewie.

Czynnik 2: sposób siewu:

			Ilość wysiewu (tys. · ha ⁻¹) (kiełkujących nasion)		Nawożenie azotem (kg · ha ⁻¹)
	kukurydza	soja	kukurydza	soja	
A-0	– kukurydza 100%, soja 0%		100	0	0
A-N	– kukurydza 100%, soja 0%		100	0	130
B	– kukurydza 80%, soja 20%		80	100	104
C	– kukurydza 60%, soja 40%		60	200	78
D	– kukurydza 40%, soja 60%		40	300	52
E	– kukurydza 20%, soja 80%		20	400	26
F	– kukurydza 0%, soja 100%		0	500	0

Nawożenie azotem w formie mocznika stosowane jednorazowo na 3 tygodnie przed siewem było proporcjonalne do udziału kukurydzy w uprawie współrzędnej. Siew został przeprowadzony ręcznie w pierwszej dekadzie maja: 11.05.2008, 10.05.2009, 12.05.2010. Soję wysiewano w dwóch rzędach obok kukurydzy. Kukurydzę i soję wysiewano na głębokość 3–4 cm. W siewie czystym soi nasiona umieszczono płycej, na głębokości 2–3 cm. Powierzchnia poletka wynosiła 10 m². Łącznie doświadczenie obejmowało 14 kombinacji (8 z uprawą współrzędną i 6 z zasiewem jednogatunkowym). Zbiór w fazie dojrzałości mleczno-woskowej kukurydzy przeprowadzono, ścinając rośliny wykaszarką tarczową. Gatunki uprawy współrzędnej zbierano oraz wysokość plonu świeżej masy określano oddzielnie. Analizy botanicznej zebranej masy dokonano przed zbiorem, określono wysokość plonu, oznaczono zawartość suchej masy oraz przeprowadzono analizę struktury plonu. Zebrane wyniki poddano analizie wariancji w programie STATISTICA 9.0, testując przedziały ufności testem Duncana na poziomie istotności p≤0,05. Do analizy zawartości suchej masy w zebranych plonie wykorzystano wykres ramkowy, w którym zaprezentowano wartość średnią, błąd i odchylenie standardowe. Wykreślono krzywą regresji pomiędzy udziałem komponentów uprawy współrzędnej (kukurydzą i soją) a plonem suchej masy.

WYNIKI

W 2008 r. średnia temperatura we wszystkich miesiącach oraz średnio za okres od V do IX była wyższa od średniej wieloletniej z lat 1976–2005 (tab. 1). W 2009 r. tylko w czerwcu temperatura była niższa o 1,1°C niż średnia w okresie wielolecia. W ostatnim roku badań, w maju temperatura była niższa o 1,4°C niż średnio w wieloleciu.

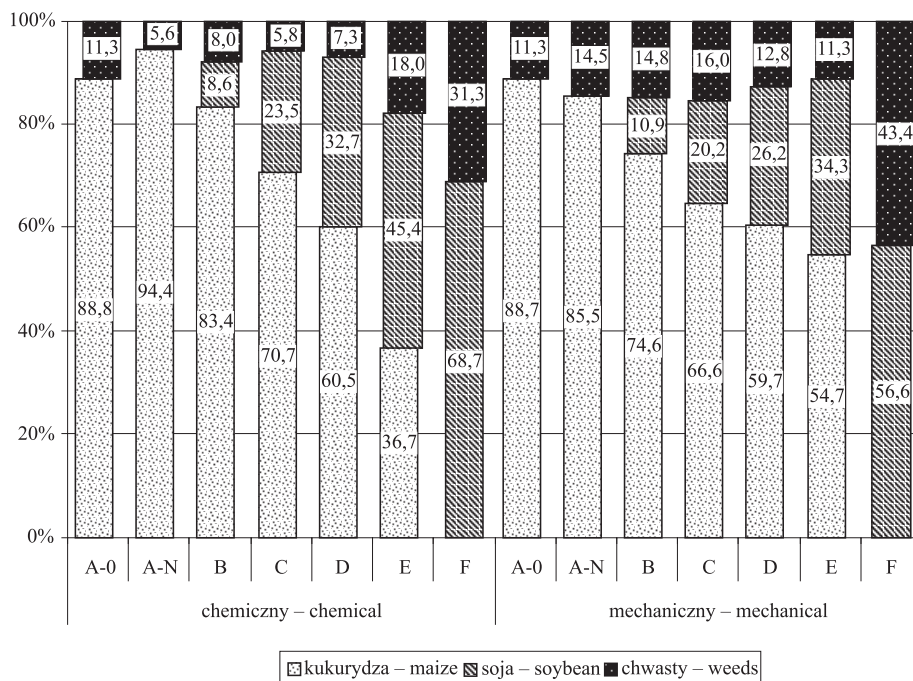
Tabela 1
Table 1

Średnie miesięczne temperatury oraz sumy opadów w latach 2008–2010 na tle wielolecia
Average monthly temperature and sum of rainfall compare to multiyear average

Lata Years	Miesiąc – Months					V–IX
	V	VI	VII	VIII	IX	
Temperatura – Temperature (°C)						
2008	14,3	18,8	19,8	18,8	13,2	17,0
2009	14,2	15,8	19,5	19,3	15,4	16,8
2010	12,7	17,9	21,4	18,9	12,5	16,7
1976–2005	14,1	16,9	18,7	17,9	13,3	16,2
Opady – Rainfall (mm)						
2008	37,3	36,5	65,6	74,8	27,9	242,1
2009	67,6	141,7	134,2	53,5	12,0	409,0
2010	140,7	32,9	78,6	61,5	134,1	447,8
1976–2005	51,3	59,5	78,9	61,7	45,3	296,7

W 2008 r. w początkowym okresie wegetacji zanotowano o 50,4 mm niższe opady niż w okresie wielolecia. W całym okresie wegetacji suma opadów w wieloleciu była wyższa o 54,6 mm niż w roku 2008. W 2009 r. zanotowano obfite opady deszczu w VI i VII, w kolejnych miesiącach suma opadów była niższa od sumy z wielolecia. W okresie od V do IX suma opadów była wyższa o 102,3 mm niż w okresie wielolecia. W 2010 r. niedobór opadów zanotowano w czerwcu (o 16,6 mm mniej niż w okresie wielolecia). Wyższe opady w V i IX przyczyniły się do tego, że w okresie prowadzenia badań suma opadów była wyższa aż o 151,1 mm.

Udział kukurydzy w łącznym plonie zależał od sposobu siewu i metody pielęgnacji (rys. 1). Zastosowanie herbicydu spowodowało, że udział kukurydzy w uprawie współrzędnej wynosił od 36,7 (E) do 83,4% (B), podczas gdy po wykonaniu mechanicznej pielęgnacji odpowiednio od 54,7 (E) do 74,6% (B). Soja w plonie łącznym stanowiła od 8,6 (B) do 45,4% (E), gdy chwasty niszczone chemicznie i od 10,9 (B) do 34,3% (E), gdy niszczone je mechanicznie.



	kukurydza – maize	soja – soybean	chwasty – weeds
A-0	– kukurydza 100%,	soja 0% bez N	maize 100% soybean 0% without N
A-N	– kukurydza 100%,	soja 0% z N	maize 100% soybean 0% with N
B	– kukurydza 80%,	soja 20%	maize 80% soybean 20%
C	– kukurydza 60%,	soja 40%	maize 60% soybean 40%
D	– kukurydza 40%,	soja 60%	maize 40% soybean 60%
E	– kukurydza 20%,	soja 80%	maize 20% soybean 80%
F	– kukurydza 0%,	soja 100%	maize 0% soybean 100%

Rys. 1. Udział komponentów w plonie łącznym – średnia z lat 2008 – 2010

Fig. 1. Yield structure, percentage of component – average from years 2008 – 2010

W siewie czystym kukurydzy wyższy udział tego gatunku stwierdzono przy zastosowaniu chemicznych metod zwalczania chwastów, podobną zależność stwierdzono w siewie czystym soi.

Udział chwastów zależał od sposobu pielęgnacji i udziału komponentów. Po wykonaniu chemicznego zwalczania chwastów wynosił od 5,6 (A-N) do 31,3% (F). W pielęgnacji mechanicznej odpowiednio od 11,3 (A-0 i E) do 43,4% (F).

Nie stwierdzono współdziałania metody pielęgnacji ze sposobem siewu w plonie świeżej masy kukurydzy, soi i plonie łącznym (tab. 2). Nieistotny był również wpływ sposobu zwalczania chwastów na zebrany plon kukurydzy, soi i plon łączny. Istotnie wysokość plonu była zależna od sposobu siewu. Zmniejszenie udziału kukurydzy wpłynęło na znaczny spadek plonu. Odpowiednio wzrost ilości wysiewu soi przyczynił się do

wzrostu plonu, który jednak nie rekompensował spadku plonu kukurydzy. Najwyższy plon łączny świeżej masy (39,9 t z ha) zebrano, gdy kukurydżę wysiewano w siewie czystym z nawożeniem azotem. Istotnie niższy – 24,9 i 22,5 t – świeżej masy z ha zebrano gdy kukurydżę wysiewano z soją w proporcji 20:80% (E) i soją w czystym siewie (F).

Tabela 2
Table 2

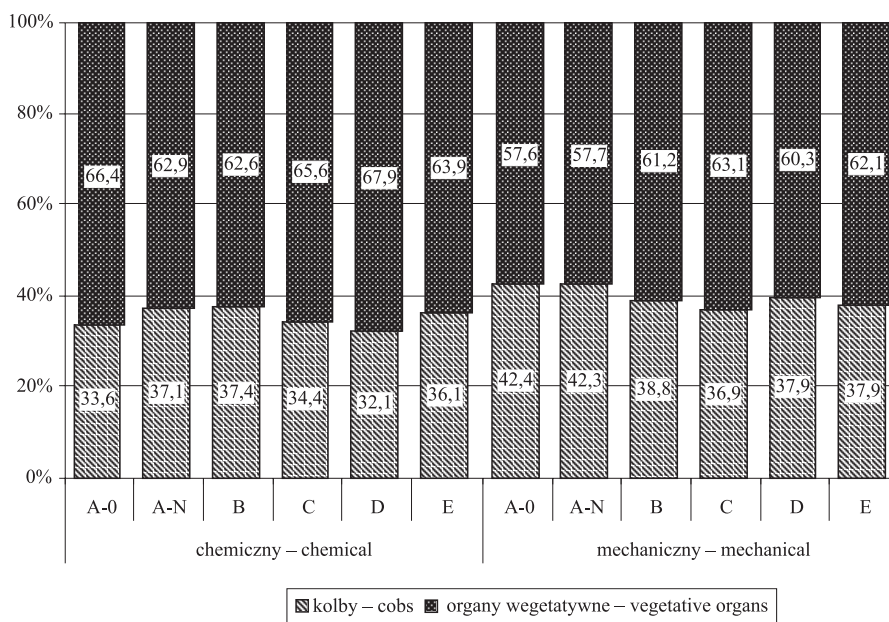
Plon świeżej masy – średnie dla czynników z lat 2008–2010 (t · ha⁻¹)
Fresh matter field – average for treatment from years 2008–2010

Sposób pielęgnacji Weed treatment	Sposób siewu Sowing method	Kukurydza Maize	Soja Soybean	Łącznie Total
Chemiczny – Chemical	–	27,3	11,5	31,4
Mechaniczny – Mechanical	–	25,2	12,7	30,7
NIR ($\alpha=0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.
–	A-0	31,6	–	30,8
–	A-N	39,2	–	39,2
–	B	29,3	6,3	35,6
–	C	25,8	8,0	33,9
–	D	20,4	9,9	30,3
–	E	11,2	13,7	24,9
–	F	–	22,5	22,5
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		5,2	2,8	4,6

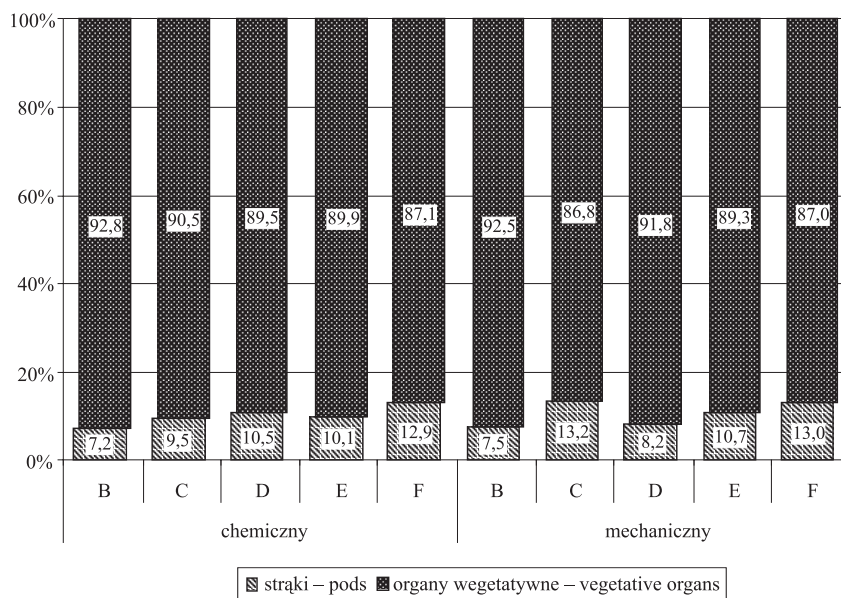
Udział kolb w zebranych plonie był modyfikowany przez metodę zwalczania chwastów, jak i proporcje wysiewu komponentów (rys. 2). Po wykonaniu pielęgnacji chemicznej udział kolb wynosił od 32,1 (D) do 37,4% (B). Gdy zastosowano mechaniczną metodę zwalczania chwastów, udział kolb wynosił od 36,9 (C) do 42,4% (A-0). Udział strąków w plonie świeżej masy soi był 3–4-krotnie niższy niż udział kolb. Zwiększenie udziału tego gatunku w uprawie współrzędnej spowodowało wzrost udziału strąków w masie plonu (rys. 3). Tendencja ta była wyraźnie widoczna, gdy chwasty zwalczano preparatem Afalon dyspersyjny 450 S.C. – wzrost z 7,2 (B) do 12,9% (F).

Sposób zwalczania chwastów wpływał w małym stopniu na zawartość suchej masy podczas zbioru (rys. 4). Pasza zebrana po zastosowaniu mechanicznej metody zwalczania chwastów miała wyższą zawartość suchej masy średnio o 1,3 punktu procentowego (p.p.), poza tym charakteryzowała się ona mniejszym zróżnicowaniem w zawartości suchej masy.

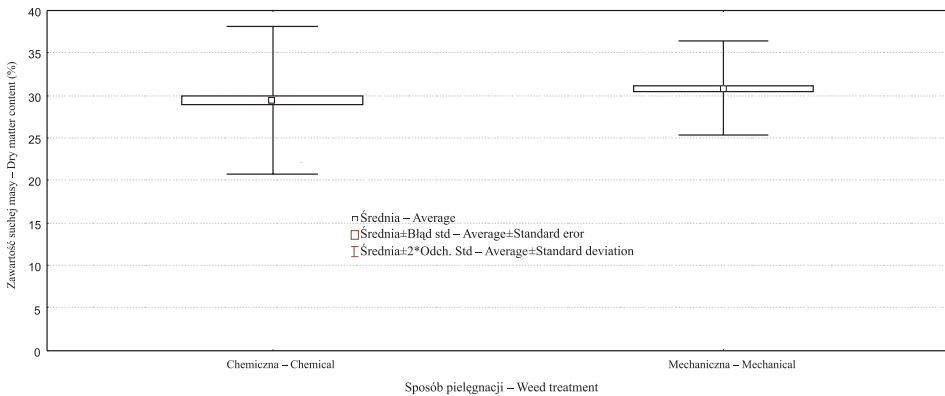
Średnia zawartość suchej masy w okresie badań w odniesieniu do kukurydzy w siewie czystym oraz przy małym udziale soi była na poziomie zawartości optymalnej (rys. 5). Wzrost udziału soi obniżał ten parametr z 32 (kukurydza soja – 80+20%) do 28,9% (kukurydza+soja – 20+80%). Soja w czystym siewie miała najmniejszą zawartość suchej masy – średnio 25,9%.



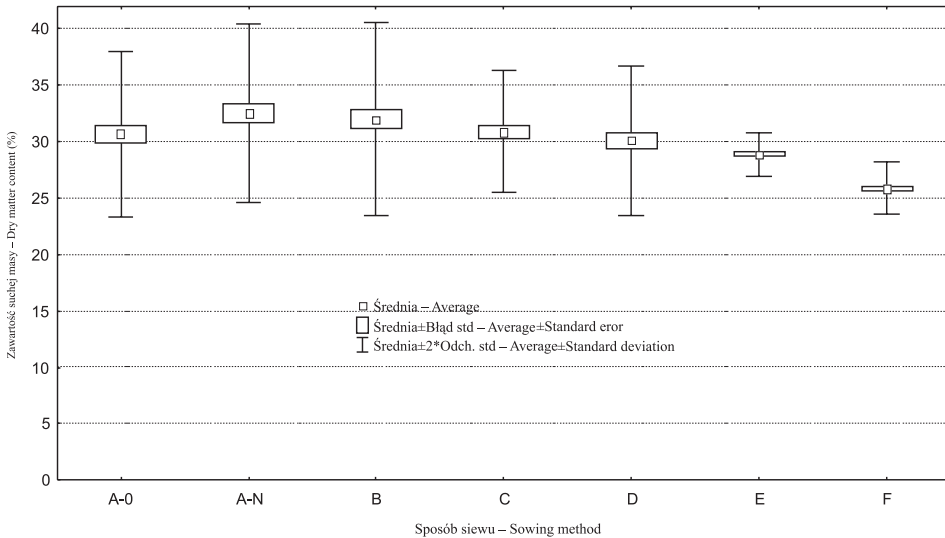
Rys. 2. Analiza botaniczna kukurydzy – średnie z lat 2008–2010
 Fig. 2. Maize yield structure – average from years 2008–2010



Rys. 3. Analiza botaniczna soi – średnie z lat 2008–2010
 Fig. 3. Soybean yield structure – average from years 2008–2010



Rys. 4. Zawartość suchej masy w zależności od metod pielęgnacji. Średnie z lat 2008–2010
 Fig. 4. Dry matter content depending of weed treatment. Average from years 2008–2010



Rys. 5. Zawartość suchej masy w zależności od sposobu siewu – średnie z lat 2008–2010
 Fig. 5. Dry matter content depending of sowing method – average from years 2008–2010

Nie wykazano interakcji metod pielęgnacji ze sposobem siewu w plonie suchej masy (tab. 3). Metoda zwalczania chwastów nie miała istotnego wpływu na plon suchej masy. Udział komponentów w uprawie współrzędnej różnicował w dużym stopniu wysokość plonu. Z kukurydzy w czystym siewie nawożonej dawką $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ uzyskano najwyższy plon suchej masy – średnio w okresie trzech lat badań $12,7 \text{ t}$ z ha. Zmniejszenie udziału kukurydzy w uprawie współrzędnej przyczyniło się do znacznego spadku plonu

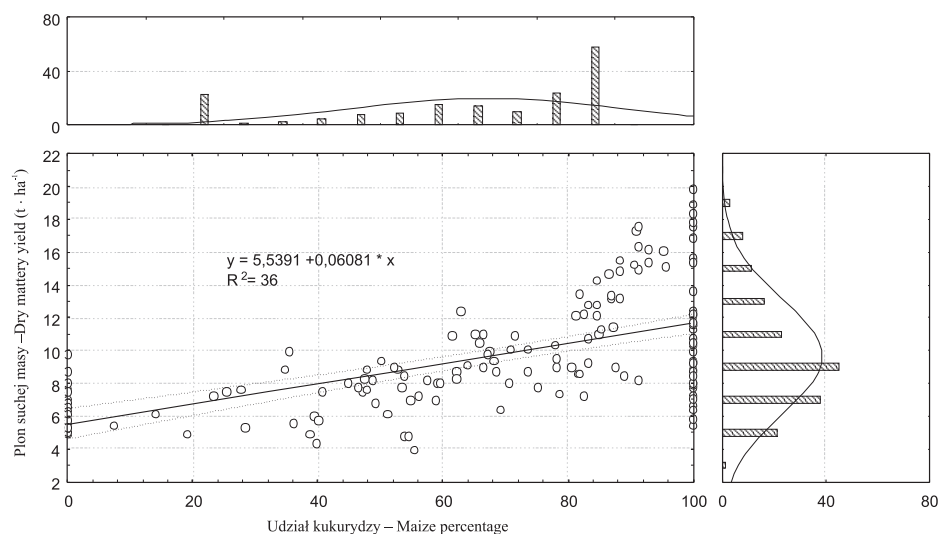
do 7,2 t z ha (kukurydza+soja – 20+80%). Najniższy plon (średnio 5,9 t s.m. z ha) zebrano, gdy wysiewano soję w siewie czystym. Analiza korelacji i równanie regresji wykazały pozytywny wpływ udziału kukurydzy na plon łączny suchej masy (rys. 6). Wzrost udziału soi powodował spadek plonu suchej masy (rys. 7).

Tabela 3

Table 3

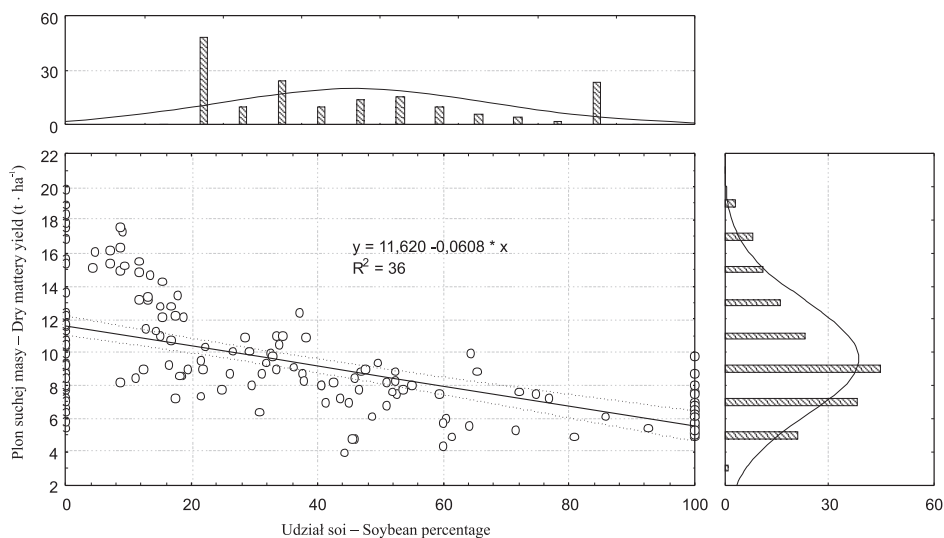
Plon łączny suchej masy (t · ha) – średnie z lat 2008–2010
Total yield of dry matter (t · ha⁻¹) – average from years 2008–2010

Sposób siewu Sowing method	Sposób pielęgnacji – Weed treatment		Średnio Average
	chemiczny – chemical	mechaniczny mechanical	
A-0	9,1	9,6	9,3
A-N	12,4	13,1	12,7
B	11,6	11,5	11,5
C	11,2	9,9	10,6
D	8,9	9,3	9,1
E	7,1	7,3	7,2
F	5,1	6,6	5,9
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)	r.n.		1,6
Średnio – Average	9,4	9,6	–
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)	r.n.		–



Rys. 6. Wpływ udziału kukurydzy na plon łączny suchej masy

Fig. 6. The effect of maize percentage on total dry matter yield



Rys. 7. Wpływ udziału soi na plon łączny suchej masy

Fig. 7. The effect of soybean percentage on total dry matter yield

DYSKUSJA

Cechy morfologiczne roślin i wysokość plonu kukurydzy zależne są od obsady roślin. Podwyższone zagęszczenie kukurydzy ogranicza dostępność światła, wody i składników pokarmowych, zmienia się pokrój roślin oraz udział organów generatywnych w zebranym plonie (Kowalik 2001). Sulewska (2002) wykazała, że zwiększanie ilości wysiewu kukurydzy powyżej 10 szt·m⁻² powodowało zmniejszenie udziału kolb. Zmniejszenie ilości wysiewu kukurydzy wpłynęło nieznacznie na udział kolb w plonie łącznym, zwłaszcza gdy chwasty zwalczane były metodami chemicznymi – odnotowano spadek z 43,4% (kukurydza 100%) do 37,9% (kukurydza+soja – 20%+80%). Ilość wysiewu rośliny strączkowej wpływa na cechy morfologiczne (Bogucka, Wróbel 2008). Zmniejszenie udziału strąków w podwyższonej obsadzie kukurydzy jest wynikiem zacieniania przez kukurydżę. W badaniach własnych stwierdzono rosnący udział organów generatywnych przy wyższej ilości wysiewu soi – gdy chwasty zwalczano chemicznie, udział strąków zwiększył się z 7,2 (B) do 12,9% (E).

Kukurydza cechuje się największą produktywnością spośród roślin jednorocznych uprawianych na gruntach ornych (Dubas, Michalski 2002, Goliński 2008). Średni plon świeżej masy kukurydzy w Polsce w 2008 r. wyniósł 41,2 t·ha⁻¹ (Wyniki... 2009). Potencjalne możliwości plonowania tej rośliny są wysokie. Podkówka i wsp. (1998) w roku o korzystnych warunkach meteorologicznych uzyskali plon zielonki na poziomie 73,8 t·ha⁻¹. W badaniach własnych plon świeżej masy kukurydzy w siewie czystym

z nawożeniem azotowym wynosił średnio 39,2 t z ha. Według Eskandarięgo i Ghanbariego (2009) plon uzyskany z uprawy współrzędnej kukurydzy z roślinami strączkowymi przewyższał poziom plonowania kukurydzy w siewie czystym. W efekcie siewu współrzędnego kukurydzy z *Vigna sinensis* plon suchej masy był wyższy niż z komponentów uprawianych w siewie czystym. Dawo i wsp. (2007) stwierdzili, że zastąpienie w połowie kukurydzy fasolą zwyczajną nie doprowadziło do znacznego obniżenia plonu. Lithourgidis i wsp. (2008) wykazali natomiast, że z uprawy współrzędnej kukurydzy i fasolą uzyskano niższy o 31,3–33,5% plon w porównaniu do kukurydzy z siewu jednorodnego. W przeprowadzonych badaniach plon świeżej masy pochodzący z uprawy współrzędnej kukurydzy z soją był niższy o 3,6–14,3 t świeżej masy z ha niż w wypadku kukurydzy w siewie czystym.

WNIOSKI

1. Udział komponentów w plonie łącznym był wprost proporcjonalny do ilości wysiewu. Udział soi w plonie łącznym był niższy od planowanej proporcji wysiewu pomimo zwiększonej 5-krotnie liczby roślin soi w stosunku do zmniejszającej się liczby roślin kukurydzy.

2. Kukurydza charakteryzowała się lepszą strukturą plonu – udział organów generatywnych był 3–6-krotnie wyższy niż u soi pastewnej.

3. Spadek plonu suchej masy kukurydzy w uprawie współrzędnej będący wynikiem zmniejszenia obsady kukurydzy wynosił od 25 do 71%. Odwrotnie proporcjonalne do spadku obsady kukurydzy zwiększenie ilości wysiewu soi spowodowało przyrost plonu suchej masy odpowiednio od 16 do 35% w stosunku do plonu z kukurydzy uprawianej w czystym siewie z nawożeniem azotem w dawce 120 kg·ha⁻¹.

4. Spośród ocenionych sposobów uprawy współrzędnej zmniejszenie ilości wysiewu kukurydzy o 20% i wprowadzenie soi zapewniło najlepsze efekty produkcyjne, porównywalne statystycznie do uzyskanego plonu z siewu czystego kukurydzy.

PIŚMIENNICTWO

- Adesogan A.T., Salawu M.B., Dewhurst R.J., 2001. The effect of replacing grass silage with pea/wheat bi-crops in dairy cow diets on feed intake, concentrate utilization and milk production. *Proc. Br. Soc. Anim. Sci.*, 3.
- Alexander M.W., Genter C.F., 1962. Production of corn and soybean in alternate pairs of rows. *Agronomy Journal*, 54, 233–234.
- Allen L.H.J.R., Obura R.K., 1983. Yield of corn, and soybean under different intercropping systems. *Agronomy Journal*, 75, 1005–1009.
- Andrighetto I., Mosca G., Cozzi G., Berzaghi P., 1992. Maize-soybean intercropping – effect of different variety and sowing density of the legume on forage yield and silage quality. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 168, 354–360.

- Anil L., Park J., Phipps R.H., 2000. The potential of forage – maize intercrops in ruminant nutrition. *Animal Feed Sci. Technol.*, 86 (3–4), 157–164.
- Beste C.E., 1978. Co-cropping sweet corn and soybeans. *Horticultural Science*, 11, 236–238.
- Bodarski R., Krzywiecki S., 2001. Nowoczesne technologie konserwowania pasz z użytków zielonych oraz ich wykorzystanie w żywieniu bydła. *Łąkarstwo w Polsce*, 4, 25–36.
- Bogucka B., Wróbel E., 2008 Reakcja bobiku (*Vicia faba L. minor* Harz.) na sposób uprawy roli oraz gęstość siewu. *Acta Sci. Pol., Agric.*, 7 (2), 11–19.
- Carruthers K., Fe Q., Cloutier D., Smith D.L., 1998. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: weed control by intercrops combined with interrow cultivation. *European Journal of Agronomy*, 8, 225–238.
- Cordero A., McCollum R.E., 1979. Yield potential of interplanted annual food crops in southeastern U.S. *Agronomy Journal*, 71, 834–842.
- Dawo M.J., Wilkinson J.M., Sanders F.E.T., Pilbeam D.J., 2007 The yield and quality of fresh and ensiled plant material from intercropped maize (*Zea mays*) and beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Sci. Food Agricult.* 87, 1391–1399.
- Eskandari H., Ghanbari A., 2009 Intercropping of maize (*Zea mays*) and cowpea (*Vigna sinensis*) as whole-crop forage: effect of different planting pattern on total dry matter production and maize forage quality. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.*, 37 (2), 152–155.
- FAOSTAT, 2007, www.faostat.fao.org.
- Goliński P., 2008. Aktualne trendy w technologiach produkcji roślinnych surowców paszowych. *Pam. Puł.*, 147, 67–82.
- Herbert S.J., Putnam D.H., Vargas A., 1985. Forage production from maize soybean intercrops. *Proceedings of the XV International Grassland Congress*, 24–31 August 1985, Kyoto–Japan, 1266–1268.
- Hopkins A., 2003. Potential impacts of climate change for grassland: farming industry perceptions, adaptations and mitigation options. *Grass. Sci. in Eur.*, 8, 483–486.
- Kowalik I., 2001 Wpływ obsady roślin oraz terminu zbioru na plonowanie kukurydzy kiszonkowej. *Rocz. AR Pozn., Rol.*, 61, 77–87.
- Kowalski Z.M., Kamiński J., 1999. Niektóre aspekty żywienia krów wysokowydajnych. *Materiały XXVIII Sesji Żywienia Zwierząt*, Krynica, 13–31.
- Lithourgidis A.S., Dordas C.A., Lazaridou T.B., Papadopoulos I.I., 2008 Silage yield and protein content of common bean intercropped with corn in two row-replacements. *I. J. Agron.* 3 (3, supplement), 217–218.
- Maasdorp B.V., Titterton M., 1997. Nutritional improvement of maize silage for dairying: mixed-crop silages from sole and intercropped legumes and a long-season variety of maize, 1, Biomass yield and nutritive value. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 68, 241–261.
- Martin R.C., Voldeng H.D., Smith D.L., 1990. Intercropping corn and soybean for silage in a coll-temperate region: yield, protein and economic effects. *Field Crop Research*, 23, 295–310.
- Mason W.K., Pritchard K.E., 1987. Intercropping in a temperate environment for irrigated fodder production. *Field Crop Research*, 16, 243–250.
- Murphy W.M., Welch J.G., Palmer R.H., Gilman B.E., Albers C.W., Dugdale D.T., 1984. Digestibilities of silages made from corn interplanted with soybean or faba bean. *Journal of Dairy Science*, 67, 1532–1534.
- O'Mara F.P., Fitzgerald J.J., Murphy J.J., Rath M., 1998. The effect on milk production of replacing grass silage with maize silage in the diet of dairy cows. *Livestock Prod. Sci.*, 55, 79–87.
- Pinter L., Burucs Z., Szieberth D., 1993. The possibility of forage maize-soybean and maize-sunflower intercropping as a tool for improving protein-content and feeding value of silage in Central Europe Carpathian basin. *Nevenytermeles*, 42, 37–47.

- Podkówka W., 1998. Kierunki w produkcji kiszonek i siana w Europie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 462, 25–39.
- Podkówka Z., Podkówka L., Cermak B., 1998. Plonowanie i skład chemiczny zielonki z kukurydzy. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol., 462, 85–91.
- Putnam D.H., Herbert S.J., Vargas A., 1986. Intercropping corn-soybean density studies. II. Yield composition and protein. *Experimental Agriculture*, 22, 373–381.
- Salawu M.B., Adesogan A.T., Weston C.N., Williams S.P., 2001. Dry matter yield and nutritive value of pea/wheat bi-crops differing in maturity at harvest, pea to wheat ratio and pea variety. *Animal Feed Science and Technology*, 94, 77–87.
- Strzetelski P., Jurkiewicz A., Strzetelski J., 2001. Kiszonka z kukurydzy w żywieniu bydła. *Biul. Inf. IŻ XXXIX*, 1, 49–61.
- Sulewska H., 2002. Wartość pastewna zielonki i kiszonki z całych roślin kukurydzy w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. *Pam. Puł.* 130, 701–707.
- Toniolo L., Sattin M., Mosca G., 1987. Soybean-maize intercropping for forage. *Eurosoya*, 5, 73–78.

THE EFFECT OF WEED CONTROL TREATMENT AND SOWING METHOD ON YIELD OF MAIZE AND SOYBEAN INTERCROPPING

Summary

In the years 2008–2010 at Pawłowice Research Station belonging to Wrocław University of Environmental and Life Sciences carried out field experiment with maize and soybean intercropping. Maize variety Kosmo 230 and Tara variety of soybean were tested. Estimated the effect of weed control treatment (mechanical vs chemical) and sowing method (seed rate proportion) on dry matter yield and yield structure. Percentage of intercropped component as well as crop structure depends on weed control methods and sowing methods. Dry matter content in sole maize was near optimal for forage for silage ~32%. Increasing soybean percentage in forage decreased dry matter content up to 25,9% (soybean sole sowing).

Dry matter yield significantly depends on sowing method. Maize in sole sowing with nitrogen fertilization $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ gives highest dry matter yield – $12,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ on average. Decreasing maize sowing proportion significantly conducted to yield decreasing up to $7,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (maize+soybean – 20+80%). Lowest yield ($5,9 \text{ t D.M. per ha}$) achieved in sole soybean cultivation. Correlation analysis show effect of maize and soybean percentage on forage yield.

KEY WORDS: maize, soybean, intercropping, weed control method, yield structure, yield

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Jerzy Szukała, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Urszula Sienkiewicz-Cholewa, Karolina Nowak-Winiarska

**ZAWARTOŚĆ MIEDZI, CYNKU I MANGANU
ORAZ WĘGLA ORGANICZNEGO W GLEBIE
PO WIELOLETNIM STOSOWANIU
RÓŻNYCH SYSTEMÓW UPRAWY ROLI**

**THE CONTENTS OF COPPER, ZINC AND MANGANESE
AND ORGANIC CARBON IN THE SOIL AFTER MANY YEARS
USE OF DIFFERENT CULTIVATION SYSTEMS**

*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

Institute of Soil Science and Plant Cultivation, State Research Institute in Pulawy

Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli we Wrocławiu

Department of Weed Science and Tillage Systems in Wrocław

Od 1995 r. w Stacji Doświadczalnej IUNG w Jelczu-Laskowicach, na glebie lekkiej, prowadzone jest statyczne doświadczenie lanowe, gdzie na polach stosowane są różne systemy uprawy roli: 1 – system tradycyjny (orka pługiem odkładnicowym, uprawki przedsiewne, siew siewnikiem redlicowym), 2 – system uproszczony (uprawa kultywatozem, uprawki przedsiewne, siew siewnikiem redlicowym), 3– system zerowy (siew bezpośredni w glebę nieuprawianą siewnikiem z krojami talerzowymi). W sierpniu 2007 r. na każdej z upraw pobrano z głębokości: 0–5, 5–10, 10–20, 20–30 cm i oznaczono w nich zawartość przyswajalnych form Cu, Mn, Zn, zawartość C org. oraz pH. Wyniki opracowano statystycznie. Stwierdzono istotne różnice w zawartości Cu i Mn. Większą zawartość Cu i Mn determinowała uprawa tradycyjna. Uproszczenie upraw zwiększyło zawartość tych mikroelementów w wierzchniej warstwie gleby.

SŁOWA KLUCZOWE: systemy uprawy roli, miedź, mangan, cynk, zawartość węgla organicznego

Do cytowania – For citation: Sienkiewicz-Cholewa U., Nowak-Winiarska K., 2010. Zawartość miedzi, cynku i manganu oraz węgla organicznego w glebie po wieloletnim stosowaniu różnych systemów uprawy roli. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCVII, 578, 35–42.

WSTĘP

Wprowadzane w ostatnich latach w rolnictwie uproszczenia w uprawie roli zmierzają do zmniejszenia kosztów uprawy oraz ograniczenia nakładów pracy (Biskupski i wsp. 2000, Włodek i wsp. 1999). Polegają one na zmniejszeniu głębokości uprawy roli oraz ograniczeniu ilości zabiegów uprawowych. Najwyższym stopniem uproszczenia jest metoda zero-uprawowa, tzw. siew bezpośredni w niezaoraną rolę, często pokrytą resztkami poźniwnymi i ściernią, wykonywany za pomocą specjalnych siewników. Gleba w systemie uprawy zerowej charakteryzuje się zmienionymi właściwościami w stosunku do uprawianej tradycyjnie, zwłaszcza gęstością, wilgotnością i zwięzłością (Pabin i wsp. 2002, Lipiec i Stepniewski 1995), a także ilością i tempem rozkładu resztek poźniwnych. Zróżnicowanie techniki uprawy roli wpływa również na właściwości biologiczne gleby (Runowska-Hryńczuk i Hryńczuk 2000). Przy stosowaniu metody zero-uprawowej ograniczona jest możliwość dobrego wymieszania nawozu z glebą na odpowiednią głębokość, co może prowadzić do gromadzenia się składników pokarmowych w przy powierzchniowej warstwie gleby (Matowo i wsp. 1999). Stwierdzone zostały także różnice w zawartości i rozkładzie składników pokarmowych w poziomie próchnicznym gleb między uprawą tradycyjną a zerową (Franzluebbers i Hons 1996, Włodek i wsp. 2003).

Celem badań było porównanie wpływu wieloletniego stosowania różnych systemów uprawy na zawartość przyswajalnych dla roślin form miedzi, cynku i manganu, na tle wartości pH i zawartości węgla organicznego w glebie.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Od 1995 r. w Stacji Doświadczalnej IUNG w Jelczu-Laskowicach, na glebie lekkiej (pgm – piasek gliniasty mocny) prowadzone jest statyczne doświadczenie łanowe, gdzie na polach stosowane są różne systemy uprawy roli:

- T – system tradycyjny (orka pługiem odkładnicowym, uprawki przedsiewne, siew siewnikiem redlicowym),
- U – system uproszczony (uprawa kultywATOREM, uprawki przedsiewne, siew siewnikiem redlicowym),
- Z – system zerowy (siew bezpośredni w glebę nieuprawianą siewnikiem z krojami talerzowymi).

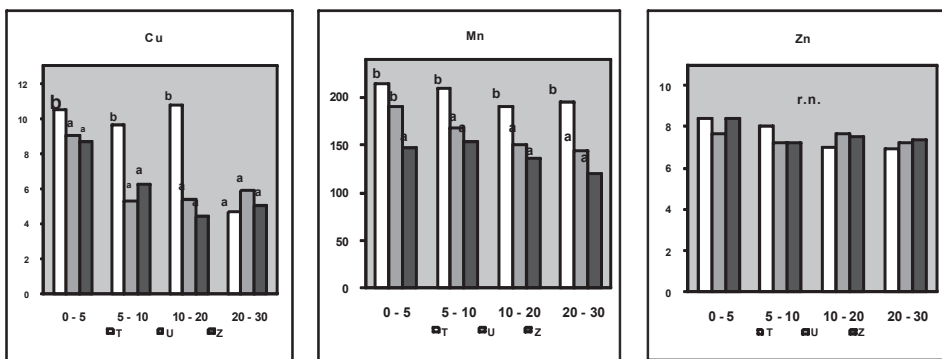
Na polach stosowano jednakowe nawożenie mineralne dostosowane do potrzeb pokarmowych uprawianych roślin.

W sierpniu 2007 r. na każdej z upraw pobrano za pomocą laski Egnera próby z wierzchniej warstwy gleby z głębokości: 0–5, 5–10, 10–20 oraz 20–30 cm i oznaczono w nich zawartość przyswajalnych form miedzi, cynku i manganu w 1 mol HCl · dm⁻³ metodą ASA, zawartość C organicznego metodą Tiurina oraz wartość pH w 1 M KCl metodą potencjometryczną. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej pod kątem oceny wpływu sposobu uprawy roli na kumulację węgla organicznego i wskazanych mikroelementów w wierzchnich warstwach profilu gleby.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Uprawa zerowa różni się od uproszczonej i tradycyjnej m.in. ilością resztek poźniwnych oraz sposobem ich pozostawienia na polu. Wymieszanie resztek z glebą zarówno przy uprawie tradycyjnej, jak i uproszczonej sprzyja szybszej ich mineralizacji, w porównaniu z uprawą zerową, gdzie resztki pozostają na powierzchni gleby. Tempo mineralizacji zależy m.in. od odczynu gleby i jej wilgotności. Ze wzrostem pH gleby rośnie nie tylko ilość, ale i siła wiązania metali przez materię organiczną (Gambuś 1998). Spośród badanych mikroelementów miedź w największym stopniu jest wiązana z glebowym kompleksem organicznym i jej dostępność dla roślin zależy od ilości materii organicznej w glebie.

Przeprowadzone w badaniach analizy wykazały istotnie wyższą zawartość miedzi przyswajalnej dla roślin w uprawie tradycyjnej w porównaniu z uprawą uproszczoną i zerową w warstwach na głębokości 0–20 cm (rys. 1). Wieloletnia uprawa tą metodą spowodowała również równomierne rozmieszczenie tego mikroelementu w warstwie ornej. W glebie uprawianej metodą uproszczoną i zerową nastąpiła kumulacja miedzi w warstwie powierzchniowej (0–10 cm). Podobne zależności stwierdzono w poziomie zawartości i rozkładzie manganu w badanych warstwach gleby na poszczególnych typach uprawy. Istotnie wyższe w stosunku do siewu bezpośredniego zawartości przyswajalnych form tego metalu stwierdzono w uprawie tradycyjnej. Różnice w koncentracji manganu w analizowanych warstwach były jednak mniejsze niż w przypadku miedzi. W glebach z pól uprawianych systemami uproszczonym i zerowym zawartości miedzi i manganu były zbliżone.



Rys. 1. Zawartość mikroelementów w glebie (mg·kg⁻¹) na uprawie tradycyjnej (T), uproszczonej (U) i zerowej (Z). Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Tukeya; r.n. – różnice nieistotne

Fig. 1. Concentration of micronutrients in soil (mg·kg⁻¹) under traditional (T), simplified (U) and no-tillage method (Z). The numbers marked with the same letter are not significantly different acc. to Tukey test; r.n. – not significant

W glebach uprawianych porównywanymi systemami uprawy nie stwierdzono istotnych różnic zawartości cynku przyswajalnego. Rozmieszczenie tego składnika w warstwach 0–30 cm było równomierne.

Autorzy nielicznych prac dotyczących zawartości mikroelementów w glebie uprawianej uproszczonymi metodami podają często sprzeczne wyniki. Lavado i wsp. (1999) stwierdzili niższą koncentrację miedzi i manganu w glebie uprawianej systemem zerowym niż uproszczonym i tradycyjnym, co potwierdzają badania własne. W uprawie zerowej autorzy uzyskali natomiast wyższą zawartość cynku. W doświadczeniach Stanisławskiej-Głubiak (2008) prowadzonych również na glebie lekkiej nagromadzenie miedzi było najwyższe w glebie uprawianej systemem bezpośrednim. Franzleubbers i Hons (1996) stwierdzili wyższą zawartość wszystkich trzech badanych mikroelementów w warstwie 0–30 cm gleby uprawianej metodą zerową w porównaniu z metodą tradycyjną, co tłumaczy występowaniem warunków redukcyjnych. Adsorpcja miedzi wzrasta w miarę zwiększania się wartości pH gleby. Stąd może wynikać największe zróżnicowanie zawartości tego mikroelementu w profilu glebowym.

Zawartość węgla organicznego, głównego składnika substancji organicznej w glebie, zależy m.in. od kategorii agronomicznej, ilości wprowadzonej masy organicznej, jak również od sposobu uprawy roli (Pranagal 2004).

W badanych glebach wystąpiły istotne różnice w zawartości węgla między poszczególnymi uprawami, jak i w obrębie warstw (tab. 1). Analiza chemiczna wykazała istotnie wyższą zawartość węgla organicznego w próbkach glebowych pobranych z warstwy 0–5 cm z pól uprawianych systemem uproszczonym i zerowym – siew bezpośredni. Po uprawie tradycyjnej (płużnej) w warstwach 0–5 cm zawartość węgla wynosiła średnio 0,89%. Pod wpływem stosowania wieloletnich uproszczeń zwiększała się również w tej warstwie zawartość próchnicy do 1,12% w systemie uproszczonym i 1,30% w systemie zero-uprawowym. Zaznaczył się pozytywny wpływ uprawy tradycyjnej na równomierność rozmieszczenia materii organicznej w analizowanych warstwach gleby. Różnica między ekstremalnymi zawartościami C org. w glebie uprawianej w systemie tradycyjnym wynosiła 0,28%, natomiast pozostałymi metodami upraw ponad 0,6%.

Sienkiewicz i wsp. w latach 80. (1986) wykazali, że przejściowe zaniechanie uprawy mechanicznej sprzyja akumulacji materii organicznej głównie w wierzchniej warstwie gleby.

Pranagal (2004) w doświadczeniu prowadzonym na glebie lekkiej wykazał istotny wpływ wieloletniego stosowania siewu bezpośredniego na zasobność w materię organiczną. Podobne zależności uzyskali Drzymała i Mackiewicz (2004). W wyniku kilkuletnich badań stwierdzono tendencję wzrostową zawartości substancji organicznej przy uprawie zerowej w porównaniu z uprawą płużną. W doświadczeniu mikropoletkowym Biskupskiego i wsp. (2009) wysokie zawartości węgla występowały do głębokości 10 cm, natomiast znikome w warstwie 30–40 cm podłoża.

Tabela 1
Table 1

Średnia zawartość C org. (%) oraz pH gleby uprawianej różnymi sposobami
Mean content C org. (%) and pH in arable layer of soil cultivated with difeferent techniques

Warstwa Layer (cm)	Uprawa Tillage	C org. (%)	pH _{KCl}
0–5	T	0,89 a	5,3 a
	U	1,12 b	5,3 a
	Z	1,30 c	5,7 b
NIR _(0,05) LSD _(0,05)		0,121	0,23
5–10	T	0,91 b	5,3 a
	U	0,78 a	5,4 a
	Z	1,01 b	5,6 b
NIR _(0,05) LSD _(0,05)		0,118	0,20
10–20	T	1,00 b	5,6 b
	U	0,74 a	5,2 a
	Z	0,80 a	5,4 ab
NIR _(0,05) LSD _(0,05)		0,130	0,20
20–30	T	0,72	5,6b
	U	0,67	5,2 a
	Z	0,67	5,1a
NIR _(0,05) LSD _(0,05)		r.n.	0,21

T – tradycyjna – traditional, U – uproszczona – simplified, Z – zerowa – zero, r.n. – różnice nieistotne – differences not significant, a, b, c – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie wg testu Tukeya – the numbers marked with the some letter are not significantly different acc. to Tukey test

WNIOSKI

1. Wieloletnia uprawa gleby systemem tradycyjnym wpłynęła istotnie na zwiększenie zawartości oraz równomierny rozkład miedzi i manganu w warstwie ornej.
2. Stosowanie uproszczeń w uprawie roli spowodowało zwiększenie koncentracji miedzi, manganu i węgla organicznego w powierzchniowej warstwie gleby.
3. Rozkład zawartości cynku w profilu glebowym nie zależał od systemu uprawy roli.

PIŚMIENNICTWO

- Biskupski A., Kaus A., Włodek S., Pabin J., 2000. Wpływ uproszczeń uprawy roli na plonowanie roślin, czasochłonność uprawy i zużycie paliwa. *Inż. Rol.*, 6, 17, 85–90.
- Biskupski A., Sienkiewicz-Cholewa U., Włodek S., Pabin J., 2009. Zróżnicowanie zawartości węgla i składników pokarmowych w doświadczeniu wieloletnim stosowaniem uproszczeń w uprawie roli. *Rocz. Glebozn.*, LX, 5–11.
- Drzymała S., Mackiewicz A., 2004. Wpływ uproszczeń w uprawie roli pod kukurydzę na wybrane właściwości fizyczne gleby. *Rocz. Glebozn.*, 55, 2, 95–101.
- Franzluebbers A.J., Hons F.M., 1996. Soil-profile distribution of primary and secondary plantavailable nutrients under conventional and no tillage. *Soil & Tillage Research*, 39, 229–239.
- Gambuś F., 1998. The influence of soil reaction on solubility of heavy metals in soil and their availability to plants. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 456, 71–81.
- Lavado R.S., Porcelli C.A., Alvarez R., 1999. Concentration and distribution of extractable elements in soil as affected by tillage systems and fertilization. *The Science of The Total Environment*, 232, 185–191.
- Lipiec J., Stępniewski W., 1995. Effects of soil compaction and tillage systems on uptake and losses of nutrients. *Soil & Tillage Research*, 35, 37–52.
- Matowo P.R., Pierzyński G.M., Withnet D., Lamond R.E., 1999. Soil chemical as influenced by tillage and nitrogen source, placement and rates after 10 years of continuous sorghum. *Soil & Tillage Research*, 50 (1), 15–19.
- Pabin J., Włodek S., Biskupski A., 2002. Oddziaływanie siewu bezpośredniego na wilgotność gleby. *Post. Nauk. Rol.*, 4, 41–49.
- Prangal J., 2004. Wpływ systemu uprawy na zawartość węgla organicznego w glebie. *Annales UMCS Sectio E*, 59, 1, 1–10.
- Runowska-Hryńczuk B., Hryńczuk B., 2000. Właściwości biologiczne gleby w zależności od techniki uprawy roli. *Inż. Rol.*, 6 (17) 133–140.
- Sienkiewicz J., Żurawski H., Jabłoński W., 1986. Wpływ różnych orok na dynamikę zawartości węgla organicznego w glebie. *Rocz. Glebozn.*, 37, 2/3, 315–322.
- Stanisławska-Głubiak E., 2008. Influence of soil tillage on concentration and distribution of copper, zinc and manganese in light soil. *Chem. Eng.*, 15 (4–5), 421–428.
- Włodek S., Hryńczuk B., Pabin J., Biskupski A., 2003. Zawartość składników pokarmowych w warstwach poziomu próchnicznego gleby uprawianej różnymi sposobami. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 493, 727–732.
- Włodek S., Pabin J., Biskupski A., Kaus A., 1999. Skutki uproszczeń uprawy roli w zmianowaniu. *Zesz. Nauk. A.R. Szczecin*, 195, 39–45.

THE CONTENTS OF COPPER, ZINC AND MANGANESE AND ORGANIC CARBON IN THE SOIL AFTER MANY YEARS USE OF DIFFERENT CULTIVATION SYSTEMS

S u m m a r y

In the fields of the Experimental Station at Jelcz-Laskowice, on light soil, a static cultivation experiment was carried out since 1995. There were compared three systems of soil cultivation: 1 – traditional (mouldboard ploughing, shoe drill sowing, 2 – simplified (cultivating, shoe drill

sowing, 3 – zero (direct sowing into uncultivated soil with a cutting discs drill. In August 2007 soil samples were drawn from the layers: 0–5, 5–10, 10–20 and 20–30 cm for determination of available Cu, Mn, Zn, C org. and pH. The results were compared using t-Student test. The tillage methods were found to have produced differences in Cu and Mn concentration. The conventional method resulted in higher Cu and Mn concentration. Simplifications in cultivation increased concentration of this microelements in upper soil layer.

KEY WORDS: different cultivation systems, copper, manganese, zinc, organic carbon content

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Jan Łabętowicz, SGGW w Warszawie

Klara Tomaszewska, Katarzyna Kołodziejczyk

**ZRÓŻNICOWANIE FLORYSTYCZNE
I WALORY PRZYRODNICZE NIEUŻYTKOWANYCH
ŁĄK POBAGIENNYCH OKOLIC SZCZECINA**
**FLORAL DIVERSITY AND NATURAL VALUE
OF ABANDONED MARSH MEADOWS
WITHIN SZCZECIN REGION**

Katedra Botaniki i Ekologii Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Botany and Plant Ecology, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

Badaniom poddano pięć łąk pobagiennych wyłączonych z użytkowania rolniczego. Należały do nich: Czarnocin III, Łęgi Lubczyńskie, Kikorze i Widzieńsko leżące w powiecie gołeniewskim oraz Wyspa Pucka znajdująca się w obrębie Szczecina. Na łąkach rozpoznano ogółem 69 gatunków roślin zielnych będących przedstawicielami 12 klas fitosocjologicznych. Poszczególne obszary różniły się między sobą nie tylko liczbą gatunków (od 8 na Wyspie Puckiej do 27 w Widzieńsku), ale także ich kombinacją. Tylko *Urtica dioica* występowała aż na 4 obiektach, natomiast 62,3% wszystkich gatunków występowało tylko jeden raz i zostało odnalezione na różnych powierzchniach. Na badanych obiektach dominują przedstawiciele klasy *Molinio-Arrhenatheretea* (53,6%), a gatunki z klas *Phragmitetea* oraz *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* stanowią zaledwie 11,6%. Do określenia walorów przyrodniczych analizowanych powierzchni zastosowano dwie metody: opracowaną przez Oświta (2000) oraz zaproponowaną przez Podlaską (2009). Obie metody pozwoliły na wydzielenie Wyspy Puckiej jako obszaru o małej wartości przyrodniczej. Przy klasyfikacji pozostałych łąk bardziej precyzyjna okazała się metoda Podlaskiej, dzięki której wyróżniono Widzieńsko jako teren najbardziej wartościowy spośród wszystkich badanych.

SŁOWA KLUCZOWE: łąki pobagiennie, okolice Szczecina, zróżnicowanie florystyczne, walory przyrodnicze

Do cytowania – For citation: Tomaszewska K., Kołodziejczyk K., 2010. Zróżnicowanie florystyczne i walory przyrodnicze nieużytkowanych łąk pobagiennych okolic Szczecina. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCVII, 578, 43–58.

WSTĘP

Odwadnianie torfowisk niskich, niezbędne przy przekształcaniu ich w trwałe użytki zielone, spowodowało zastąpienie procesu torfotwórczego procesem murszenia. Taka zmiana wpływa na skład gatunkowy roślin porastających łąki bagienne. Konsekwencje etapu decesji omawiali m.in. Okruszko (1956, 1991), Kucharski (1997), Soczewka (1998), Wołejko (2002), Piórkowski i Rycharski (2003), Tomaszewska (2003). Obecnie wiadomo, iż zaprzestanie użytkowania rolniczego łąk pobagiennych pogłębia i przyspiesza degradację zarówno gleby bagiennej, jak i porastającej ją roślinności (Brandyk i wsp. 2007, Kozłowska 2005, Podlaska 2009, Podlaska, Tomaszewska 2009). Każde torfowisko miało własną drogę powstawania. Każde z nich ma także własną drogę przekształceń oraz degradacji, co znajduje odzwierciedlenie w różnorodności gatunkowej nietorfotwórczych zbiorowisk roślinnych.

W celu określenia wielkości przemian florystycznych przebadano fragmenty pięciu nieużytkowanych łąk pobagiennych z okolic Szczecina. Były to obszary znajdujące się w obrębie kompleksów: Czarnocin III, Kikorze, Widzieńsko i Łęgi Lubczyńskie w powiecie goleniowskim oraz leżąca w granicach miasta Szczecina – Wyspa Pucka. Sprawdzono także, jakie walory przyrodnicze prezentują wybrane powierzchnie. Ocenę przeprowadzono dwiema metodami, by ocenić, która z nich lepiej opisuje aktualne walory badanych obiektów.

OBIEKTY BADAŃ

Opracowania Jasnowskiego z lat 1962 oraz 1975 wykazują istnienie torfowisk niskich na wszystkich obszarach wybranych przez autorów do badań. Jednak już w roku 1993 Jasnowski omawiał przejawy synantropizacji w kompleksie torfowisk w dolinie dolnej Odry, potwierdzając tym samym istnienie procesów degeneracyjnych roślinności bagiennej spowodowanych zarówno zmianami hydrologicznymi, jak i antropopresją.

Największe powierzchniowo Łąki Skoszewskie (niewielki ich fragment stanowi obszar znajdujący się za wsią Czarnocin – w opracowaniu określony jako Czarnocin III) oraz Łęgi Lubczyńskie rozciągają się przy południowo-wschodniej części Zalewu Szczecińskiego (rys. 1). Widoczna na różnych mapach topograficznych i turystycznych sieć rowów odwadniających wskazuje, że tereny te osuszano, co było konieczne przy wykorzystaniu ich w roli łąk i pastwisk. Na początku lat 90. ubiegłego wieku upadły PGR-y gospodarujące na tych obszarach i od tego momentu terenów bagiennych nie koszone i na nich nie wypasano. W pierwszych latach XXI w. część Łąk Skoszewskich (razem z powierzchnią Czarnocin III) znalazła się w obrębie Parku Natury Zalewu Szczecińskiego, a cały teren włączony został do Sieci Natura 2000 (Olszewska-Torbé 2009). Podobnie od kilkunastu lat nie kosi się terenów Wyspy Puckiej, które jeszcze do końca ubiegłego wieku wykorzystywano jako łąki.



Rys. 1. Lokalizacja obiektów badawczych: 1 – Czarnocin III, 2 – Łęgi Lubczyńskie, 3 – Kikorze, 4 – Widzieńsko, 5 – Wyspa Pucka

Fig. 1. Location of research objects: 1 – Czarnocin III, 2 – Łęgi Lubczyńskie, 3 – Kikorze, 4 – Widzieńsko, 5 – Wyspa Pucka

Nieco inaczej sytuacja wygląda w przypadku Kikorza i Widzieńska. Obszar określony jako Kikorze leży w dolinie rzeki Stepnicy tuż przed wsią Kikorze. Opisywany fragment ma powierzchnię ok. 5 ha i raz na kilka lat bywa koszony. Z kolei Widzieńsko to łąka śródleśna na torfie (o pow. ok. 10 ha) znajdująca się przy drodze do Widzieńska, przed Babigoszczą. Nie jest koszona, może stanowić miejsce żerowania zwierzyny płowej.

METODY BADAŃ

Prace terenowe prowadzono w lipcu 2009 r. Badaniami nie objęto całych wymienionych obszarów, tylko ich fragmenty wybrane w taki sposób, by były to miejsca zdecydowanie z roślinnością nietorfotwórczą. Sporządzone spisy florystyczne stanowiły charakterystykę terenu znajdującego się w pobliżu pobieranych profili torfowych. Tym

samym nie zostały uwzględnione wszystkie możliwe kierunki przemian zachodzących na porzuconych łąkach pobagiennych. Z całą pewnością miało to wpływ na zubożenie list florystycznych. Nazewnictwo rozpoznanych gatunków roślin przyjęto za Mirkiem i wsp. (2002), a przynależność do klas fitosocjologicznych podano zgodnie z opracowaniem Matuszkiewicza (2001). W celu określenia walorów przyrodniczych posłużono się dwiema metodami: opracowaną przez Oświta (2000) oraz zaproponowaną przez Podlaską (2009). W obu każdemu gatunkowi przypisana jest odpowiednia wartość liczbowa, następnie oblicza się średnią liczbę waloryzacyjną i zgodnie z jej wielkością zalicza się fitocenozy lub obiekty do odpowiednich klas waloryzacyjnych. Oświt w swoim opracowaniu dzieli gatunki roślin na trzy grupy: bagienne występujące często (liczba waloryzacyjna 4), mokradel zmienno-wilgotnych, często występujące (liczby waloryzacyjne 3) oraz obce siedliskom hydrogenicznym (liczba waloryzacyjna 2 i 1). Metoda Podlaskiej przypisuje gatunkom szerszy zakres wartości liczbowych, tj. od 2 do 9. Różnica pomiędzy metodami polega głównie na tym, że proponowana przez Oświta ukierunkowana jest bardziej na tzw. żywe torfowiska o raczej małym stopniu zdegradowania, natomiast Podlaska brała pod uwagę łąki pobagienna o różnym stopniu zdegradowania spowodowanym zaprzestaniem użytkowania rolniczego. Założenia metodyczne spowodowały, iż w obu metodach te same gatunki mają przypisaną inną wartość liczbową. W związku z tym inne są przedziały liczbowe dla poszczególnych klas waloryzacyjnych (Podlaska 2009). Uzyskane wyniki pozwolą także zweryfikować przydatność obu metod do określania walorów przyrodniczych zdegradowanych łąk.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Charakterystyka florystyczna

Na analizowanych łąkach pobagiennych rozpoznano ogółem 69 gatunków roślin naczyniowych, przy czym ich liczba na poszczególnych obiektach była różna. Najuboższa florystycznie okazała się Wyspa Pucka. Na analizowanej powierzchni (tab. 1, rys. 2) odnotowano zaledwie 8 gatunków, wśród których był tylko jeden przedstawiciel klasy *Phragmitetea*, czyli turzycza brzegowa (*Carex riparia*). Bardzo intensywna mineralizacja torfu stworzyła wspaniałe warunki do rozwoju pokrzywy zwyczajnej i w efekcie wytworzyły się rozległe łąny zbiorowiska *Urtica dioica* (pokrzywowisko). Prawie trzy razy więcej gatunków odnotowano na powierzchni Czarnocin III. Dominowały: poziownik szorstki (*Galeopsis tetrahit*), kostrzewa trzcinowata (*Festuca arundinacea*), żywokost lekarski (*Symphytum officinale*) oraz kielisznik zaroślowy (*Calystegia sepium*). Interesującym akcentem, na który warto zwrócić uwagę, były nieliczne osobniki dzięgla leśnego (*Angelica sylvestris*). Gatunki odnotowane na powierzchni badawczej należą do 7 klas fitosocjologicznych. Najliczniejszą grupę (9 gatunków) stanowili przedstawiciele klasy *Molinio-Arrhenatheretea*, natomiast do klasy *Phragmitetea* należały tylko 3 gatunki: trzcina pospolita (*Phragmites australis*), mozga trzcinowata (*Phalaris arundinaceae*) oraz szczaw lancetowaty (*Rumex hydrolapathum*).

Tabela 1

Table 1

Występowanie gatunków roślin i ich przynależność do klas fitosocjologicznych
na badanych łąkach pobagiennych
The presence of plant species and their membership to phytosociological classes
in the investigated marsh meadows

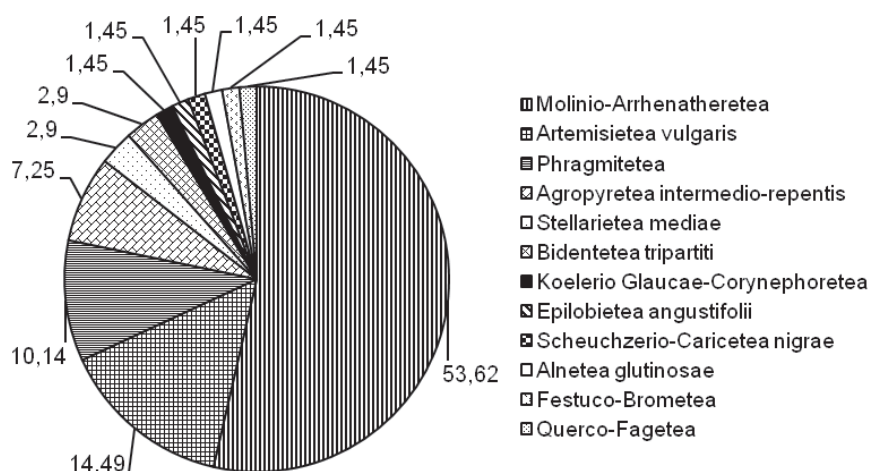
Gatunek Species	Łęgi Lubczyńskie	Wyspa Pucka	Kikorze	Widzińsko	Czanocin III	Klasa Class
1	2	3	4	5	6	7
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	+	+	.	Mol-Arrh
<i>Allium angulosum</i>	.	+	.	.	.	Mol-Arrh
<i>Alopecurus pratensis</i>	.	+	.	+	.	Mol-Arrh
<i>Angelica sylvestris</i>	.	.	+	.	+	Mol-Arrh
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	+	.	.	Koel
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	+	.	.	.	Mol-Arrh
<i>Atrémisia vulgaris</i>	+	Artem
<i>Bromus inermis</i>	+	Agr
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	+	.	.	.	Epilob
<i>Calystegia sepium</i>	+	+	.	.	+	Artem
<i>Carex gracilis</i>	.	.	+	+	.	Phr
<i>Carex riparia</i>	+	Phr
<i>Cerastium arvense</i>	.	.	+	.	.	Mol-Arrh
<i>Cerastium holosteoides</i>	.	.	.	+	.	Agr
<i>Cirsium arvense</i>	+	.	.	+	+	Artem.
<i>Cirsium palustre</i>	.	.	+	+	.	Mol-Arrh
<i>Crepis paludosa</i>	.	.	+	.	.	Mol-Arrh
<i>Dactylis glomerata</i>	+	Mol-Arrh
<i>Deschampsia caespitosa</i>	.	+	+	.	.	Mol-Arrh
<i>Epilobium parviflorum</i>	.	.	+	+	+	Artem
<i>Equisetum palustre</i>	.	.	.	+	.	Mol-Arrh
<i>Festuca arundinacea</i>	+	Agr
<i>Festuca rubra</i>	.	.	+	.	.	Mol-Arrh
<i>Filipendula ulmaria</i>	.	.	.	+	.	Mol-Arrh
<i>Galeopsis pubescens</i>	.	.	.	+	.	Artem
<i>Galeopsis tetrahit</i>	+	.	.	.	+	Stell
<i>Galium aparine</i>	.	+	.	+	.	Artem
<i>Galium palustre</i>	.	.	+	+	.	Phr
<i>Geranium palustre</i>	.	.	+	.	.	Mol-Arrh
<i>Geum rivale</i>	.	.	+	.	.	Mol-Arrh
<i>Geum urbanum</i>	.	.	.	+	.	Artem
<i>Glechoma hederacea</i>	+	Artem
<i>Holcus lanatus</i>	.	.	.	+	+	Mol-Arrh
<i>Juncus articulatus</i>	.	.	.	+	.	Scheu
<i>Juncus conglomeratus</i>	+	.	+	+	.	Mol-Arrh
<i>Juncus effusus</i>	+	.	.	+	+	Mol-Arrh

Tabela 1 cd.
Table 1 cont.

1	2	3	4	5	6	7
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	+	.	.	Mol-Arrh
<i>Lotus uliginosus</i>	.	.	.	+	.	Mol-Arrh
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	.	.	.	+	.	Mol-Arrh
<i>Lycopus europaeus</i>	+	.	.	.	.	Aln
<i>Matricaria maritima ssp. inodora</i>	+	.	.	.	.	Stell
<i>Mentha arvensis</i>	.	.	+	+	.	Mol-Arrh
<i>Myosoton aquaticum</i>	.	.	.	.	+	Artem
<i>Peucedanum palustre</i>	+	.	.	.	.	Phr
<i>Phalaris anundinacea</i>	+	.	.	.	+	Phr
<i>Phleum pratense</i>	+	.	.	.	.	Mol-Arrh
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	+	+	Phr
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	+	.	.	Mol-Arrh
<i>Plantago media</i>	.	.	.	.	+	Fe-Bro
<i>Poa pratensis</i>	+	.	.	+	.	Mol-Arrh
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	+	+	Mol-Arrh
<i>Polygonum bistorta</i>	.	.	+	.	.	Mol-Arrh
<i>Polygonum hydropiper</i>	.	.	.	+	.	Bid trip
<i>Quercus robur c</i>	.	.	+	.	.	Quer-Fag
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	+	.	.	Mol-Arrh
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	+	+	+	Agr
<i>Rumex acetosa</i>	.	.	+	.	.	Mol-Arrh
<i>Rumex crispus</i>	+	.	.	.	.	Agr
<i>Rumex hydrolapathum</i>	+	.	.	.	+	Phr
<i>Sanguisorba officinalis</i>	.	.	+	.	.	Mol-Arrh
<i>Scirpus sylvaticus</i>	.	.	+	+	.	Mol-Arrh
<i>Sonchus asper</i>	.	.	.	.	+	Bid trip
<i>Stachys palustris</i>	.	.	.	.	+	Mol-Arrh
<i>Symphytum officinlis</i>	+	.	.	.	+	Mol-Arrh
<i>Trifolium hybridum</i>	.	.	.	.	+	Mol-Arrh
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	+	.	.	Mol-Arrh
<i>Trifolium repens</i>	.	.	+	.	+	Mol-Arrh
<i>Urtica dioica</i>	+	+	.	+	+	Artem
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	.	+	Mol-Arrh
Liczba gatunków Number of species	19	8	26	27	23	

Objaśnienia skrótów: Mol-Arrh – Molinio-Arrhenatheretea, Artem – Artemisietea vulgaris, Phr – Phragmitetea, Agr – Agropyretea intermedio-repentis, Stell – Stellarietea mediae, Bid trip – Bidentetea tripartiti, Koel – Koelerio glaucae-Coryneporetea, Epilob – Epilobietea angustifolii, Scheuch – Scheuchzerio-Caricetea nigrae, Aln – Alnetea glutinosae, Fe-Bro – Festuco-Brometea, Quer-Fag – Querco-Fageteta

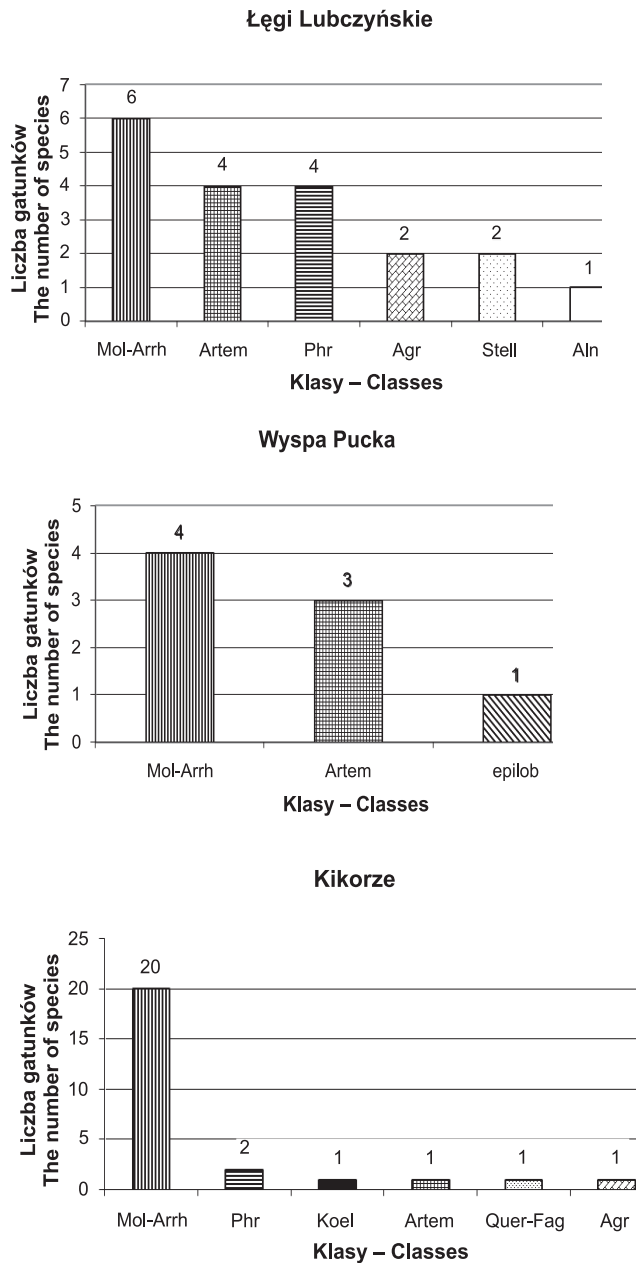
Explanation of abbreviations: Mol-Arrh – Molinio-Arrhenatheretea, Artem – Artemisietea vulgaris, Phr – Phragmitetea, Agr – Agropyretea intermedio-repentis, Stell – Stellarietea mediae, Bid trip – Bidentetea tripartite, Koel – Koelerio glaucae-Coryneporetea, Epilob – Epilobietea angustifolii, Scheuch – Scheuchzerio-Caricetea nigrae, Aln – Alnetea glutinosae, Fe-Bro – Festuco-Brometea, Quer-Fag – Querco-Fageteta



Rys. 2. Procentowy udział klas fitosocjologicznych na wszystkich badanych powierzchniach
 Fig. 2. The percentage share of phytosociological classes on all investigated areas

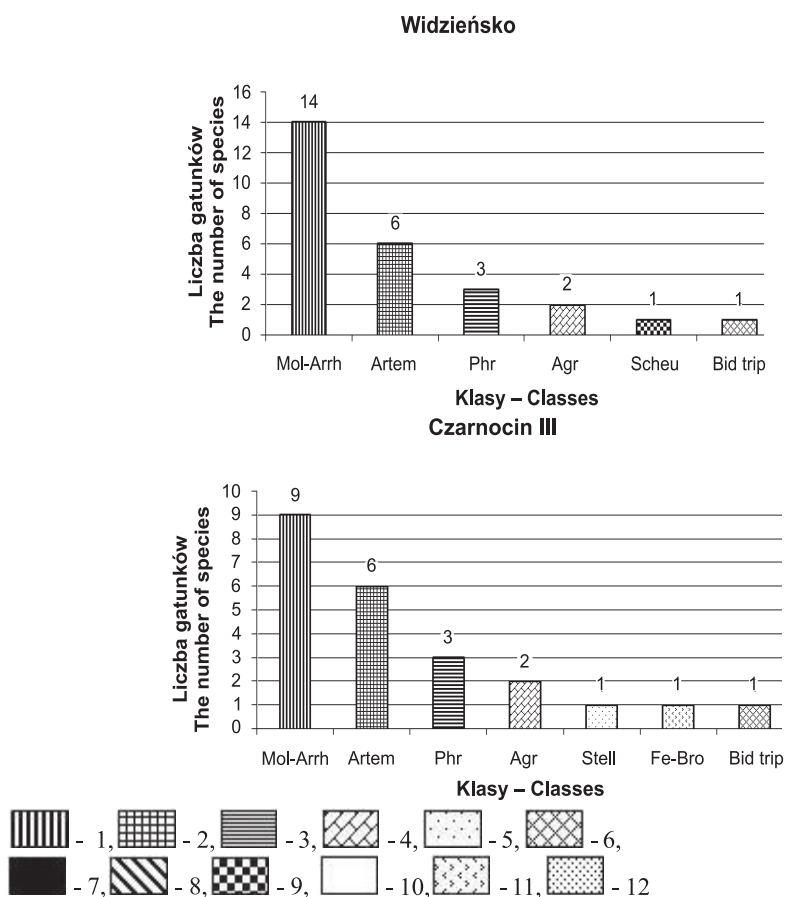
Analizowany fragment Łęgów Lubczyńskich (tab. 1, rys. 3) również nie był bogaty florystycznie (19 gatunków). Dominował ostrożeń polny (*Cirsium arvense*), przy czym wiele osobników miało blisko 2 metry wysokości. Rozpoznane gatunki należą do 6 klas fitosocjologicznych, ale przedstawiciele klasy *Phragmitetea*: gorysz błotny (*Peucedanum palustre*), mozga trzcinowata (*Phalaris arundinaceae*), trzcina pospolita (*Phragmites australis*) oraz szczaw lancetowaty (*Rumex hydrolapathum*) nie występowały zbyt licznie. Zdecydowaną przewagę miały gatunki klasy *Molinio-Arrhenatheretea*.

Najbogatsze florystycznie okazały się Kikorze i Widzieńsko, czyli obszary o najmniej zdegenerowanej roślinności. Rozpoznano odpowiednio 26 i 27 gatunków (tab. 1). Gatunki z Widzieńska należały do 6 klas (rys. 4), w tym odnotowano 3 przedstawiciele klasy *Phragmitetea* i zaledwie jednego przedstawiciela klasy *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*. Zdecydowaną przewagę mają gatunki klasy *Molinio-Arrhenatheretea*, m.in. wyczyniec łąkowy (*Alopecurus pratensis*), wiązówka błotna (*Filipendula ulmaria*) czy mięta polna (*Mentha arvensis*). Zestaw gatunków wskazuje na bardziej korzystne warunki hydrologiczne. Najciekawszą florystycznie łąką pobagienną okazało się Kikorze (tab. 1, rys. 3). Aż 20 z 26 gatunków należało do klasy *Molinio-Arrhenatheretea* i były to m.in. śmiełek darniowy (*Deschmipsia caespitosa*), wierzbownica drobnokwiatowa (*Epilobium parviflorum*), sit skupiony (*Juncus conglomeratus*), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis*) czy sitowie leśne (*Scirpus sylvaticus*). W tym wypadku zestaw gatunków także wskazywał na korzystne warunki hydrologiczne, co może mieć wpływ na stabilność florystyczną łąki.



Rys. 3. Liczba gatunków i klas fitosocjologicznych w Łęgach Lubczyńskich, na Wyspie Puckiej oraz w Kikorze. (Objaśnienia skrótów przy rys. 4)

Fig. 3. The number of species and phytosociological classes in Łęgi Lubczyńskie, Wyspa Pucka and Kikorze object. (Explanation of abbreviations with fig 4)



Rys. 4. Liczba gatunków i klas fitosocjologicznych w Widzieńsku i Czarnocinie III. Objasnienia skrótów: 1 – Mol-Arrh –Molinio-Arrhenatheretea, 2 – Artem – Artemisietea vulgaris, 3 – Phr – Phragmitetea, 4 – Agr – Agropyretea intermedio-repentis, 5 – Stell – Stellarietea mediae, 6 – Bid trip – Bidentetea tripartite, 7 – Koel – Koelerio glaucae-Corynephoretea, 8 – Epilob –Epilobietea angustifolii, 9 – Scheu – Scheuchzerio-Caricetea nigrae, 10 – Aln – Alnetea glutinosae, 11 – Fe-Bro – Festuco-Brometea, 12 – Quer – Fag – Querco-Fagetea

Fig. 4. The number of species and phytosociological classes in Widzieńsko and Czarnocin III objects. Explanation of abbreviation: 1 – Mol-Arrh –Molinio-Arrhenatheretea, 2 – Artem – Artemisietea vulgaris, 3 – Phr – Phragmitetea, 4 – Agr – Agropyretea intermedio-repentis, 5 – Stell – Stellarietea mediae, 6 – Bid trip – Bidentetea tripartite, 7 – Koel – Koelerio glaucae-Corynephoretea, 8 – Epilob –Epilobietea angustifolii, 9 – Scheu – Scheuchzerio-Caricetea nigrae, 10 – Aln – Alnetea glutinosae, 11 – Fe-Bro – Festuco-Brometea, 12 – Quer-Fag – Querco-Fagetea

Porównanie florystyczne badanych powierzchni

Interesująca jest kombinacja florystyczna występująca na badanych łąkach pobagiennych. Nie było ani jednego gatunku, który występowałby na wszystkich analizowanych powierzchniach. Tylko jeden gatunek: pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*) został odnotowany na czterech obiektach: Czarnocinie, Widzieńsku, Łęgach Lubczyńskich oraz na Wyspie Puckiej. Obecność tej nitrofilnej rośliny potwierdza zwiększanie zawartości azotu powstałego wskutek murszenia torfu. Wspólne dla trzech łąk są zaledwie 4 gatunki i należą do nich: sit skupiony (*Juncus conglomeratus*), ostrożeń polny (*Cirsium palustre*), kielisznik zaroślowy (*Calystegia sepium*) oraz wierzbownica drobnokwiatowa (*Epilobium parviflorum*). Dla dwóch łąk wspólnych było 11 gatunków, w tym m.in. wyczyńnic łąkowy (*Alopecurus pratensis*), wiechlina łąkowa (*Poa pretensis*), koniczyna biała (*Trifolium repens*), jaskier rozłogowy (*Ranunculus repens*) czy turzyca zaostrowana *Carex gracilis*. Aż 43 gatunki – co stanowi 62,3% ogółu – wystąpiły tylko jeden raz, ale odnajdywano je na różnych powierzchniach badawczych. Tylko na Wyspie Puckiej odnotowano obecność rajgrasu wyniosłego (*Arrhenatherum elatius*) i czosnku kątego (*Allium angulosum*). Łęgi Lubczyńskie charakteryzowały się 11 gatunkami niewystępującymi na innych powierzchniach i były to m.in. turzyca brzegowa (*Carex riparia*), tymotka łąkowa (*Alopecurus pratensis*), żywokost lekarski (*Symphytum officinale*) oraz karbieniec pospolity (*Lycopus europaeus*). Na pozostałych powierzchniach odnotowano także dużą liczbę gatunków typowych tylko dla konkretnej łąki pobagiennej – w wypadku Widzieńska było to 11 gatunków, Czarnocina III – 12, a Kikorza – aż 15, czyli 57,7%. Tak duże zróżnicowanie wskazuje na bogactwo florystyczne łąk pobagiennych i jednocześnie potwierdza indywidualny charakter poszczególnych obiektów. Podobną różnorodność florystyczną odnotowano na Dolnym Śląsku (Podlaska 2009, Podlaska, Tomaszewska 2009).

Gatunki odnalezione na badanych łąkach pobagiennych należą aż do 12 klas fitosocjologicznych (tab. 1, rys. 2). Zmiany stosunków wodnych spowodowały niemal całkowite wyeliminowanie tzw. gatunków wodno-błotnych. Na badanych powierzchniach stwierdzono zaledwie 7 gatunków należących do klasy *Phragmitetea* R.Tx. et Prsg. 1942 i są to: trzcina pospolita (*Phragmites australis*), turzyca zaostrowana (*Carex gracilis*), turzyca brzegowa (*Carex riparia*), przytulia błotna (*Galium palustre*), mozga trzcinowata (*Phalaris arundinacea*), gorysz błotny (*Peucedanum palustre*), szczaw lancetowaty (*Rumex hydrolapathum*). Wśród 69 rozpoznanych gatunków jest zaledwie 1 przedstawiciel klasy *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* (Nordh. 1937) R.Tx. 1937 – sit członowany (*Juncus articulatus*). Aż 53,6% stanowią reprezentanci klasy *Molinio-Arrhenatheretea* R.Tx. 1937, tzn. gatunki półnaturalnych i antropogenicznych darniowych zbiorowisk łąkowych i pastwiskowych – m.in. na zmineralizowanych i podsuszonych murszach wytworzonych z torfu niskiego (Matuszkiewicz 2001) (tab. 1). Zbiorowiska tej klasy powstały jako skutek regulacji stosunków wodnych i zagospodarowania połączonego z wysiewem mieszanek traw wartościowych paszowo (Grzyb 1988). Na niektórych badanych powierzchniach występują już nieliczne osobniki takich traw. Na Wyspie Puckiej jest to rajgras wyniosły (*Arrhenatherum elatius*). Wyczyńnica łąkowa (*Alopecurus pratensis*) odnaleziono na Wyspie Puckiej i w Widzieńsku, wiechlina łąkowa (*Poa pretensis*) rośnie jeszcze w Łęgach Lubczyńskich i w Widzieńsku, natomiast kupkówka pospolita

(*Dactylis glomerata*) i tymotka łąkowa (*Phleum pratense*) występują tylko w Łęgach Lubczyńskich. Wypadanie gatunków wartościowych paszowo wymagających jednocześnie większego uwilgotnienia i wkraczanie gatunków siedlisk bardziej suchych odnotowała także Kozłowska (2005) w zbiorowiskach łąkowych dolin rzecznych Polski Centralnej (m.in. Grabi, Pils, Dąbrówki).

Na analizowanych łąkach pojawiają się również gatunki należące m.in. do klas: *Artemisietea vulgaris* Lohm., Prsg. et R. Tx. 1950 – nitrofilnych zbiorowisk okazałych bylin na siedliskach ruderalnych i nad brzegami zbiorników wodnych oraz *Bidentetea tripartiti* R. Tx., Lohm. et Prsg. 1950 – umiarkowanie nitrofilnych, przeważnie naturalnych zbiorowisk terofitów letnich na wysychających latem brzegach śródlądowych zbiorników wodnych (Matuszkiewicz 2001). Zwiększenie udziału azotolubnych gatunków wskazuje pośrednio na postępującą degradację (murszenie) torfu powodującą wzrost zawartości azotu w glebie. Każda z omawianych łąk pobagiennych charakteryzuje się innym zestawem gatunków z poszczególnych klas fitosocjologicznych (rys. 3, 4), co potwierdza ich duże zróźnicowanie florystyczne i podkreśla unikalny charakter analizowanych łąk.

Walory przyrodnicze

Proces decesji i związana z nim degradacja gleby bagiennej zmieniają siedliska torfowiskowe w murszowiska. W związku z zajmowaniem przez nieużytkowane łąki pobagiennie znacznych obszarów w niektórych częściach kraju (Jędryka 2003, Podlaska 2009) warto sprawdzić, jaką mogą mieć one wartość przyrodniczą.

Analizowane łąki różnią się florystycznie. Biorąc pod uwagę podział zaproponowany przez Oświta, który wyróżnia gatunki bagienne występujące często, gatunki mokradel zmienno-wilgotnych często występujące oraz gatunki obce siedliskom hydrogenicznym, można stwierdzić, iż w przypadku poszczególnych obiektów udział wspomnianych grup gatunków jest różny. Ostatecznie, średnie liczby waloryzacyjne dla czterech obszarów mieściły się w przedziale 2,35–2,48, co odpowiadało IV klasie waloryzacyjnej. W ten sposób zostały one uznane jako tereny o umiarkowanych walorach przyrodniczych (tab. 2). Jedynie w przypadku Wyspy Puckiej średnia liczba waloryzacyjna wyniosła 1,63, co pozwoliło na przyporządkowanie jej do klasy II, czyli obszarów o średnio małych walorach przyrodniczych. Metoda Oświta pozwoliła więc na wyróżnienie terenu bardzo zdegradowanego, będącego obecnie zbiorowiskiem pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica*).

Metoda Podlaskiej przypisuje gatunkom szerszy zakres wartości liczbowych, w związku z czym – obliczone średnie liczby waloryzacyjne klasyfikują badane łąki w trzech różnych klasach (tab. 2). Małe walory przyrodnicze (III klasa waloryzacyjna) prezentuje Wyspa Pucka. Najciekawszą powierzchnią, czyli o średnio umiarkowanych walorach przyrodniczych (V klasa waloryzacyjna), są Widzieńsko, Łęgi Lubczyńskie oraz Czarnocin III. Zostały one uznane za obszary o umiarkowanych walorach przyrodniczych (IV klasa waloryzacyjna). Takie zaszeregowanie lepiej charakteryzuje badane powierzchnie: został wyodrębniony obszar najmniej wartościowy przyrodniczo, jak również wskazano, która z analizowanych łąk przedstawia największą wartość, co może okazać się istotne m.in. przy podejmowaniu działań renaturyzacyjnych.

Tabela 2
Table 2

Walory przyrodnicze badanych łąk pobagiennych wg metod Oświta (2000) i Podlaskiej (2009)
The natural value of investigated marsh meadows according to methods by Oświt (2000)
and Podlaska (2009)

Łąka pobagienna Marsh meadow	Liczba gatunków Number of species	Suma liczb waloryzacyjnych Total evaluation number		Średnia liczba waloryzacyjna Mean evaluation number		Klasa waloryzacyjna Evaluation class	
		Oświt (2000)	Podlaska (2009)	Oświt (2000)	Podlaska (2009)	Oświt (2000)	Podlaska (2009)
Łęgi Lubczyńskie	19	47	95	2,47	5,0	IV	IV
Wyspa Pucka	8	13	29,5	1,63	3,59	II	III
Kikorze	26	63	118,5	2,42	4,56	IV	IV
Widzieńsko	27	67	155,0	2,48	5,74	IV	V
Czarnocin III	23	54	119,5	2,35	5,19	IV	IV

Klasy waloryzacyjne – Natural value classes:

wg Oświta – by Oświt: klasa II – średnio małe walory przyrodnicze (class II – average small natural value)

klasa IV – umiarkowane walory przyrodnicze (class IV – moderate natural value)

wg Podlaskiej – by Podlaska: klasa III – małe walory przyrodnicze (class III – small natural value)

klasa IV – umiarkowane walory przyrodnicze (class IV – moderate natural value)

klasa V – średnio umiarkowane walory przyrodnicze (class V – average moderate value)

Trzeba zaznaczyć, iż na badanych łąkach pobagiennych występowały pojedyncze gatunki, które nie miały przyporządkowanej liczby waloryzacyjnej w żadnej z obu metod. Z jednej strony – można uznać to za pewien mankament metod, z drugiej jednak – wskazuje na zmienny i niepowtarzalny charakter roślinności degenerujących łąk pobagiennych. Niemniej, porównanie metody Oświta (2000) i Podlaskiej (2009) wykazało, że w przypadku zdegradowanych łąk pobagiennych bardziej precyzyjna jest metoda zaproponowana przez Podlaską.

PODSUMOWANIE

1. Na przeanalizowanych zdegradowanych fragmentach pięciu łąk pobagiennych okolic Szczecina odnotowano 69 gatunków roślin naczyniowych. Poszczególne obiekty różniły się między sobą nie tylko liczbą, ale i kombinacją gatunków.

2. Na indywidualny charakter poszczególnych łąk pobagiennych wskazuje duży udział (do ok. 50%) gatunków występujących tylko na pojedynczych obiektach.

3. Rozpoznane na łąkach gatunki są reprezentantami aż 12 klas fitosocjologicznych. Dominują przedstawiciele klasy *Molinio-Arrhenatheretea*, natomiast gatunki z klas *Phragmitetea* oraz *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* stanowią zaledwie 11,6%. Pojawiają się także gatunki azotolubne z klas *Artemisietea vulgaris* oraz *Bidentetea tripartiti*, co pośrednio wskazuje na postępujący proces murszenia torfu powodujący wzrost zawartości azotu w glebie.

4. Przeprowadzona ocena walorów przyrodniczych potwierdziła, iż najmniejszą wartość przyrodniczą wykazuje łąka na Wyspie Puckiej.

5. Zastosowanie metody Oświta pozwoliło na zaklasyfikowanie pozostałych obiektów badawczych do grupy o małych albo umiarkowanych walorach przyrodniczych (IV klasa waloryzacyjna). Metoda Podlaskiej umożliwiła dodatkowo wydzielenie Widzieńska jako łąki o średnio umiarkowanych walorach przyrodniczych, czyli jednocześnie najciekawszej z całej badanej grupy.

6. Porównanie metody Oświta (2000) i Podlaskiej (2009) wykazało, że w przypadku oceny zdegradowanych łąk pobagiennych bardziej precyzyjna jest metoda Podlaskiej.

PIŚMIENNICTWO

- Brandyk T., Gnatowski T., Oleszczuk R., Szatyłowicz J., Szejba D., 2007. Postęp w badaniach właściwości fizycznych gleb torfowo-murszowych, [w]: Biernacka E. (red.), Torfowiska i mokradła. Wyd. SGGW, Warszawa, 91–112.
- Grzyb S., 1988. Mieszanki na łąki i pastwiska trwałe. Mat. Instr. IMUZ.
- Jasnowski M., 1962. Budowa i roślinność Pomorza Szczecińskiego. Szczecińskie Towarzystwo Naukowe, Wydział Nauk Przyrodniczo-Rolniczych, tom X.
- Jasnowski M., Jasnowska J., Markowski S., Friedrich S., Wołejko T., 1975. Metodyka atlasu i syntezy torfowisk Polski opracowana na podstawie kartoteki selekcyjnej i map lokalizacyjnych województwa szczecińskiego. Tom II – Atlas torfowisk województwa szczecińskiego. Pracowania Torfowa Zakładu Botaniki, Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska, Akademia Rolnicza w Szczecinie, maszynopis.
- Jasnowski M., 1993. Torfowiska w rejonie Szczecina, [w:] Jasnowska J. (red.) Stan środowiska miasta i rejonu Szczecina. Szczecińskie towarzystwo Naukowe, Szczecin, 79–90.
- Jędryka E., 2003. Renaturyzacja dolin rzecznych na obszarach zmeliorowanych wyłączonych z produkcji rolniczej na przykładzie obiektów Rudni, Małynka, Tyniewicze. Wyd. IMUZ.
- Kozłowska T., 2005. Zmiany zbiorowisk łąkowych na tle różnicowania się warunków siedliskowych w charakterystycznych obszarach dolin rzecznych Polski Centralnej. Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie, Rozprawy naukowe i monografie nr 14. Wyd. IMUZ.
- Kucharski L., 1997. Roślinność łąk w województwie skierniewickim i jej zmiany w bieżącym stuleciu. Przegł. Przyr. VIII, 1/2, 63–72.
- Matuszkiewicz W., 2001. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M., 2002. Flowering plants and Pteridiophytes of Poland; a checklist. Wyd. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- Oświt J., 2000. Metoda przyrodniczej waloryzacji mokradeł i wyniki jej zastosowania na wybranych obiektach. Materiały Informacyjne IMUZ 35.

- Okruszko H., 1956. Zjawisko degradacji torfu na tle rozwoju torfowisk. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2, 69–111
- Okruszko H., 1991. Przeobrażanie się mokradła pod wpływem odwodnienia. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 372, 251–269.
- Olszewska-Torbé M., 2009. Co żyje nad Zalewem Szczecińskim? Przewodnik przyrodniczy. Wyd. Stowarzyszenie na Rzecz Wybrzeża, Szczecin.
- Piórkowski H., Rycharski M., 2003. Siedlisko glebotwórcze i gleby, [w:] Renaturyzacja dolin rzecznych na obszarach zmeliorowanych wyłączonych z produkcji rolniczej na przykładzie obiektów Rudni, Małynka, Tyniewiczze. Wyd. IMUZ, 28–41.
- Podlaska M., 2009. Zbiorowiska roślinne nieużytkowanych łąk pobagiennych na Dolnym Śląsku, ich przemiany oraz wartość gospodarcza i przyrodnicza. Praca doktorska, manuskrypt, Katedra Botaniki i Ekologii Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.
- Podlaska M., Tomaszewska K., 2009. Wartość użytkowa i przyrodnicza zbiorowisk roślinnych nieużytkowanych łąk pobagiennych „Parowa” koło Bolesławca. Ann. Sil. XXXVI, 79–90.
- Soczewka B., 1998. Kierunki przemian zbiorowisk roślinnych na siedliskach zabagnionych i podmokłych w dolinie rzeki Kostrzyń w woj. siedleckim. Przegl. Przym. IX, 1/2, 223–226.
- Tomaszewska K., 2003. Zmiany w składzie gatunkowym fitocenozy na porzuconych łąkach pobagiennych. Ann. Sil. XXXII, 103–116.
- Tomaszewska K., Podlaska M., 2007. Waloryzacja przyrodnicza zdegradowanej łąki pobagiennej. Ann. Sil. XXXV, 5–10.
- Wolejko L., 2002. Biodiversity changes after abandonment of grassland of peatlands, [in:] Ilnicki P. (ed.). Restoration of carbon sequestering capacity and biodiversity in abandoned grassland of peatland on Poland. Wyd. Akademii Rolniczej w Poznaniu, 58–76.

FLORAL DIVERSITY AND NATURAL VALUE OF ABANDONED MARSH MEADOWS WITHIN SZCZECIN REGION

S u m m a r y

The five marsh meadows, excluded from agricultural use, were tested. They were: Czarnocin III, Łęgi Lubczyńskie, Kikorze and Widzieńsko in the Goleniów District and Wyspa Pucka, located within city of Szczecin. There were 69 species of herbaceous plants recognized on the meadows. They can be divided to 12 phytosociological classes. Individual areas differ to the number of species (from 8 on the Pucka Island to 27 in Widzieńsko), as well as their combinations. *Urtica dioica* species appeared in four objects, while 62,3% of all species occurred only once and were found in different areas. The representatives of *Molinio-Arrhenatheretea* class dominated in investigated sites (53,6%). The species of *Phragmitetea* and *Scheuchzerio Caricetea nigrae* classes represented only 11,6% of all numbers of individuals. Two methods were used to determine the natural value of

analyzed surfaces: Oświt's method (2000) and method proposed by Podlaska (2009). Both methods have separated the Wyspa Pucka as area with small natural value. Podlaska's method was more exact for classification of other kind of grasslands, which indicated Widzieńsko area as the most valuable of all investigated objects.

KEY WORDS: marsh meadows, Szczecin region, floral diversity, natural value

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Wiesław Dembek, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach

Badania współfinansowane przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach projektu systemowego pn. „Przedsiębiorczy doktorant - inwestycja w innowacyjny rozwój regionu” (*Program Operacyjny Kapitał Ludzki, Priorytet VIII Regionalne Kadry Gospodarki, Działanie 8.2 Transfer Wiedzy, Poddziałania 8.2.2 Regionalne Strategie Innowacji*).



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



DOLNY
ŚLĄSK



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
SPOŁECZNY

Beata Łabaz, Adam Bogacz, Małgorzata Marczak

**PRÓCHNICA GLEB LEŚNYCH WYSTĘPUJĄCYCH
NA TERENIE PARKU KRAJOBRAZOWEGO
„DOLINA BARYCZY”**

**HUMUS OF FOREST SOILS OF THE LANDSCAPE PARK
"DOLINA BARYCZY" AREA**

*Institut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Institute of Science and Environmental Protection, Wrocław University of Environmental
and Life Sciences*

Celem pracy było scharakteryzowanie składu ilościowego związków próchnicznych gleb wybranych siedlisk leśnych występujących na terenie Parku Krajobrazowego „Dolina Baryczy”. W zabranym materiale glebowym oznaczono właściwości chemiczne i fizykochemiczne oraz skład frakcyjny związków próchnicznych metodą Tiurina. Badane czarne ziemie charakteryzują się mulowym typem ściółki, bardzo lekkim i lekkim składem granulometrycznym z wyraźnymi cechami oglejenia i odwapnienia. Zgodnie z klasyfikacją zasobów glebowych świata (WRB 2006) można zaliczyć je do jednostek Mollic Phaeozems Arenic i Gleyic Phaeozems Arenic. Cechą badanych czarnych ziem jest znacznej miąższości poziom próchniczny o wysokiej zawartości węgla organicznego. Właściwości sorpcyjne są zróżnicowane i warunkowane zawartością C org., N og., pH_{KCl} oraz udziałem frakcji ilastej. W składzie frakcyjnym związków próchnicznych największy udział stanowi frakcja I, w której kwasy huminowe wyraźnie dominują nad kwasami fulwowymi, a stosunek C_{kh}/C_{kf} przyjmuje wartości przeważnie powyżej jedności. Wysoki udział kwasów huminowych związanych z wapniem, jak również silne uwilgotnienie badanych gleb, decydują o odporności próchnicy na procesy utleniania, a tym samym sprzyjają stabilizacji materii organicznej mimo lekkiego składu granulometrycznego.

SŁOWA KLUCZOWE: właściwości chemiczne, właściwości fizykochemiczne, kwasy huminowe, kwasy fulwowe, skład frakcyjny związków próchnicznych

Do cytowania – For citation: Łabaz B., Bogacz A., Marczak M., 2010. Próchnica gleb leśnych występujących na terenie parku krajobrazowego „Dolina Baryczy”. Zesz. Nauk. UP, Wroc., Rol., XCVII, 578, 59–74.

WSTĘP

Park Krajobrazowy „Dolina Baryczy” znajduje się na terenie Obniżenia Milicko-Głogowskiego obejmującego swoim zasięgiem obszar dwóch kotlin: Żmigrodzkiej i Milickiej, odwadnianych przez rzekę Barycz. Obie kotliny powstały w wyniku dłuższego zalęgania jeziorów lodowca warciańskiego, po ustąpieniu którego spływały ogromne ilości wody. Wtedy dna kotlin zostały wypełnione osadami piaszczystymi (Ranoszek, Ranoszek 2004). Znaczna ingerencja człowieka w środowisko naturalne „Doliny Baryczy”, głównie przez zakładanie od czasów średniowiecznych licznych hodowlanych stawów rybnych, oraz budowa w XIX w. obwałowań rzeki Baryczy przyczyniła się do znacznego osuszenia terenu. Obecnie w wielu miejscach obszar ten utracił cechy bagien i został zalany lub przekształcony w łąki i gleby orne (Ranoszek, Ranoszek 2004).

Celem pracy była charakterystyka składu ilościowego związków próchnicznych gleb wybranych siedlisk leśnych występujących na terenie Parku Krajobrazowego „Dolina Baryczy”.

MATERIAŁY I METODY BADAŃ

Badaniami objęto poziomy próchnicy nadkładowej oraz mineralne poziomy próchniczne 5 profilów czarnych ziem murszastych i zdegradowanych, zlokalizowanych w siedliskach leśnych miejscowości Brzostowo, obręb Milicz – Kubryk, oddział 95a (profil nr 1 i profil nr 2), oddział nr 96 (profil nr 3) oraz w miejscowości Gądkowice, obręb Milicz – Cieszków, oddział 126 (profil nr 4), oddział 127 (profil nr 5) (Operat glebowo-siedliskowy 1995). Zgodnie z klasyfikacją zasobów glebowych świata (WRB 2006) badane gleby można zaliczyć do jednostek Mollic Phaeozems Arenic i Gleyic Phaeozems Arenic.

Obiekty zlokalizowano w siedliskach leśnych reprezentujących następujące typy:

- Profil nr 1 i 2 – las świeży, dominujący drzewostan to dąb szypułkowy, czarna ziemia murszasta.
- Profil nr 3 – las wilgotny, dominujący drzewostan to dąb szypułkowy, czarna ziemia murszasta.
- Profil nr 4 – las mieszany wilgotny, dominujący drzewostan to brzoza brodawkowata, czarna ziemia zdegradowana.
- Profil nr 5 – ols jesionowy, dominujący drzewostan to jesion i olsza czarna, czarna ziemia murszasta.

W profilach glebowych określono poziomy genetyczne, wyodrębniając próchnicę nadkładową oraz poziomy mineralne. W pobranych próbkach glebowych z poziomów mineralnych oznaczono uziarnienie metodą areometryczną Bouyoucosa w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego. We wszystkich próbkach oznaczono: C-ogółem metodą oksydometryczną Tiurina, pH w 1 molKCl · dm⁻¹ metodą potencjometryczną, zawartość CaCO₃ metodą Scheiblera, kwasowość hydrolityczną metodą Kappena, zawartość N-ogółem metodą Kjeldahla, wymienne kationy zasadowe (Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Na⁺) metodą Pallmana oraz skład frakcyjny związków próchnicznych zmodyfikowaną metodą Tiurina

(Dziadowiec i Gonet 1999). Metodą tą wydzielono i oznaczono następujące grupy substancji humusowych:

- Frakcja Ia (fulwowa) – substancje przechodzące do roztworu podczas traktowania gleby $0,1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ obejmujące niskocząsteczkowe, silnie ruchliwe połączenia organiczne.
- Frakcja I – substancje próchniczne wydzielone drogą wielokrotnego traktowania gleby $0,1 \text{ mol NaOH} \cdot \text{dm}^{-3}$ obejmujące połączenia wolne, związane z wapniem i niekrzemianowymi formami R_2O_3 .
- Frakcja II – substancje próchniczne wydzielone podczas przemienego traktowania gleby $0,1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ i $0,1 \text{ mol NaOH} \cdot \text{dm}^{-3}$ obejmujące związki próchniczne mocniej związane z trwałymi krzemianowymi formami R_2O_3 . Tę frakcję oznaczano tylko w poziomach mineralnych.
- Frakcja III – substancje próchniczne wydzielone podczas bezpośredniego traktowania gleby $0,1 \text{ mol NaOH} \cdot \text{dm}^{-3}$ obejmujące związki próchniczne związane z niekrzemianowymi formami R_2O_3 .
- C_{kh}-Ca – kwasy huminowe związane z wapniem, wyliczone z różnicy zawartości C_{kh} frakcji I i C_{kh} Frakcji III.
- C humin – węgiel niehydrolizujący, obejmujący tzw. poekstrakcyjną pozostałość, wyliczony z różnicy: $C_{\text{hum}} = C_{\text{org}} - (C_{\text{frakcja Ia}} + C_{\text{frakcja I}} + C_{\text{frakcja II}})$.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Analizowane gleby oznaczone zostały na mapach glebowo-siedliskowych nadleśnictwa Milicz w skali 1:5000 jako czarne ziemie murszaste i zdegradowane, niecałkowite, wytworzone głównie z piasku i gliny piaszczystej (tab. 1). W ich budowie morfologicznej zaznaczyło się występowanie poziomu próchnicy nadkładowej Ol typu mull o miąższości od 2 do 5 cm. Mineralne poziomy próchniczne A były dobrze wykształcone i sięgały do głębokości 52 cm. Poziomy próchniczne zostały dodatkowo podzielone na powierzchnię warstwę A1 oraz warstwy głębiej zalegające A2 i A3 różniące się najczęściej barwą, strukturą lub pojawiającym się oglejeniem. Cechy oglejenia oraz ślady wytrąceń żelazistych w postaci plam, poziomych smug lub rurek przykorzeniowych były częste i wyraźnie zaznaczone we wszystkich profilach. Stopień oglejenia był zróżnicowany, uzależniony od procesów redukcyjnych wywołanych działaniem stagnujących wód gruntowych zalegających na głębokości od 62 (profil nr 5) do 100 cm (profil nr 1). Poziom zalegania lustra wody gruntowej determinował głębokość pobierania próbek do analiz laboratoryjnych.

W piaszczystych czarnych ziemiach skład granulometryczny silnie determinuje szereg właściwości fizycznych i fizykochemicznych (Licznar i Drozd 1996). W częściach ziemistych badanych gleb wyraźnie dominowała frakcja piasku (2–0,05 mm), której udział kształtował się na poziomie od 78 do 99%. Udział frakcji piasku na ogół wzrastał wraz z głębokością profilów glebowych. Zawartość frakcji pyłowej (0,05–0,002 mm) była znacznie mniejsza i nie przekraczała 17%. W analizowanych próbkach stwierdzono również niewielki udział frakcji łu (<0,002 mm), do 16% (tab. 1).

Tabela 1
Table 1Skład granulometryczny gleb
Texture of soil

Nr profilu Profile No.	Poziomogenetyczny Soil horizon	Głębokość Depth (cm)	Części szkieletowe Skeletal parts	Suma frakcji Sum of fraction				Grupy granulometryczne wg Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego (2009)	Texture classes Polish Soil Society (2009)
			% zawartość frakcji o Ø (mm) % content of fraction Ø (mm)						
			> 2,0	2,0–0,05	0,05–0,002	< 0,002			
Gleyic Phaeozems Arenic									
1	A		0–16	5	78	16	6	glina piaszczysta	sandy loam
	Agg		16–40	5	87	12	1	piasek słabogliniasty	sand
	Gox		40–56	2	96	1	3	piasek luźny	sand
	Goxr		56–96	0	96	1	3	piasek luźny	sand
	Gr		>96	5	84	0	16	glina piaszczysta	sandy loam
Mollic Phaeozems Arenic									
2	A1		0–15	5	89	4	7	piasek słabogliniasty	sand
	A2		15–40	6	93	5	2	piasek luźny	sand
	A3gg		40–62	10	92	6	2	piasek luźny	sand
	Cgg		>62	7	97	1	2	piasek luźny	sand
Mollic Phaeozems Arenic									
3	A1		0–37	4	83	17	0	piasek gliniasty	loamy sand
	A2		37–52	4	83	13	4	piasek gliniasty	loamy sand
	C1gg		52–72	11	83	15	2	piasek gliniasty	loamy sand
	C2gg		>72	10	99	1	0	piasek luźny	sand
Mollic Phaeozems Arenic									
4	A1		0–17	3	92	7	1	piasek luźny	sand
	A2		17–35	1	94	3	3	piasek luźny	sand
	B		35–42	4	96	3	1	piasek luźny	sand
	BCgg		42–50	1	96	2	2	piasek luźny	sand
	Cgg		>50	0	97	2	1	piasek luźny	sand
Mollic Phaeozems Arenic									
5	A		0–15	3	93	5	2	piasek luźny	sand
	A/C		15–32	5	94	5	1	piasek luźny	sand
	C1gg		32–42	0	97	3	0	piasek luźny	sand
	C2gg		>42	1	96	1	3	piasek luźny	sand

Wartości pH_{KCl} w badanych glebach mieściły się w przedziale od 3,7 do 5,8 w poziomach ściółki nadkładowej oraz w zakresie od 3,2 do 7,4 w poziomach mineralnych (tab. 2). Oznaczone wartości pH_{KCl} wskazywały na kwaśny odczyn ściółek nadkładowych oraz na odczyn silnie kwaśny w kierunku do zasadowego w poziomach mineralnych. Węglan wapnia występował sporadycznie, zazwyczaj w głębiej zalegających poziomach genetycznych i nie przekraczał 1%. Zarówno poziomy ściółki nadkładowej, jak i poziomy mineralne były wyraźnie zróżnicowane pod względem zawartości C org. (tab. 2). W poziomach ektopróchnicy mieściły się one w przedziale 196,0–327,5 g · kg⁻¹, natomiast w poziomach mineralnych w zakresie 1,0–56,1 g · kg⁻¹. Podobne zróżnicowanie zawartości wykazywał Nog. , który w poziomach organicznych kształtował się w przedziale 11,5–22,8 g · kg⁻¹, natomiast w poziomach próchnicznych w granicach 0,4–5,3. Wartości C/N wahały się w zakresie od 13 do 24 w poziomach ściółki oraz od 9 do 24 w poziomach próchnicznych (tab. 2).

Badane czarne ziemie pod względem przedstawionych parametrów są bardzo podobne do czarnych ziem Równiny Tarnobrzeskiej badanych przez Klimowicza (1980), czarnych ziem Puszczy Kampinoskiej prezentowanych przez Konecką-Betley i wsp. (1996, 1999) oraz czarnych ziem analizowanych przez Bartmińskiego i Klimowicza (2008).

Relacje pomiędzy ilością i jakością glebowej materii organicznej a zasobnością kompleksu sorpcyjnego w kationy o charakterze zasadowym są oczywiste, ponieważ substancja organiczna gleb stanowi istotną część powierzchni sorpcyjnej, stanowiąc jednocześnie ważne źródło składników pokarmowych (Schnitzer, Khan 1978).

Kompleks sorpcyjny analizowanych czarnych ziem wysycony był w dużym stopniu kationami zasadowymi, wśród których dominował wapń, a na drugim miejscu znajdował się magnez (tab. 3). Zarówno zawartość, jak i rozmieszczenie kationów wymiennych o charakterze zasadowym w poszczególnych profilach analizowanych gleb były ściśle związane z zawartością C org., N og. oraz zawartością frakcji spławianej, czego potwierdzeniem są wyliczone istotne współczynniki korelacji ($\alpha = 0,05$, $n = 28$) (tab. 4). Kwasowość hydrolityczna mieściła się w przedziale od 8,2 do 58,2 cmol(+) · kg⁻¹ w poziomach Ol oraz w granicach od 0,2 do 7,1 cmol(+) · kg⁻¹ w poziomach mineralnych. Suma kationów wymiennych zasadowych (S) w poziomach Ol oscylowała od 21,4 do 33,2 cmol(+) · kg⁻¹, natomiast w poziomach mineralnych wartości tego parametru były zróżnicowane zarówno w układzie profilowym, jak i pomiędzy badanymi profilami i kształtowały się w szerokich granicach wartości – 2,01–40,2 cmol(+) · kg⁻¹. Pojemność kompleksu sorpcyjnego (T) wahała się od 37,0 do 84,5 cmol(+) · kg⁻¹ w poziomach Ol oraz w przedziale od 2,31 do 44,6 cmol(+) · kg⁻¹ w poziomach mineralnych. Wartości kwasowości hydrolitycznej (Hh), suma kationów zasadowych (S) oraz pojemność kompleksu sorpcyjnego (T) były silnie dodatnio skorelowane z C org. oraz N og. Wykazywały natomiast ujemną korelację z pH_{KCl} i frakcją spławialną. Wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym (V), w związku z dużą zmiennością sumy kationów zasadowych i kwasowości hydrolitycznej, było także zróżnicowane i warunkowane zawartością C org., N og. oraz pH_{KCl} gleby (tab. 4). Jego wartości kształtowały się w zakresie od 31,1 do 80,2 % w poziomach ściółki nadkładowej oraz w granicach od 30 do 96,5% w poziomach mineralnych i nie odbiegały od danych notowany w czarnych ziemiach piaszczystych występujących w innych rejonach Polski (Musierowicz, Skorupska 1966, Gądor 1966, Konecka-Betley i wsp. 1999, Łabaz 2007, Łabaz i wsp. 2008).

Tabela 2
Table 2Właściwości fizykochemiczne i chemiczne gleb
Physico-chemical and chemical properties of soils

Nr profilu Profile No.	Poziom genetyczny Soil horizon	Głębokość Depth (cm)	pH		CaCO ₃	C org. TOC	N og. N tot.	C/N
			H ₂ O	1 mol KCl · dm ⁻³				
Gleyic Phaeozems Arenic								
1	Ol	4–0	4,5	3,7	0	323,0	22,8	14
	A	0–16	5,8	5,1	0	49,4	5,3	9
	Agg	16–40	6,2	5,5	0	18,5	1,0	19
	Gox	40–56	6,9	6,5	1	19,0	n.o	n.o
	Goxr	56–96	6,1	5,4	0	4,0	n.o	n.o
	Gr	>96	4,9	4,0	0	2,6	n.o	n.o
Mollic Phaeozems Arenic								
2	Ol	5–0	4,7	4,1	0	254,0	19,0	13
	A1	0–15	3,9	3,2	0	56,1	3,5	16
	A2	15–40	4,5	4,0	0	8,5	0,5	17
	A3gg	40–62	5,2	4,6	0	9,9	0,4	24
	Cgg	>62	7,1	6,4	1	2,0	n.o	n.o
Mollic Gleysols Arenic								
3	Ol	4–0	5,8	5,5	0	327,5	13,5	24
	A1	0–37	5,4	5,1	0	13,0	1,0	13
	A2	37–52	6,5	5,8	0	13,4	0,7	19
	C1gg	52–72	6,8	6,4	0	8,0	n.o	n.o
	C2gg	>72	6,8	6,7	1	1,0	n.o	n.o
Mollic Phaeozems Arenic								
4	Ol	2–0	6,0	5,8	0	203,0	11,5	18
	A1	0–17	5,6	5,2	0	23,2	1,6	15
	A2	17–35	6,4	6,2	0	13,7	0,8	17
	B	35–42	7,2	6,8	1	9,5	n.o	n.o
	BCgg	42–50	7,7	7,3	1	1,9	n.o	n.o
	Cgg	>50	7,8	7,4	1	1,2	n.o	n.o
Mollic Gleysols Arenic								
5	Ol	3–0	4,9	4,2	0	196,0	14,9	13
	A	0–15	5,4	4,8	0	13,1	0,9	15
	A/C	15–32	5,6	4,9	0	15,8	1,1	14
	C1gg	32–42	6,3	5,4	0	2,7	n.o	n.o
	C2gg	>42	6,5	5,8	0	1,6	n.o	n.o

Objaśnienia: n.o. – nie oznaczono

Explanation: n.o. – not determined

Tabela 3
Table 3Właściwości sorpcyjne badanych gleb
Sorptive properties of examined soils

Nr profilu Profile No.	Poziom genetyczny Soil horizon	Głębokość Depth (cm)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Hh ¹⁾	S ²⁾	T ³⁾	V ⁴⁾
			(cmol(+)kg ⁻¹)							
Gleyic Phaeozems Arenic										
1	Ol	4–0	19,8	4,20	1,77	0,50	58,2	26,3	84,5	31,1
	A	0–16	4,40	0,86	0,09	0,29	5,8	5,64	11,4	49,3
	Agg	16–40	2,00	0,63	0,05	0,21	2,1	2,89	4,99	57,9
	Gox	40–56	1,52	0,62	0,03	0,25	0,6	2,42	3,02	80,1
	Goxr	56–96	4,00	1,45	0,14	0,27	0,7	5,86	6,56	89,3
	Gr	>96	3,60	1,16	0,20	0,17	1,8	5,13	6,93	74,0
Mollic Phaeozems Arenic										
2	Ol	5–0	19,6	4,28	2,55	0,45	42,8	26,9	69,7	38,6
	A1	0–15	1,83	0,71	0,31	0,19	7,1	3,04	10,1	30,0
	A2	15–40	3,40	0,44	0,08	0,14	5,0	4,06	9,06	44,8
	A3gg	40–62	5,20	0,74	0,50	0,17	3,3	6,61	9,91	66,7
	Cgg	>62	4,00	0,56	0,30	0,27	0,5	5,13	5,63	91,1
Mollic Gleysols Arenic										
3	Ol	4–0	17,3	3,65	1,49	0,31	14,2	22,8	37,0	61,6
	A1	0–37	1,76	0,44	0,12	0,21	3,8	2,53	6,33	40,0
	A2	37–52	6,78	1,01	0,09	0,44	1,5	8,22	9,72	84,6
	C1gg	52–72	5,36	0,80	0,06	0,40	0,4	6,62	7,02	94,3
	C2gg	>72	7,56	1,20	0,10	0,44	0,4	9,30	9,70	95,9
Mollic Phaeozems Arenic										
4	Ol	2–0	22,2	6,40	4,08	0,52	8,2	33,2	41,4	80,2
	A1	0–17	2,52	0,71	0,10	0,29	4,0	3,62	7,62	47,5
	A2	17–35	2,98	0,94	0,06	0,37	1,4	4,35	5,75	75,7
	B	35–42	2,52	0,71	0,04	0,29	1,1	3,56	4,66	76,4
	BCgg	42–50	1,20	0,51	0,09	0,21	0,3	2,01	2,31	87,0
	Cgg	>50	1,60	0,49	0,10	0,14	0,2	2,33	2,53	92,1
Mollic Gleysols Arenic										
5	Ol	3–0	16,0	3,66	1,22	0,56	28,5	21,4	50,0	42,9
	A	0–15	23,2	5,63	4,30	0,95	3,3	34,1	37,4	91,2
	A/C	15–32	23,0	7,50	8,60	1,10	4,4	40,2	44,6	90,1
	C1gg	32–42	23,8	7,60	4,00	0,88	1,3	36,3	37,6	96,5
	C2gg	>42	19,0	4,40	2,00	0,99	1,1	26,4	27,5	96,0

Objaśnienia – Explanation: ¹⁾ Kwasowość hydrolityczna – Hydrolytic acidity, ²⁾ Suma kationów o charakterze zasadowym – Base cation capacity, ³⁾ Pojemność sorpcyjna – Sorption capacity, ⁴⁾ Wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym – Base cation saturation

Tabela 4
Table 4Współczynniki korelacji pomiędzy wybranymi właściwościami gleby
Coefficient of correlations between selected properties of soils

Zmienna Variable	C org. TOC	N og. N tot.	Fracja <0,05 mm – Fraction <0,05 mm	pH _{KCl}
T	0,79*	0,85*	-0,49*	-0,52*
V	-0,46*	-0,53*	-0,19	0,71*
S	0,46*	0,46*	-0,46*	-0,27
Hh	0,83*	0,93*	-0,36	-0,58*

*Statystycznie istotne z $p < 0,05$, $n=28$ – statistically significant at $p < 0,05$, $n=28$

Materia organiczna jest jednym z podstawowych składników gleby determinującym jej właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne (Gonet i wsp. 2007). W lasach podstawowymi źródłami materii organicznej są nadziemny opad roślinny zarówno drzew czy krzewów, jak i runa, a także obumierające podziemne części roślin (Puchalski i Prusinkiewicz 1990). Właściwości próchnicy glebowej zależą od przebiegu procesu glebotwórczego i stanowią cechę charakterystyczną gleb różnych typów (Dziadowiec 1992). Liczne opublikowane dotąd opracowania podkreślają również wpływ warunków wilgotnościowych na intensywność mineralizacji i humifikacji materii organicznej, czego odzwierciedleniem jest ilość i jakość kumulowanej materii organicznej. Analiza składu frakcyjnego związków próchnicznych pozwala więc sądzić o przemianach substancji organicznej, procesach zachodzących w glebie oraz jej genezie (Musierowicz, Skorupska 1966, Borowiec, Wybieralska 1969, Wilk, Nowak 1977, Borowiec 1986a, b, Turski 1986a, b, 1988, Drozd i wsp. 1987, 2000).

Udział poszczególnych frakcji związków próchnicznych analizowany był w poziomach próchnicy nadkładowej O1 oraz w mineralnych poziomach próchnicznych A. Badając skład frakcyjny związków próchnicznych, można zauważyć, że niewielki udział stanowiła frakcja Ia reprezentująca niskocząsteczkowe połączenia organiczne łatwo przemieszczające się w profilu glebowym (tab. 6). Udział frakcji Ia w poziomach organicznych mieścił się w przedziale od 0,4 do 1,5% C org., natomiast w poziomach próchnicznych w granicach od 1,3 do 6,1% C org. i był zbliżony do udziału tej frakcji w czarnych ziemiach leśnych prezentowanych przez Musierowicz i Skorupską (1966). We wszystkich analizowanych profilach udział frakcji Ia wykazywał wyraźną tendencję wzrostu wraz z głębokością profilu, co dowodzi dużej jej mobilności. Omawiana frakcja wykazywała istotną dodatnią korelację jedynie z frakcją spławianą (tab. 5). Największą ilość w puli związków próchnicznych stanowiła frakcja I (13,4–23,7 % C org. w poziomach O1 oraz 39,0–58,2% C org. w poziomach A). We frakcji I udział węgla kwasów huminowych wyraźnie dominował nad węglem kwasów fulwowych, szczególnie w poziomach mineralnych. Wyliczona wartość stosunku C_{kh}/C_{kf} w poziomach ściółki nadkładowej kształtowała się w przedziale od 0,7 do 1,4, natomiast w poziomach mineralnych od 1,0

do 2,6. Niższe wartości tej relacji w poziomach organicznych w porównaniu z poziomami mineralnymi są związane z dopływem do gleby świeżej substancji organicznej, co prowadzi do powstania znacznej ilości połączeń organicznych o prostej budowie cząsteczkowej (Drozd 1973, Ciarkowska, Niemyska-Lukaszuk 1998). Ogólnie, wysokie wartości stosunku C_{kh}/C_{kf} w badanych glebach są typowe dla czarnych ziem i wynikają z intensywnie zachodzącego procesu humifikacji glebowej materii organicznej oraz odporności próchnicy na procesy utleniania (Mazurek, Niemyska-Lukaszuk 2003). Jak podaje Działowiec (1997), wysoka wartość stosunku kwasów huminowych do fulwowych w glebach leśnych jest dowodem szybkiego tempa mineralizacji materii organicznej pochodzącej głównie z opadu liści i gałązek drzew liściastych. Zarówno cała frakcja I, jak również same kwasy huminowe (C_{kh}) tej frakcji były ujemnie skorelowane z pH i V oraz dodatnio z frakcją spławialną. Udział węgla kwasów huminowych związanych z Ca (C_{kh}-Ca) był wysoki, mieścił się w przedziale od 58,1 do 76,9% C_{kh} w poziomach O₁ oraz w granicach od 28,2 do 54,6% C_{kh} w poziomach A oraz wykazywał dodatnią korelację z C_{org.} i N_{og.}, natomiast ujemną z pH i V. Uzyskane wartości omawianej frakcji wskazują na wyraźną przewagę kwasów huminowych związanych z wapniem (tzw. kwasy huminowe szare) nad kwasami huminowymi luźno związanymi z ruchliwymi połączeniami żelaza i glinu (tzw. kwasy huminowe brunatne). W badanych glebach zaobserwować można tendencję wzrostu udziału frakcji C_{kh}-Ca wraz z głębokością profilu. Zależność tę prezentowały Musierowicz i Skorupska (1966), dowodząc, że wzrost udziału frakcji C_{kh}-Ca w głębszych poziomach genetycznych gleb leśnych może być spowodowany warunkami, jakie stwarza las, powodując przemieszczenie w głąb kwasów huminowych związanych z wapniem, względnie ich częściowe przejście w związki kwasów huminowych związanych z wodorotlenkami żelaza i glinu. Udział frakcji II mieścił się w przedziale od 2,9 do 6,9% C_{org.}, natomiast wartość stosunku C_{kh}/C_{kf} tej frakcji w granicach 0,6–1,5. Omawiana frakcja II była jedynie istotnie skorelowana z V i frakcją spławialną. Uzyskane zawartości frakcji II są bardzo zbliżone do danych prezentowanych przez Musierowicz i Skorupską (1966), Borowca i Wybieralską (1969) oraz Klimowicza (1980). Udział węgla niehydrolizującego w poziomach ściółki nadkładowej kształtował się w granicach od 75,8 do 85,8% C_{org.}, natomiast w poziomach mineralnych był wyraźnie niższy – od 30,0 do 56,7% i zbliżony do danych prezentowanych przez Musierowicz i Skorupską (1966), Borowca i Wybieralską (1969), Klimowicza (1980), Turskiego (1988) oraz Mazurka i Niemyską-Lukaszuk (2003). C – niehydrolizujący, podobnie jak C_{kh}-Ca, był silnie dodatnio skorelowany z C_{org.} i N_{og.}, natomiast ujemnie z pH i V.

Tabela 5
Table 5

Współczynniki korelacji pomiędzy składem frakcyjnym związków próchnicznych
a wybranymi właściwościami gleby
Coefficient of correlations between fractional composition of humus and selected
properties of soils

Zmienna Variable	C org. TOC	N og. N tot.	pH _{KCl}	V BS	Fracja <0,05 mm Fraction <0,05 mm
Frakcja Ia Fraction Ia	-0,18	-0,18	-0,25	-0,35	0,44*
Frakcja I – C – wydz. Fraction I – C – extracted	-0,04	0,01	-0,47*	-0,53*	0,45*
Frakcja I – Ckh Fraction I – CHA	-0,13	-0,09	-0,44*	-0,44*	0,47*
Frakcja II – C – wydz. Fraction II – C – extracted	-0,31	-0,29	-0,33	-0,39*	0,60*
Frakcja II – Ckh Fraction II – CHA	-0,32	-0,29	-0,31	-0,34	0,59*
Ckh z Ca C _{HACa}	0,71*	0,70*	-0,58*	-0,57*	-0,11
C – niehydrolizujący C – non extracted	0,78*	0,77*	-0,59*	-0,64*	-0,11

*Statystycznie istotne z $p < 0,05$, $n=28$ – statistically significant at $p < 0,05$, $n=28$

Tabela 6
Table 6

Skład frakcyjny związków próchnicznych (w % C org.)
Fractional composition of humus (in % of C org)

Nr profilu glebowy Soil Horizon	Corg (g·kg ⁻¹)	Frakcja la Frac- tion la (%)	Frakcja I – Fraction I				Frakcja II – Fraction II				Frakcja III – Fraction III				Ckh z Ca C _{H4Ca} (%)	
			C – wydz. C – extracted	Ckh CHA	Ckf CFA	Ckh/ Ckf CHA: :CFA	C – wydz. C – extracted	Ckh CHA	Ckf CFA	Ckh/ Ckf CHA: :CFA	C – wydz. C – extracted	Ckh CHA	Ckf CFA	Ckh/ Ckf CHA: :CFA		C – nie- hydrol. C – non extracted (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
Mollic Phaeozems Arenic																
1	O	323	0,40	21,9	12,6	9,3	1,36	n.o.	n.o.	n.o.	8,70	4,30	4,40	0,98	77,7	66,0
	A	49,4	2,23	46,0	24,5	21,5	1,14	3,04	1,42	1,62	26,7	13,1	13,6	0,96	48,8	46,6
	Agg	18,5	3,24	40,5	28,1	12,4	2,26	4,86	2,70	2,16	25,4	18,4	7,0	2,61	51,4	34,6
Gleyic Phaeozems Arenic																
2	O	254	0,63	23,0	11,9	11,1	1,07	n.o	n.o	n.o	8,78	5,00	3,78	1,32	76,3	58,1
	A1	56,1	1,43	39,0	27,8	11,2	2,48	2,85	1,25	1,60	27,8	17,1	10,6	1,61	56,7	38,4
	A2	8,50	5,88	55,3	41,2	14,1	2,92	5,88	2,71	3,17	38,2	24,1	14,1	1,71	33,0	41,4
	A3gg	9,90	6,06	43,4	37,4	16,2	2,31	5,05	3,03	2,02	30,4	21,3	9,1	2,34	45,5	43,0
Mollic Phaeozems Arenic																
3	O	328	0,79	13,4	5,7	7,7	0,74	n.o.	n.o.	n.o.	4,15	1,31	2,84	0,46	85,8	76,9
	A1 (0–10cm)	19,5	3,59	50,3	36,4	13,9	2,63	5,13	2,56	2,57	39,5	26,2	13,3	1,96	41,0	28,2
	A1 (20–30cm)	13,0	5,38	57,7	46,2	19,2	2,40	6,92	2,61	4,31	46,2	32,3	13,8	2,33	30,0	30,0
	A2	13,4	5,22	48,5	38,8	17,2	2,26	4,48	2,71	1,77	30,6	25,4	5,2	4,85	41,8	34,6

Tabela 6 c.d.
Table 6 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
Mollic Phaeozems Arenic																	
4	O	203	1,53	16,2	7,1	9,1	0,78	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	5,91	2,76	3,15	0,88	82,3	61,1
	A1	23,2	3,88	58,2	29,3	28,9	1,01	3,88	1,72	2,16	0,80	37,9	18,1	19,8	0,92	34,1	38,1
	A2	13,7	5,84	54,7	38,7	16,1	2,41	2,92	1,46	1,46	1,00	33,6	20,4	13,1	1,56	36,5	47,2
Mollic Phaeozems Arenic																	
5	O	196	0,51	23,7	12,0	11,7	1,02	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	7,40	4,08	3,32	1,23	75,8	66,0
	A1	13,1	1,29	55,6	42,6	19,1	2,23	3,82	1,63	2,19	0,74	34,0	20,4	13,6	1,50	39,3	52,1
	A2	15,8	1,70	43,7	31,7	12,0	2,63	3,16	1,63	1,53	1,07	23,8	14,4	9,4	1,53	51,5	54,6

Objaśnienia: n.o. – nie oznaczono

Explanation: n.o. – not determined

WNIOSKI

1. W leśnych siedliskach Parku Krajobrazowego „Dolina Baryczy” występują czarne ziemie murszaste i zdegradowane charakteryzujące się mulłowym typem ściółki, bardzo lekkim i lekkim składem granulometrycznym, z wyraźnymi cechami oglejenia i odwapnienia.

2. Cechą badanych czarnych ziem jest znacznej miąższości poziom próchniczny o wysokiej zawartości węgla organicznego.

3. Właściwości sorpcyjne analizowanych gleb są zróżnicowane i warunkowane zawartością C org., N og., pH_{KCl} oraz udziałem frakcji ilastej, czego potwierdzeniem są wyliczone współczynniki korelacji.

4. W składzie frakcyjnym związków próchnicznych największy udział stanowi frakcja I, w której kwasy huminowe wyraźnie dominują nad kwasami fulwowymi, a stosunek C_{kh}/C_{kf} przyjmuje wartości przeważnie powyżej jedności.

5. Wysoki udział kwasów huminowych związanych z wapniem, jak również silne uwilgotnienie badanych gleb decydują o odporności próchnicy na procesy utleniania, a tym samym sprzyjają stabilizacji materii organicznej mimo lekkiego składu granulometrycznego.

PIŚMIENNICTWO

- Bartmiński P., Klimowicz Z., 2008. Właściwości sorpcyjne czarnych ziem Kotliny Sandomierskiej wytworzonych z różnych skał macierzystych. *Rocz. Glebozn.*, 59, 3, 7–16.
- Borowiec S., 1986a. Podobieństwo próchnicy poziomów akumulacyjnych gleb uprawnych i leśnych na podstawie wybranych cech diagnostycznych. *Rocz. Glebozn.*, 37, 2–3, 91–99.
- Borowiec S., 1986b. Przestrzenne zróżnicowanie zawartości próchnicy w glebach uprawnych północno-zachodniej Polski. *Rocz. Glebozn.*, 37, 2–3, 101–165.
- Borowiec S., Wybieralska A., 1969. Zróżnicowanie składu próchnicy w zależności od typu gleb i ich użytkowania. *Rocz. Glebozn.*, 20, 1, 67–79.
- Ciarkowska K., Niemyska-Łukaszuk J., 1998. Wpływ sposobu użytkowania na zawartość i jakość połączeń próchnicznych rędzin gipsowych Niecki Nidziańskiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 460, 113–120.
- Drozd J., 1973. Związki próchniczne niektórych gleb na tle ich fizykochemicznych właściwości. *Rocz. Glebozn.* 24, 1, 3–55.
- Drozd J., Kowaliński S., Licznar M., Licznar S., 1987. Mikromorfologiczna interpretacja procesów fizykochemicznych w glebach pobagiennych. *Rocz. Glebozn.*, 38, 3, 121–137.
- Drozd J., Jezierski J., Licznar M., Licznar S., 2000. IR spectra and analysis of humic acids isolated from municipal composts in different stages of maturity. *Humic substances in the Environment. An Inter Journal.*, 2, 11–15.
- Dziadowiec H., 1992. Ekologiczna rola próchnicy glebowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 411, 268–282.
- Dziadowiec H., 1997. Badania nad rozkładem gałązek grabu, dębu i sosny w rezerwacie Las Piwnicki k/Torunia. *Humic Subst. Environ.*, 1(97), 93–98.

- Dziadowiec H., Gonet S., 1999. Przewodnik metodyczny do badań materii organicznej gleb. Prace Komisji Naukowych PTG, 120, 66.
- Gądor J., 1966. Badania nad zależnością budowy i właściwościami czarnych ziem od niektórych czynników glebotwórczych. Pam. Puł., 22, 245–259.
- Gonet S., Dębska B., Zaujec A., Banach-Szott M., Szombathowa N., 2007. Wpływ gatunku drzew i warunków glebowo-klimatycznych na właściwości próchnicy gleb leśnych – Rola materii organicznej w środowisku. PTSH, Wrocław, 61–98.
- Konecka-Betley K., Czepińska-Kamińska D., Janowska E., 1996. Czarne ziemie w staroaluwialnym krajobrazie Puszczy Kampinoskiej. Roczn. Glebozn., 47, 3, 145–158.
- Konecka-Betley K., Czepińska-Kamińska D., Jankowska E., 1999. Przemiany pokrywy glebowej w Kampinoskim Parku Narodowym. Roczn. Glebozn., 50, 4, 5–29.
- Klimowicz Z., 1980. Czarne ziemie Równiny Tarnobrzeskiej na tle zmian stosunków wodnych tego obszaru. Roczn. Glebozn., 31, 1, 163–207.
- Licznar M., Drozd J., 1996. Wpływ stosunków wodnych na urodzajność czarnych ziem. Roczn. Glebozn., 47, 3/4, 9–22.
- Łabaz B., 2007. Skład frakcyjny próchnicy czarnych ziem okolic Wrocławia. Roczn. Glebozn., 58, 1–2, 69–83.
- Łabaz B., Bogacz A., Cybula M., 2008. Właściwości substancji humusowych czarnych ziem w Parku Krajobrazowym „Dolina Baryczy”, Roczn. Glebozn., 59, 3–4, 175–184.
- Mazurek R., Niemyska-Lukaszuk J., 2003. Zawartość i skład frakcyjny próchnicy różnie użytkowanych czarnych ziem Płaskowyżu Proszowickiego i Wyżyny Miechowieckiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 493, 659–666.
- Musierowicz A., Skorupska T., 1966. Frakcje związków humusowych czarnoziemiu, czarnych ziem i rędzin. Roczn. Nauk Roln., 91-A-1, 1–50.
- Operat glebowo-siedliskowy, 1995. Operat glebowo siedliskowy Nadleśnictwa Milicz obręb Kubryk i obręb Cieszków na stan 1 stycznia 1995 roku. Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych.
- Puchalski T., Prusinkiewicz Z., 1990. Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego. PWRiL, Warszawa, 619.
- Ranoszek E., Ranoszek W., 2004. Park Krajobrazowy Dolina Baryczy, Przewodnik przyrodniczy. Wyd. Gottwald.
- Schnitzer M., Kahn S.U., 1978. Humic substances in the environment. New York.
- Turski R., 1986a. Związki próchniczne gleb Polski. Roczn. Glebozn., 37, 2–3, 75–89.
- Turski R., 1986b. Kwasy huminowe gleb czarnoziemnych. Roczn. Glebozn., 37, 2–3, 107–126.
- Turski R., 1988. Charakterystyka związków próchnicznych w glebach Polski. Roczn. Nauk Rol., Seria- Monografie, 212, 69.
- Wilk K., Nowak W., 1977. Skład frakcyjny związków próchnicznych niektórych typów gleb uprawnych. Roczn. Glebozn., 23, 2, 33–47.
- World Reference Base for Soil Resources, 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Soil Resources Reports 103. Rome.

HUMUS OF FOREST SOILS OF THE LANDSCAPE PARK "DOLINA BARYCZY" AREA

Summary

This work describes the fractional composition of acid formed soil humus in a chosen forest biotope. The investigated profiles include Mollic Phaeozems Arenic and Mollic Gleysols Arenic. In terms of texture decalcified sand and sandy loam dominate. Reactions of the investigated soils are in the range from strong to light acidic to alkaline. The organic O horizon and humic A horizon are very rich in their C total. In sorptive complexes alkaline character cations dominate, mainly calcium and magnesium. As regards the fractional composition a small part is represented by fraction Ia. Within humic matter fraction I humic acid dominates. The C_{HA} -Ca (humic acid bonded with Ca) part is very high both in the organic O horizon and humic A horizon. In turn, the part non-hydrolyzed C total is major in the organic O horizon then compared with the humic A horizon. High levels of humic acids bonded with Ca (C_{HA} -Ca) taken together with significant levels of moisture encourage the stabilization of the organic soil matter despite its light texture.

KEY WORDS: chemical properties, physico-chemical properties, humic acids, fulvic acids, fractional composition of humus

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Jan Gliński, Instytut Agrofizyki PAN w Lublinie

Ewa Spychaj-Fabisiak, Barbara Murawska, Jolanta Janowiak

**REAKCJA KUKURYDZY UPRAWIANEJ NA KISZONKĘ
NA NAWOŻENIE RÓŻNYMI FORMAMI CYNKU**

**THE REACTION OF SILAGE CULTIVATED MAIZE
ON DIFFERENT CHEMICAL FORM OF ZINC FERTILIZERS**

*Katedra Chemii Rolnej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
Department of Agricultural Chemistry, University of Technology and Life Sciences
in Bydgoszcz*

W Polsce kukurydzę uprawia się od ponad stu lat, a dominującym kierunkiem o rosnącym znaczeniu jest uprawa na kiszonkę. W związku z powyższym podjęto badania, których celem było określenie, czy i na ile cynk aplikowany w różnych formach chemicznych (octan, siarczan (VI) i tlenek) na tle stałego nawożenia mineralnego determinuje skład chemiczny kukurydzy uprawianej na kiszonkę. Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2006–2009 w indywidualnym gospodarstwie rolnym położonym na terenie gminy Zławieś Wielka. Wielkość plonu oraz zawartość białka ogólnego, cynku i miedzi w kukurydzy uprawianej na kiszonkę były istotnie determinowane badanymi formami chemicznymi cynku i były one zawsze wyższe w stosunku do obiektu kontrolnego.

SŁOWA KLUCZOWE: kukurydza na kiszonkę, nawożenie cynkiem, zawartość białka ogólnego, zawartość cynku, zawartość miedzi

WSTĘP

Kukurydza jest rośliną uprawianą prawie na wszystkich kontynentach. Znajduje się ona w pierwszej trójce, razem z pszenicą i ryżem, w światowej powierzchni uprawy roślin rolniczych (Michalski 2005, Lipski 2003, Murrel, Childs 2000, Sulewska 1997). W Polsce kukurydzę uprawia się od ponad stu lat. Jej powierzchnia systematycznie

Do cytowania – For citation: Spychaj-Fabisiak E., Murawska B., Janowiak J., 2010. Reakcja kukurydzy uprawianej na kiszonkę na nawożenie różnymi formami cynku. Zesz. Nauk. UP, Wroc., Rol., XCVII, 758, 75–96.

wzrasta, a dominującym kierunkiem o rosnącym znaczeniu jest uprawa na kiszonkę, której areal w 2008 r. wynosił 348 tys. hektarów (Rocznik Statystyczny RP 2009). W wyniku wzrostu pogłowia bydła mlecznego i opasowego kukurydza staje się jedną z podstawowych pasz w żywieniu przeżuwaczy, a o wysokości i jakości plonu, oprócz warunków glebowych, wilgotnościowych i termicznych, decyduje racjonalne nawożenie makro- i mikroskładnikami zgodne z jej potrzebami pokarmowymi.

W związku z powyższym podjęto badania, których celem było określenie, czy i na ile cynk aplikowany w różnych formach chemicznych (octan, siarczan (VI), tlenek), na tle stałego nawożenia mineralnego, determinuje wielkość plonu, zawartość białka ogólnego oraz badanych mikroelementów (Zn i Cu) w kukurydzy uprawianej na kiszonkę.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2006–2009 w miejscowości Gutowo w gminie Zławieś Wielka, w województwie kujawsko-pomorskim.

Czynnikami badawczym były formy chemiczne cynku (octan, siarczan (VI) i tlenek), które stanowiły 7 obiektów nawozowych (n=7): 0, $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, ZnO , $\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} + \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} + \text{ZnO}$, $\text{ZnO} + \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Eksperyment przeprowadzono w czterech powtórzeniach na glebie płowej, zaliczanej do kompleksu zbożowego słabego klasy bonitacyjnej IVb. Gleba charakteryzowała się odczynem lekko kwaśnym ($\text{pH}_{(\text{KCl})} - 6,2$), niską zawartością azotu ogółem i przyswajalnych form fosforu oraz średnią zawartością potasu – odpowiednio: $0,96 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $40,68 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $89,18 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby. Natomiast zawartości przyswajalnego cynku ($10,24 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) i miedzi ($2,70 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) mieściły się w granicach przyjętych dla gleb niezanieczyszczonych, co pozwala zakwalifikować je do gleb o naturalnej zawartości (Kabata-Pendias, Pendias 1999).

Jesienią zastosowano nawożenie naturalne (obornik) w ilości $34 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, a w terminie wiosennym nawożenie mineralne. Azot aplikowano w dawce $130 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w formie mocznika, natomiast cynk każdorazowo zgodnie ze schematem doświadczenia doglebowo w ilości $1 \text{ kg Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$. Pozostałe zabiegi zostały wykonane według zaleceń agrotechnicznych dla badanej rośliny. Przedplonem dla kukurydzy uprawianej na kiszonkę było pszenżyto ozime.

Zbiór kukurydzy przeprowadzono w czasie dojrzałości woskowej ziarna, każdorazowo w I dekadzie września. W reprezentatywnych próbach materiału roślinnego oznaczono zawartości: azotu ogólnego – metodą Kjeldahla, które przeliczono na zawartość białka ($\text{N w g} \cdot \text{kg}^{-1} \times 6,25$), cynku i miedzi metodą adsorpcji atomowej przy użyciu aparatu AAS – 4. Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie, poddając je analizie wariancji według modelu zgodnego z układem doświadczenia, oceniając istotność różnic testem Tukey'a, o poziomie istotności $\alpha=0,05$.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Wielkości plonu kukurydzy uprawianej na kiszonce mieściły się w granicach od 5,05 do 6,15 t·ha⁻¹, średnio w doświadczeniu – 5,85 t·ha⁻¹ (tab. 1). Stwierdzono, że plon kukurydzy uprawianej na kiszonce istotnie zależał od zastosowanej formy chemicznej cynku i był on zawsze istotnie wyższy od plonu uzyskanego z obiektu kontrolnego.

Tabela 1
Table 1

Plon kukurydzy uprawianej na kiszonce (średnia z trzech lat w t·ha⁻¹)
The yield of on silage cultivated maize (the average from 3. years in t·ha⁻¹)

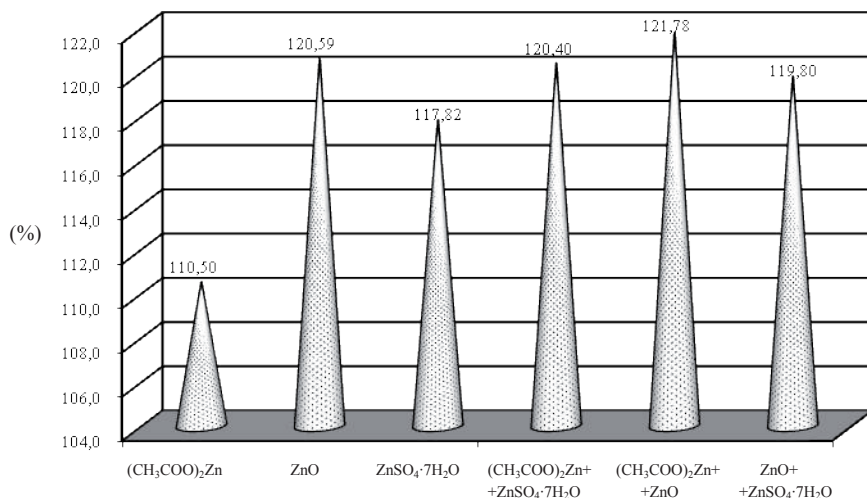
Forma cynku – Form of zinc	Średnio – Mean
0	5,05
(CH ₃ COO) ₂ Zn	5,58
ZnO	6,09
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	5,95
(CH ₃ COO) ₂ Zn+ ZnSO ₄ ·7H ₂ O	6,08
CH ₃ COO) ₂ Zn + ZnO	6,15
ZnO + ZnSO ₄ ·7H ₂ O	6,05
Średnio – Mean	5,85

NIR-LSD_(0,05) = 0,456

Istotnie najwyższy plon uzyskano z obiektu, na którym zastosowano łącznie dwie formy chemiczne cynku: octan i tlenek. Różnica w porównaniu z obiektem bez cynku wyniosła 1,10 t·ha⁻¹, co stanowiło 21,8% (rys. 1). Natomiast Korzeniowska i Gembarzewski (1996) stwierdzili, że przyrost w do stosunku kontroli wyniósł aż 71%.

Cynk z uwagi na jego funkcje metaboliczne może zwiększać akumulację azotu w roślinach, a w konsekwencji również plon kukurydzy (Sztuder 2009). Wrońska i wsp. (2007) wykazali, że przy dawkach cynku większych od wartości krytycznej, która wynosi 0,5 Zn kg·ha⁻¹, występuje dodatkowy wzrost plonu, co potwierdzają również badania własne. Z literatury przedmiotu wynika także, że dawka w zakresie od 1,0 do 1,5 kg Zn·ha⁻¹ pozwoliła na osiągnięcie wyższego plonu i znaczne zmniejszenie dawki nawozowej azotu (Korzeniowska, Gembarzewski 1996, Wrońska i wsp. 2007a, Mickiewicz, Wróbel 2008).

Azot ogólny jest bardzo ważnym składnikiem pokarmowym dla roślin i decyduje on o wysokości i jakości uzyskiwanych plonów. Wynika to z funkcji, jakie pełni w roślinie, m.in. uczestniczy w syntezie białka. Zawartość białka ogólnego w kukurydzy uprawianej na kiszonce mieściło się średnio w granicach od 82,25 g·kg⁻¹ do 94,25 g·kg⁻¹, średnio w doświadczeniu wyniosło 90,25 g·kg⁻¹ (tab. 2).



Rys. 1. Wielkość plonu kukurydzy uprawianej na kiszonkę w stosunku do obiektu kontrolnego (%) (plon z obiektu kontrolnego = 100)

Fig. 1. The yield of on silage cultivated maize in comparison to the control object (%) (the yield in control object = 100)

Tabela 2

Table 2

Zawartość białka ogólnego w kukurydzy uprawianej na kiszonkę (średnia z trzech lat w g·kg⁻¹)

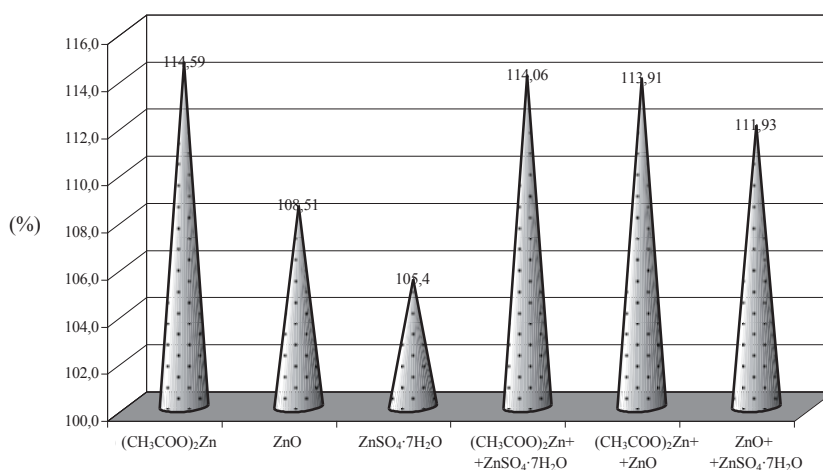
The total protein content of on silage cultivated maize (the average from 3 years in g·kg⁻¹)

Forma cynku – Form of zinc	Średnio – Mean
0	82,25
(CH ₃ COO) ₂ Zn	94,25
ZnO	89,25
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	86,69
(CH ₃ COO) ₂ Zn + ZnSO ₄ ·7H ₂ O	93,81
CH ₃ COO) ₂ Zn + ZnO	93,69
ZnO + ZnSO ₄ ·7H ₂ O	92,06
Średnio – Mean	90,25

NIR-LSD_(0,05) = 3,716

Zawartość białka ogólnego istotnie determinowana była badanymi formami chemicznymi cynku i była wyższa w stosunku do zawartości uzyskanych w obiekcie kontrolnym. Istotnie najwyższą zawartością tego parametru charakteryzowała się kukurydza zebrana po zastosowaniu cynku w formie soli octanowej, a różnica w stosunku do obiektu kontrolnego wynosiła 14,6% (rys. 2). Sztuder (2009) stwierdziła również podobny wzrost

białka w stosunku do kontroli. Należy podkreślić, że zawartość białka w kukurydzy uprawianej na kiszonkę była zawsze wyższa tam, gdzie stosowano octan łącznie z innymi badanymi formami cynku. Natomiast najniższą zawartością białka charakteryzowała się kukurydza pochodząca z obiektu, w którym wykorzystywano cynk w formie siarczanej. Zawartość ta była o 5,4% niższa w stosunku do zawartości oznaczonej w obiekcie bez nawożenia cynkiem (rys. 2). Cynk jest pierwiastkiem, którego stosowanie w uprawie kukurydzy na kiszonkę prowadzi do zwiększenia efektywności nawożenia azotem, zmniejszając tym samym nakłady na nawożenie oraz zwiększając akumulację azotu w roślinach, co w konsekwencji prowadzi do wyżki plonu. Kukurydza zebrana z obiektów nawożonych cynkiem jest lepiej odżywiona azotem w stosunku do roślin nienawożonych tym składnikiem (Wrońska 2006). Również Wrońska i wsp. (2007a) wykazali w swoich badaniach, że kukurydza akumulowała azot proporcjonalnie do dawki cynku, osiągając maksymalne wartości przy dawce $1 \text{ kg Zn}\cdot\text{ha}^{-1}$.



Rys. 2. Zawartość białka ogólnego w kukurydzy uprawianej na kiszonkę w stosunku do obiektu kontrolnego (%) (zawartość białka ogólnego z obiektu kontrolnego = 100)

Fig. 2. The total protein content of on silage cultivated maize in comparison to the control object (%) (the content of general protein in control object = 100)

Cynk jest mikropierwiastkiem wchodzącym w skład wielu enzymów, uczestniczy jako ich aktywator. Bierze także udział w metabolizmie azotowym, fosforowym i węglowodanowym (Mickiewicz, Wróbel 2008).

Zawartości cynku w kukurydzy uprawianej na kiszonkę mieściły się w przedziale od 7,08 do 17,09 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, a średnio w doświadczeniu 15,01 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 3). Zawartości te istotnie zależały od zastosowanej formy chemicznej cynku. Na każdym z badanych obiektów stwierdzono ponad dwukrotnie wyższe zawartości cynku w kukurydzy w stosunku do obiektu kontrolnego. Istotnie najwyższą zawartością tego pierwiastka charak-

teryzowała się kukurydza uzyskana z obiektu, gdzie zastosowano łącznie formę octanową i siarczanową cynku, była ona wyższa aż o 141,4% w stosunku do kontroli (rys. 3). Natomiast istotnie najniższą zawartość cynku stwierdzono w kukurydzy uzyskanej po zastosowaniu cynku wyłącznie w formie siarczanowej(VI), a różnica wynosiła 118,6% w stosunku do kontroli (rys. 3). Uprawiając kukurydzę w monokulturze, można zaobserwować niedobory składników pokarmowych w glebie, przede wszystkim tych, które nie są wnoszone z nawożeniem podstawowym, a więc mikroelementów. Ten stan pogarsza zmniejszenie produkcji obornika oraz stosowanie wysokich dawek nawozów NPK. Niedobory mikroelementów mogą ograniczać pobieranie makroskładników, wpływając tym samym na wzrost, rozwój i gromadzenie składników odżywczych przez rośliny (Mickiewicz, Wróbel 2008, Wrońska i wsp. 2007a).

Tabela 3

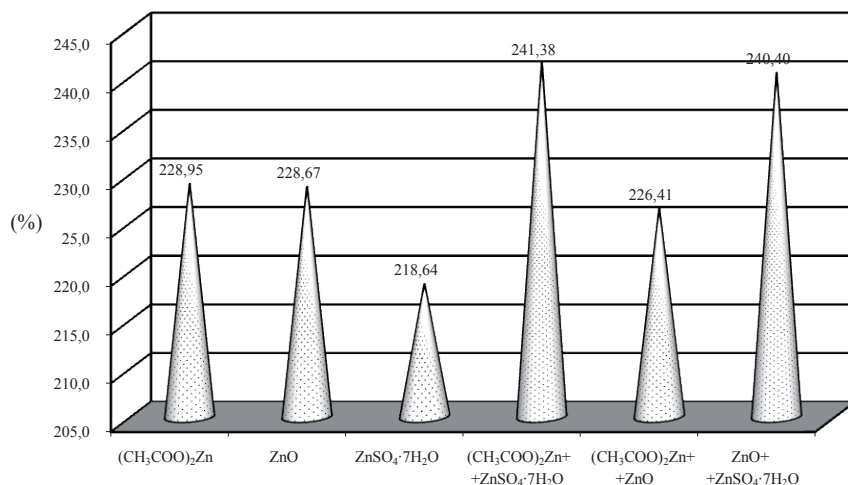
Table 3

Zawartość cynku w kukurydzy uprawianej na kiszonkę (średnia z trzech lat $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
The zinc content of on silage cultivated maize (the average from 3 years in $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Forma cynku – Form of zinc	Średnio – Mean
0	7,08
$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}$	16,21
ZnO	16,19
$\text{ZnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$	15,48
$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} + \text{ZnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$	17,09
$\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} + \text{ZnO}$	16,03
$\text{ZnO} + \text{ZnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$	17,02
Średnio - Mean	15,01

NIR-LSD_(0,05) = 0,502

W glebach o odczynie obojętnym, gdy wartość pH wynosi powyżej 6,5, oraz o wysokiej zasobności w przyswajalne formy fosforu, występuje utrudnione pobieranie cynku przez rośliny (Kruczek, Księżak 2006), czego nie zaobserwowano w przeprowadzonych badaniach, w których kukurydzę uprawiano na glebie o wartości pH 6,2 i niskiej zasobności w przyswajalne formy fosforu. Kruczek i Bober (2004) w swoich badaniach wykazali, że zasilanie kukurydzy podczas wegetacji nawozem zawierającym mikroelementy wpłynęło na wzrost zawartości cynku średnio o 6,5% w porównaniu z obiektem kontrolnym, natomiast Czuba (1993, 2000) stwierdził, że przy intensywnym, dolistnym dokarmianiu roślin podczas jednego okresu wegetacyjnego można pokryć potrzeby mikroelementowe kukurydzy w 20–50%.



Rys. 3. Zawartości cynku w kukurydzy uprawianej na kiszonkę w stosunku do obiektu kontrolnego (%) (zawartość cynku z obiektu kontrolnego = 100)

Fig. 3. The zinc content of on silage cultivated maize in comparison to the control object (%) (the content of zinc in control object = 100)

Miedź należy do składników pokarmowych, które są mało ruchliwe w roślinie. Jedną z podstawowych funkcji, jaką pełni miedź w metabolizmie roślin, jest jej udział w enzymach będących miedzioproteinami (Korzeniowska, Gembarzewski 1996). Zawartość miedzi w kukurydzy uprawianej na kiszonkę mieściła się w przedziale od 3,27 do 5,52 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, a średnio w doświadczeniu 4,34 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (tab. 4) i była istotnie determinowana badanymi formami chemicznymi cynku. Po zastosowaniu cynku stwierdzono na ogół istotnie wyższą zawartość miedzi w stosunku do obiektu kontrolnego.

Tabela 4

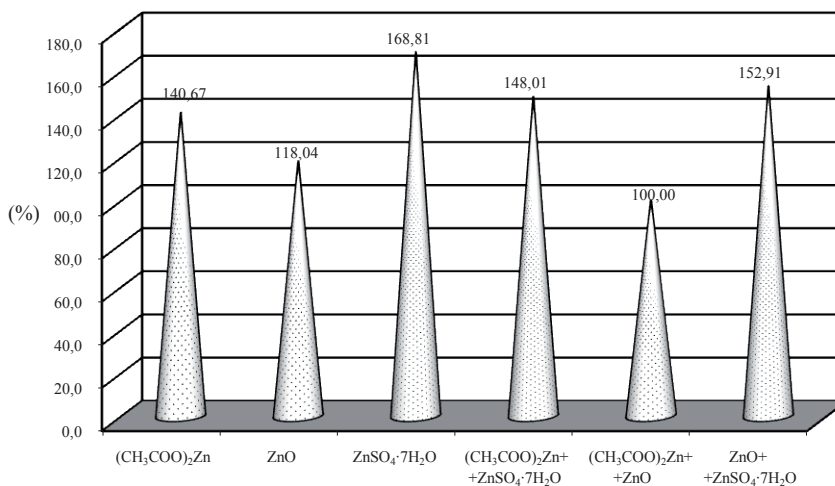
Table 4

Zawartość miedzi w kukurydzy uprawianej na kiszonkę (średnia z trzech lat $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
The copper content of on silage cultivated maize (the average from 3 years in $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Forma cynku – Form of zinc	Średnio – Mean
0	3,27
$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}$	4,60
ZnO	3,86
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	5,52
$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} + \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4,84
$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} + \text{ZnO}$	3,27
$\text{ZnO} + \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	5,00
Średnio – Mean	4,34

NIR-LSD_(0,05) = 0,486

Wyjątek w tym przypadku stanowiła zawartość miedzi w kukurydzy pochodzącej z obiektu, gdzie aplikowano cynk w formie mieszaniny octanu i tlenku, która kształtowała się na poziomie obiektu kontrolnego i wynosiła $3,27 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Istotnie najwyższą zawartością miedzi charakteryzowała się kukurydza uzyskana po zastosowaniu siarczanu (VI) cynku i była wyższa aż o 68,8% w porównaniu z zawartością stwierdzoną na obiekcie kontrolnym (rys. 4). Z literatury przedmiotu wynika, że aplikacja nawozów mikroelementowych wpływa dodatnio na wzrost zawartości miedzi w kukurydzy (Korzeniowska, Gembarzewski 1996, Kruczek, Bober 2004).



Rys. 4. Zawartości miedzi w kukurydzy uprawianej na kiszonkę w stosunku do obiektu kontrolnego (%) (zawartość miedzi z obiektu kontrolnego = 100)

Fig. 4. The copper content of on silage cultivated maize in comparison to the control object (%) (the content of copper in control object = 100)

WNIOSKI

1. Wielkość plonu kukurydzy uprawianej na kiszonkę była w dużym stopniu determinowana badanymi formami chemicznymi cynku. Istotnie najwyższy plon kukurydzy uzyskano w wyniku zastosowania łącznie dwóch form chemicznych cynku: octanu i tlenku.

2. Zawartości białka ogólnego, cynku i miedzi w kukurydzy uprawianej na kiszonkę były istotnie uwarunkowane stosowaniem badanych form cynku. Średnio istotnie najwyższą zawartość:

- białka ogólnego stwierdzono po zastosowaniu cynku w formie octanowej;
- cynku uzyskano po łącznej aplikacji tego pierwiastka w formie octanowej i siarczanu(VI), natomiast miedzi jedynie po zastosowaniu siarczanu (VI) cynku.

PIŚMIENNICTWO

- Czuba R., 1993. Efekty dolistnego dokarmiania roślin uprawnych. II. Reakcja roślin na dolistne stosowanie mikroelementów i azotu łącznie z mikroelementami. *Rocz. Glebozn.*, 44 (3/4), 79–87.
- Czuba R., 2000. Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 471, 161–170.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wyd. II, PWN, Warszawa.
- Korzeniowska J., Gembarzewski H., 1996. Reakcja na nawożenie mikroelementami kukurydzy uprawianej na glebach lekkich w świetle doświadczeń wazonowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 434, 117–122.
- Kruczek G., Bober A., 2004. Wpływ różnych sposobów dokarmiania roślin na zawartość miedzi, cynku, manganu i żelaza w ziarnie kukurydzy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 502, 181–187.
- Kruczek A., Książak J., 2006. Wpływ niedoborów składników pokarmowych na wzrost i plonowanie kukurydzy. *Więś Jutra*, 3 (92), 10–12.
- Lipski S., 2003. Produkcja ziarna kukurydzy w Polsce i w Europie – stan obecny i perspektywy. *Kukurydza*, 2 (22), 11–16.
- Michalski T., 2005. Produkcja kukurydzy w 2004 i jej wykorzystanie. *Kukurydza*, 2 (26), 4–8.
- Mickiewicz A., Wróbel S., 2008. Dolistne nawożenie borem i cynkiem kukurydzy uprawianej w monokulturze w zależności od systemu uprawy roli. *Fragm. Agronom.*, 2, 82–92.
- Murrel T.S., Childs, 2000. Redefining corn yield Potential. *Better Crops*, 84, 33–37.
- Rocznik statystyczny RP, 2009. GUS. Rok LXIX Warszawa.
- Sulewska H., 1997. Środowiskowe i ekonomiczne uwarunkowania uprawy i kierunków użytkowania kukurydzy w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 450, 15–29.
- Sztuder H., 2009. Ocena efektywności dolistnego dokarmiania wybranych gatunków roślin nawozami płynnymi zawierającymi mikroelementy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 541, 417–424.
- Wrońska M., 2006. Cynk jako czynnik żywieniowy zwiększający efektywność nawożenia azotem kukurydzy uprawianej na ziarno. Praca doktorska AR w Poznaniu.
- Wrońska M., Grzebisz W., Potarzycki J., Gaj R., 2007a. Reakcja kukurydzy na nawożenie azotem i cynkiem. I. Plon i struktura plonu ziarna. *Fragm. Agronom.*, 2, 390–399.
- Wrońska M., Grzebisz W., Potarzycki J., Gaj R., 2007b. Reakcja kukurydzy na nawożenie azotem i cynkiem. II. Akumulacja składników mineralnych w fazie dojrzałości pełnej. *Fragm. Agronom.*, 2, 400–407.

THE REACTION OF SILAGE CULTIVATED MAIZE ON DIFFERENT CHEMICAL FORM OF ZINC FERTILIZERS

Summary

Maize grown in Poland for over a hundred years and the prevailing direction of increasing importance is growing for silage. Therefore taken the test, whose aim was to determine whether and to what extent zinc applied in various chemical forms (acetate, sulfate (VI) and oxide), on the background of continuous fertilization, determines the chemical composition of maize for silage.

Field experiment was conducted in 2009 in the individual farm situated in the municipality Zławieś Wielka. The yield, the content of general protein, zinc and copper in on silage cultivated maize essentially determined by chemical form of zinc and were always higher in compavison to the control object.

KEY WORDS: maize, zinc fertilization, content of general protein, content of zinc and copper

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Zofia Spiak, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Barbara Murawska, Ewa Spychaj-Fabisiak

**STOPIEŃ ZAKWASZENIA GLEBY ORAZ ZAWARTOŚĆ
PRZYSWAJALNYCH FORM CYNKU I MIEDZI JAKO EFEKT
35-LETNIEGO NAWOŻENIA AZOTEM I POTASEM**

**DEGREE OF SOIL ACIDITY AND THE CONTENT
OF AVAILABLE FORMS OF ZINC AND COPPER AS AN EFFECT
OF 35-YEAR NITROGEN AND POTASSIUM FERTILISATION**

Katedra Chemii Rolnej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
Department of Agricultural Chemistry, University of Technology and Life Sciences in
Bydgoszcz

Celem pracy było określenie, w jakim stopniu wieloletnie nawożenie azotowo-potasowe wpływało na kształtowanie wskaźników zakwaszenia oraz zawartości cynku i miedzi w glebie lekkiej. Badania prowadzono na podstawie 35-letnich, statycznych doświadczeń polowych zlokalizowanych na terenie Stacji Badawczej UTP w Wierzchucinku, założonych w 1974 r. na glebie płowej. W badaniach nie stosowano nawożenia naturalnego czy wapnowania. Następczym skutkiem używania przez 35 lat wysokich dawek azotu i potasu oraz uprawiania roślin w płodozmianie pastewno-przemysłowym była zmiana odczynu gleby z lekko kwaśnego na kwaśny lub bardzo kwaśny. Zastosowanie nawożenia azotem i potasem istotnie determinowało wartości kwasowości hydrolitycznej oraz zawartości cynku i miedzi w badanej glebie. Średnio najwyższe wartości badanych parametrów stwierdzono przy stosowaniu azotu w dawce $250 \text{ kgN}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ niezależnie od dawki potasu. Niezależnie od nawożenia azotem najwyższą wartość Hh wykazano, stosując $105 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$, natomiast najwięcej cynku rozpuszczalnego przy najniższej dawce tego makroskładnika, a miedzi wówczas, gdy potasu nie stosowano.

SŁOWA KLUCZOWE: wieloletnie nawożenie azotem i potasem, zawartość w glebie miedzi i cynku odczyn gleby

WSTĘP

Do cytowania – For citation: Murawska B., Spychaj-Fabisiak E., 2010. Stopień zakwaszenia gleby oraz zawartość przyswajalnych form cynku i miedzi jako efekt 35-letniego nawożenia azotem i potasem, Zesz. Nauk UP Wroc., Rol., XCVII, 578, 85–96.

Wieloletnie zróżnicowane nawożenie jest czynnikiem istotnie modyfikującym właściwości fizykochemiczne gleb, zwłaszcza lekkich, i prowadzi z reguły do ich zakwaszenia oraz pogorszenia właściwości sorpcyjnych. Decyduje również o zawartości fitodostępnych frakcji metali ciężkich w glebie, a tym samym wpływa na akumulację tych pierwiastków w roślinach, co w konsekwencji może prowadzić do degradacji gleby oraz odbijać się na wysokości i jakości plonów roślin (Gębski 1998, Kabata-Pendias, Pendias 1999).

Statyczne wieloletnie doświadczenia nawozowe, w których stosowano wyłącznie nawozy mineralne, wykazały destrukcyjny wpływ na środowisko glebowe (Filipek 2003, Mercik, Stępień 2000, Murawska, Spychaj-Fabisiak 2005), jak również na mobilność metali ciężkich.

Celem pracy było określenie, w jakim stopniu wieloletnie nawożenie azotem i potasem decyduje o wartości kwasowości wymiennej, hydrolitycznej oraz zawartości przyswajalnych form cynku i miedzi w glebie lekkiej.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania prowadzono, opierając się na statycznym doświadczeniu polowym założonym w 1974 r., zlokalizowanym na terenie Stacji Badawczej UTP w Wierzchucinku. Geomorficzne pola doświadczalne położone są na glinie zwałowej falistej moreny dennej. Należą do klasy bonitacyjnej III b – gleby orne, średnio dobre i IV a – gleby orne średniej jakości, lepsze. Doświadczenie zlokalizowano na glebie płowej typowej. Średnia temperatura powietrza kształtowała się na poziomie 7,7°C, a średnia półrocza letniego (IV–IX) 14,0°C, natomiast średnia roczna suma opadów atmosferycznych była bardzo niska i wynosiła zaledwie 432 mm. Według klasyfikacji międzynarodowej gleb FAO-UNESCO jest to Albic Luvisols.

Podstawowe dane charakteryzujące glebę przed założeniem doświadczenia i w roku badań przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Table 1

Właściwości fizykochemiczne gleby przed założeniem doświadczenia i w roku badań
Physicochemical properties of soil prior to the experiment and in the research year

Parametr – Parameter		Lata – Years		
		1974	2009	
C-organiczny – C-organic	(g·kg ⁻¹)	13,0	6,60	
N-ogółem – N-total		1,0	0,92	
Według Egnera-Riehma (DL)	(mg·kg ⁻¹)	68,8	49,7	
Acc. Egner-Riehm (DL)		166,7	96,8	
pH w 1 mol KCl·dm ⁻³		6,0	3,7–4,8	
Kwasowość hydrolityczna – Hydrolitic acidity		(mmol(+):kg ⁻¹)	14,3	30,1
Fracja –fraction ø<0,002 mm		(%)	16	13

Doświadczenie założono w trzech powtórzeniach. Obiektami pierwszego czynnika były trzy poziomy nawożenia azotem ($n=3$), a obiektami drugiego czynnika cztery poziomy nawożenia potasem ($n=4$) na tle stałego nawożenia fosforem (tab. 2). Nawozy azotowe stosowano w formie saletry amonowej, natomiast potasowe i fosforowe odpowiednio w formach soli potasowej (50% K) i superfosfatu potrójnego. W badaniach nie stosowano nawożenia naturalnego czy wapnowania.

Wykaz uprawianych roślin i wysokość zastosowanych dawek nawozów mineralnych przedstawiono w tabeli 2. Oznaczenia przyjęte w tabeli 2 poszczególnych poziomów nawożenia azotem i potasem będą obowiązywały podczas omawiania wyników.

W roku prowadzenia badań w ramach zmianowania w doświadczeniu uprawiano kukurydzę odmiany „Nekta” przeznaczoną na zielonkę, którą wysiano 14.04.2009 r., a zbioru dokonano 31.08.2009 r.

Tabela 2
Table 2

Wykaz uprawianych roślin i wysokość zastosowanych dawek NPK ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
List of crops and the NPK doses applied

Roślina – Crop	Poziom nawożenia – Level fertilization ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)							
	N ₁	N ₂	N ₃	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃	P
Kukurydza na kiszonkę – Maize green	80	160	240	0	50	100	150	35
Rzepak ozimy – Winter rape	80	160	240	0	50	100	150	35
Pszenvica ozima – Winter wheat	50	100	150	0	33	66	100	35
Żyto na zielonkę – Rye for silage	40	80	120	0	25	50	75	35
Średnia – Mean ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$)	83	167	250	0	53	105	158	35

Wszystkie zabiegi pielęgnacyjne wykonane zostały zgodnie z wymogami poprawnej agrotechniki badanej rośliny. Po zbiorach z każdego poletka pobrano próbki glebowe, w których wykonano następujące oznaczenia:

- kwasowość hydrolityczna metodą Kappena,
- kwasowość wymienna w $1 \text{ mol KCl}\cdot\text{dm}^{-3}$,
- zawartości form rozpuszczalnych cynku i miedzi metodą spektroskopii atomowej (AAS), za pomocą spektrometru PU 9100X po ekstrakcji w $1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ HCl (Anonim 1985).

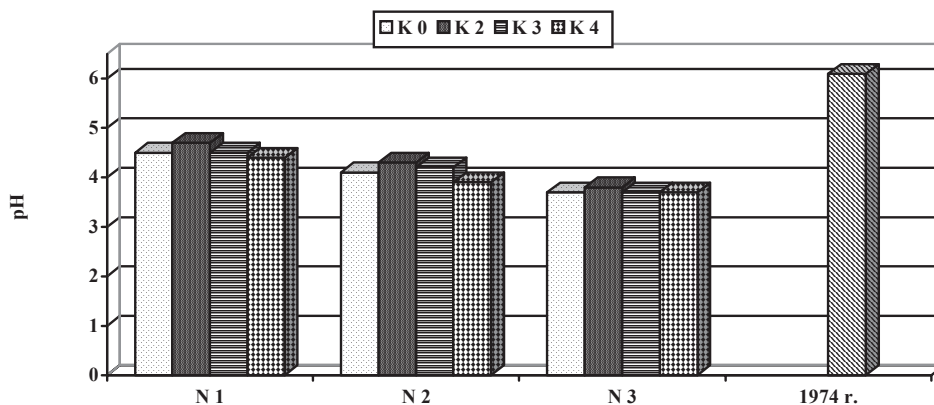
Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie, poddając je analizie wariancji według modelu zgodnego z układem doświadczenia, wykorzystując do oceny istotności różnic test Tukey'a.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Czynniki antropogeniczne mogą być przyczyną zakwaszenia gleby, jak również uruchamiania metali ciężkich w środowisku glebowym (Filipek, Badora 1999, Filipek 2003, Spsychaj-Fabisiak i wsp. 2003). Stosowane w rolnictwie nawozy – zarówno mineralne,

jak i naturalne – mogą pogłębiać procesy zakwaszenia, działać obojętnie lub neutralizować środowisko glebowe (Mercik, Stępień 2000, Kaczor, Brodowska 2008).

Przed założeniem doświadczenia w 1974 r. badana gleba charakteryzowała się lekko kwaśnym odczynem (pH_{KCl} 6,0) (tab. 1). W roku prowadzenia badań (2009) wartości te mieściły się już w zakresie od 3,7 do 4,7, a zatem uległy obniżeniu o od 2,3 do 1,3 jednostek pH w stosunku do wartości wyjściowej, co pozwala badane gleby zakwalifikować do kwaśnych i bardzo kwaśnych (rys. 1).



Rys. 1. Zmiany wartości pH_{KCl} pod wpływem zastosowanego nawożenia azotem i potasem (1974 i 2009 r.)

Fig. 1. Changes in the value of pH_{KCl} as a result of the nitrogen and potassium fertilisation applied (1974 and 2009)

Zmiany odczynu gleby uzależnione są od jej właściwości buforowych, które decydują w znacznym stopniu o odporności gleby na zakwaszające czynniki pochodzenia antropogenicznego (Łabętowicz i wsp. 1998, Mazur i wsp. 1998, Filipek 2003). Najslabszymi właściwościami buforowymi charakteryzują się gleby lekkie (bielicowe, płowe), a najbardziej odporne na czynniki zakwaszające są czarnoziemy (Spychaj-Fabisiak 2003b). Należy zaznaczyć, że badania prowadzono na glebie lekkiej, która charakteryzowała się słabymi właściwościami buforowymi (klasa bonitacyjna III b) i zawierała tylko 13% części spławianych (tab. 1), co zapewne przyczyniło się do wyraźnego zakwaszenia.

Warto podkreślić, że po 35 latach badań stwierdzono obniżenie wartości pH z 6,0 do 3,7 w obiektach, gdzie zastosowano zarówno najwyższe dawki azotu bez potasu (N_3K_0), jak również gdzie stosowano najwyższą dawkę azotu łącznie z potasem (N_3K_3). Podobne tendencje stwierdzili Filipek (2003) oraz Kaczor i Brodowska (2008), według których wysokie, intensywne nawożenie mineralne wpływało na obniżenie wartości pH gleby nawet o 1 jednostkę w zależności od dawki nawozu i właściwości gleby.

W przeprowadzonych badaniach o takim zakwaszeniu badanej gleby decydowało prawdopodobnie oddziaływanie stosowanego przez 35 lat bardzo wysokiego nawożenia

mineralnego, które średnio wynosiło $292 \text{ kgNPK}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ oraz rodzaj uprawianych roślin (płodozmian pastewno-przemysłowy) (tab. 2). Należy nadmienić, że średnie zużycie NPK w Polsce w 2009 r. wynosiło zaledwie $117,9 \text{ kg}\cdot\text{NPK}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}$ (Rocznik Statystyczny... 2009). Wysoki poziom nawożenia mineralnego przypuszczalnie powoduje zmniejszenie aktywności drobnoustrojów, co w konsekwencji prowadzić może między innymi do zmian wartości pH (Mazur i wsp. 1998, Jakubus i wsp. 1997, Czeakała 2004).

Intensywne nawożenie mineralne, zwłaszcza nawozami fizjologicznie kwaśnymi, decydować może również o zmianach wartości kwasowości hydrolytycznej (Mazur i wsp. 1998, Filipek, Badora 1999, Łabętowicz i wsp. 1998, Murawska, Spychaj-Fabisiak 2005). Po 35 latach stosowania wyłącznie nawożenia mineralnego, z pominięciem wapnowania i stosowania nawozów naturalnych, zmianom wartości pH badanej gleby towarzyszył wzrost kwasowości hydrolytycznej (tab. 3). W roku prowadzenia badań średnie wartości tego parametru, pod wpływem działania badanych czynników, były bardzo zróżnicowane i mieściły się w szerokich granicach od $22,75$ do $38,50 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$, przy średniej z doświadczenia wynoszącej $30,52 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 3). Wartość Hh w 2009 r. była ponad dwukrotnie wyższa w stosunku do wartości wyjściowej oznaczanej w 1974 r. (tab. 1). Najwyższą wartość kwasowości hydrolytycznej stwierdzono w próbkach glebowych pobranych z obiektu N_3K_2 , gdzie zastosowano $250 \text{ kg}\cdot\text{N ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ i $105 \text{ kg}\cdot\text{K ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ (tab. 3). Wartość ta była prawie trzykrotnie wyższa w stosunku do wartości wyjściowej (tab. 1).

Tabela 3

Table 3

Wartość kwasowości hydrolytycznej w próbkach glebowych ($\text{mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$)
Value of hydrolytic acidity in soil samples

Poziom nawożenia Level fertilization	K_0	K_1	K_2	K_3	Średnia Mean
N_1	23,62	22,75	31,50	25,81	25,92
N_2	27,56	28,00	33,54	28,88	29,49
N_3	38,08	34,41	38,50	33,54	36,13
Średnia – Mean	29,76	28,39	34,52	29,41	30,52
NIR _(p=0,05) dla: LSD _(p=0,05) for:	I	II	II x I	I x II	
	1,375	1,674	2,628	2,900	

Według Mazura i wsp. (1998) nawożenie mineralne stosowane w bardzo wysokich dawkach ($12 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ w ciągu 20 lat) powoduje wzrost wartości kwasowości hydrolytycznej średnio o $3 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ gleby. W przeprowadzonych badaniach stosowanie $294 \text{ kg}\cdot\text{NPK ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ przez 35 lat ($10,3 \text{ t NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$) wpłynęło na wzrost wartości Hh średnio o $15,8 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ gleby, co stanowiło $0,45 \text{ mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$.

Wartość kwasowości hydrolytycznej była istotnie determinowana badanymi czynnikami, jak również ich współdziałaniem (tab. 3). Zastosowane zróżnicowane dawki

azotu wpływały w dużym stopniu na wzrost badanego parametru. Średnio najwyższą wartość Hh stwierdzono w próbkach gleby pobranych z obiektu N3 ($250 \text{ kg} \cdot \text{N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) – była ona istotnie wyższa, bo o 39 i 22%, w porównaniu z wartością Hh stwierdzoną w próbkach glebowych pobranych z obiektów odpowiednio: N1 i N2.

Uzyskane wyniki są zgodne z badaniami przeprowadzonymi przez licznych autorów (Bednarek, Lipiński 1998, Strączyński 1998, Małecka, Różalski 1998, Murawska, Spychaj-Fabisiak 2005), według których wzrastające nawożenie azotem na tle stałych dawek pozostałych składników zwiększa wyraźnie kwasowość hydrolityczną, a obniża w niewielkim stopniu pH w poziomie Ap.

Zmiany wartości kwasowości hydrolitycznej w poszczególnych obiektach doświadczenia pod wpływem nawożenia potasem kształtowały się nieco odmiennie, w porównaniu z działaniem azotu (tab. 3). Średnio najwyższą wartość badanego parametru stwierdzono w próbkach gleby pobranych z obiektu K2 – była ona istotnie wyższa w porównaniu z wartościami stwierdzonymi w obiektach K0 – o 16% i K1 – o 22%. Podwyższenie dawki potasu o kolejne $50 \text{ kg} \cdot \text{K} \cdot \text{ha}^{-1}$ (K3) nie różnicowało istotnie badanego parametru.

Rozpatrując oddziaływanie zastosowanego nawożenia azotem i potasem na wartość kwasowości hydrolitycznej badanej gleby, stwierdzono, iż istotnie najwyższe wartości tego parametru występowały w obiektach K2, przy wszystkich trzech poziomach nawożenia azotem (N1K2, N2K2 oraz N3K2.). Uzyskane wyniki w pełni znajdują potwierdzenie w badaniach innych autorów (Strączyński 1998, Filipek, Badora 1999, Łabętowicz 1998, Filipek 2003), według których stosowanie wysokich dawek azotu i potasu prowadzi w konsekwencji do zakwaszenia gleby i wzrostu wartości kwasowości hydrolitycznej.

Naturalna zawartość cynku w środowisku glebowym zależy głównie od zasobności skały macierzystej, natomiast jego bioprzyswajalność uzależniona jest nie tylko od właściwości gleby, ale również od gatunku uprawianej rośliny, które determinują jego chemiczną mobilność (Kabata-Pendias 2002, Terelak, Lipiński 2002, Strączyński 2002).

Wieloletnie użytkowanie badanej gleby poprzez stosowanie intensywnego nawożenia mineralnego bez użycia nawozów naturalnych przyczyniło się nie tylko do pogorszenia jej właściwości fizykochemicznych (tab. 1), ale również do uruchamiania przyswajalnych form cynku. Zawartości te mieściły się w granicach od 6,19 do $10,79 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ przy średniej z doświadczenia równej $8,15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (tab. 4). Tak duże zróżnicowanie zawartości cynku można połączyć z postępującym zakwaszeniem badanych gleb, które zapewne przyczyniło się do wzrostu procesów rozpuszczalności różnych form chemicznych tego pierwiastka (Kabata-Pendias, Pendias 1999, Terelak i wsp. 2000). Stwierdzone zawartości są poniżej średniej krajowej podawanej przez Kabatę-Pendias (1999) dla regionu rolniczego (Dz. U. Nr 165 poz. 1359, 2002).

Stwierdzono, że średnie zawartości przyswajalnych form cynku były na ogół najwyższe w próbkach glebowych pobranych z obiektów, gdzie stosowano najwyższą dawkę azotu (N3) (tab. 4) i które jednocześnie charakteryzowały się najniższymi wartościami pH (rys. 1) Z badań przedmiotu wynika (Assami i wsp. 1995, McBride i wsp. 1997), że sorpcja cynku zależy od odczynu gleby, a optymalne warunki osiąga przy pH 5,8, natomiast przy wartościach niższych sorpcja zanika, co przyczynia się do zwiększenia jego zawartości w roztworze glebowym. Uzyskane wyniki potwierdzają tę zależność.

Tabela 4
Tabela 4Zawartość przyswajalnych form cynku ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Content of available forms of zinc in soil

Poziom nawożenia Level fertilization	K_0	K_1	K_2	K_3	Średnia Mean
N_1	6,84	6,72	6,19	6,44	6,55
N_2	8,98	7,31	10,54	8,32	8,80
N_3	10,79	7,9	8,39	9,21	9,08
Średnia – Mean	8,87	7,31	8,37	7,99	8,15
NIR _(p=0,05) dla:	I	II	II x I	I x II	
LSD _(p=0,05) for:	2,016	1,082	1,875	2,459	

Zawartości przyswajalnych form cynku w badanych próbkach gleby były istotnie determinowane zastosowanym nawożeniem azotem i potasem (tab. 4). Po zastosowaniu wyższych dawek azotu na poziomie N_2 i N_3 (167 i $250 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$) stwierdzono znaczny wzrost zawartości cynku w próbkach glebowych odpowiednio o 34 i 39% w porównaniu z zawartościami stwierdzonymi na obiekcie, gdzie wykorzystano najniższą dawkę azotu – średnio $83 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ (N_1). Natomiast po zastosowaniu potasu najwyższą średnią zawartość cynku wykazano w próbkach glebowych pobranych z obiektu, gdzie nie używano potasu (K_0). Wartość ta była istotnie wyższa, bo o $21,3\%$, w porównaniu z wartością stwierdzoną na obiekcie K_1 . Kolejne podwyższenie dawek potasu nie różnicowało znacznie wartości tego parametru.

Uzyskane wyniki badań są zgodne z badaniami innych autorów (Strączyński 2002, Spiak, Wall 2000, Murawska, Spychaj-Fabisiak 2006), według których znaczne zróżnicowanie zawartości Zn w glebie może być powodowane wieloletnim nawożeniem azotowym wpływającym na zakwaszenie gleby, a tym samym na zwiększenie bioprzyswajalności cynku.

W przeprowadzonych badaniach zróżnicowanie zawartości cynku w glebie jest niewątpliwie wypadkową współdziałania stosowanego intensywnego konwencjonalnego nawożenia i zmianowania roślin w warunkach wieloletniego doświadczenia (Murawska, Spychaj-Fabisiak 2006). Wyraźny wpływ na zawartość cynku i jego mobilność w glebie miało również zmianowanie roślin. Uprawiane rośliny w zmianowaniu pobierają z pło-nami duże ilości cynku: kukurydza – $1,2 \text{ kg/ha}$, rzepak – $0,35 \text{ kg/ha}$ i zboża – $0,3 \text{ kg/ha}$ (Czuba 2000, Spiak, Wall 2000, Czeakała 2002). Obliczono, że średnia zawartość przyswajalnego cynku w przeliczeniu na hektar (25 cm warstwa orna) wynosiła $20 \text{ kg}\cdot\text{Zn}\cdot\text{ha}^{-1}$, co w pełni pokrywało potrzeby pokarmowe uprawianych roślin.

Zasobność gleby w przyswajalne formy miedzi mieściła się w przedziale od $1,31$ do $2,20 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, przy średniej z doświadczenia $1,68 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 5), zatem badane próbki glebowe można zakwalifikować w zależności od zastosowanych czynników do klasy zasobności niskiej (III) lub średniej (II) (Kabata-Pendias, Pendias 1999).

Tabela 5
Table 5Zawartość przyswajalnych form miedzi w glebie ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Content of available forms of copper in soil

Poziom nawożenia Level fertilization	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃	Średnia Mean
N ₁	1,31	1,58	1,65	2,01	1,64
N ₂	1,46	1,50	1,77	1,61	1,58
N ₃	1,74	2,20	1,68	1,61	1,80
Średnia – Mean	1,50	1,76	1,70	1,74	1,68
NIR _(p=0,05) dla: LSD _(p=0,05) for:	I 0,094.	II 0,113	II x I 0,196	I x II 0,178	

Zastosowane nawożenie azotem różnicowało istotnie zawartości przyswajalnych form miedzi w próbkach glebowych (tab. 5). Średnią najwyższą zawartością przyswajalnych form Cu charakteryzowały się próbki pobrane z obiektów, gdzie wykorzystano najwyższą dawkę azotu (N3). Badania przeprowadzone przez Rabikowską i Piszcz (2004) wykazały natomiast, iż wzrastające dawki azotu prowadziły do intensywniejszego pobierania miedzi z gleby, a tym samym do nieoszczędnego pobierania tego składnika przez większość uprawianych roślin, co skutkowało zmniejszeniem jego zawartości w glebie. Zależności tej nie potwierdzają badania Gładysiak i wsp. (1991), gdyż autorzy nie stwierdzili zmian w zawartości miedzi w glebie przy zastosowaniu azotu do $120 \text{ kg}\cdot\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Natomiast w przeprowadzonych badaniach stwierdzono niewielki spadek zawartości przyswajalnych form miedzi w próbkach glebowych pobranych z obiektu, gdzie stosowano przez 35 lat średnio $167 \text{ kg}\cdot\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ (N2), w porównaniu z zawartością stwierdzoną w obiekcie N1 ($83 \text{ kg}\cdot\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$). Natomiast podwyższenie dawki azotu do $250 \text{ kg}\cdot\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ (N3) wpłynęło na wzrost zawartości badanego parametru.

Wyniki przeprowadzonych badań własnych są zgodne z wynikami uzyskanymi przez Karczewską (2002), która wykazała, że odczyn gleby zbliżony do obojętnego wpływa w niewielkim stopniu na rozpuszczalność metali ciężkich, w tym miedzi. Autorka ta wzrost rozpuszczalności miedzi zaobserwowała przy wartości pH 5,5, a cynku przy pH 6,5. Powyżej tych wartości dochodziło do przekształcania przyswajalnych form miedzi w związki trudno przyswajalne dla roślin, co świadczy o tym, że rośliny najlepiej pobierają te jony przy odczynie lekko kwaśnym (Domska i wsp. 1998, Mercik, Stępień 2000). Najwyższe zawartości miedzi oraz cynku stwierdzono w próbkach glebowych pobranych z obiektów, gdzie stosowano najwyższą dawkę azotu (N3). Należy podkreślić, że próbki te charakteryzowały się najniższą wartością pH 3,7 (rys. 1).

Nawożenie potasem również istotnie modyfikowało wartość omawianego parametru w badanych próbkach gleby (tab. 5). Istotnie najwyższą zawartość przyswajalnych form miedzi stwierdzono w próbkach glebowych pobranych z obiektu, gdzie stosowano najniższą dawkę potasu (K₁) i była ona znacznie wyższa (o 17,3%) w porównaniu

z zawartością stwierdzoną na obiekcie kontrolnym (K_0). Kolejne podwyższenie dawek potasu (K_2 i K_3) spowodowało nieistotne obniżenie zawartości badanego parametru. Natomiast Domagała-Świątkiewicz i Sady (2001) wykazali, że po zastosowaniu nawozów potasowych, szczególnie ich formy chlorkowej, zwiększyła się dostępność metali ciężkich dla roślin, w tym miedzi. Zdaniem licznych autorów (Kabata-Pendias, Pendias 1999, Gondek, Kopeć 2004, Czekala 2004) zawartość, przyswajalność i wiązanie miedzi w glebie uzależnione są od zawartości substancji organicznej, a tym samym od zmianowania roślin. W omawianym doświadczeniu, które prowadzono, opierając się na płodozmianie pastewno-przemysłowym (tab. 2) średnie zawartości miedzi były stosunkowo niskie, poniżej średniej krajowej ($9,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) dla regionu rolniczego (Kabata-Pendias, Pendias 1999). Stwierdzone zawartości pozwalają zaliczyć badaną glebę do gleb o zawartości naturalnej (stopień zanieczyszczenia „0”).

WNIOSKI

1. Następczym skutkiem stosowania przez 35 lat wysokich dawek azotu i potasu była zmiana odczynu gleby z lekko kwaśnego na kwaśny lub bardzo kwaśny oraz średnio dwukrotny wzrost wartości kwasowości hydrolitycznej w stosunku do wartości wyjściowej (1974 r.).

2. Zróżnicowane nawożenie azotem i potasem istotnie determinowało wartości kwasowości hydrolitycznej oraz zawartości przyswajalnych form miedzi i cynku w badanej glebie lekkiej. Średnio najwyższe wartości badanych parametrów stwierdzono przy stosowaniu azotu w dawce $250 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$, niezależnie od zastosowanej dawki potasu. Niezależnie od nawożenia azotem najwyższą wartość Hh wykazano, stosując $105 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$, najwięcej cynku rozpuszczalnego przy najniższej dawce tego makroskładnika, a miedzi wówczas, gdy potasu nie stosowano.

3. Po 35 latach stosowania intensywnego nawożenia mineralnego stwierdzone zawartości przyswajalnego cynku i miedzi w glebie lekkiej były zdecydowanie niższe od średniej krajowej i mieściły się w granicach przyjętych dla gleb niezanieczyszczonych.

PIŚMIENNICTWO

- Anonim, 1985. Metody oznaczania ruchomych form mikroelementów do rutynowych oznaczeń w stacjach chemiczno-rolniczych. Materiały IUNG, Wrocław, niepublikowane.
- Assami T., Kubata M., Oriksa K., 1995. Distribution of different fraction of cadmium, zinc, lead and copper in unpolluted and polluted soils. *Water Air Soil Pollution*, 83, 187-194.
- Bednarek W., Lipiński W., 1997. Kadm i nikiel w glebie przy zróżnicowanym nawożeniu mineralnym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 448, 35-40.

- Czekała J., 2002. Wpływ zmianowań roślin, deszczowania i nawożenia azotem na zawartość cynku rozpuszczalnego w poziomie próchnicznym gleby. *Zesz. Nauk PAN „Człowiek i Środowisko”*, 33, 367–372.
- Czekała J., 2004. Wpływ czynników agrotechnicznych na zawartość miedzi rozpuszczalnej w poziomie próchnicznym gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 502, 35–42.
- Czuba R., 2000. Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 471, 161–170.
- Domska D., Bobrzecka D., Wojtkowiak K., 1998. Zmiany w zawartości wybranych składników pokarmowych w glebach w zależności od ich odczynu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 456, 525–529.
- Domagała-Świątkiewicz I., Sady W., 2001. Jak ograniczyć nadmierną akumulację metali ciężkich w warzywach? *Owoce – Warzywa – Kwiaty*, (15), 27–28.
- Filipek T., Badora A., 1999. Oddziaływanie nawożenia na kwasowość gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 349, 81–88.
- Filipek T., 2003. Przyrodnicze i antropogeniczne przyczyny oraz skutki zakwaszenia gleb. *Nawozy i Nawożenie*, 3 (8), 5–26.
- Gębski M. 1998. Czynniki glebowe oraz nawozowe wpływające na przyswajanie metali ciężkich przez rośliny. *Post. Nauk Rol.*, 5, 3–16.
- Gładysiak S., Pudełko J., Małecka J., 1991. Wpływ azotu, mikroelementów i nawodnienia na plon ziemniaków oraz skład chemiczny gleby i roślin. *Rocz. AR w Poznaniu*, CCXXVI, 44–51.
- Gondek K., Kopeć M., 2004. Heavy metal binding by humus in soil of long-term static fertilizer experiment at Czarny Potok. *Chem.*, [in:] *Ś. Ekoł*, 11(7), 561–572.
- Jakubus M., Czekała J., Blechacharczyk A., 1997. Wpływ wieloletniego nawożenia na frakcje mikroelementów w glebie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 434, 443–448.
- Kabata-Pendias A., 2002. *Biochemia cynku*. *Zesz. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko”*, 33, 11–18.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wyd. II. PWN, Warszawa.
- Kaczor A., Brodowska M.S., 2008. Oddziaływanie emisji ditlenku siarki i tlenków azotu na zakwaszanie gleb Polski. *Proceedings of EC Opole Vol. 2, No. 1 2008*, 791–798.
- Karczewska A., 2002. Rozpuszczalność miedzi, ołowiu i cynku w glebach zanieczyszczonych w zależności od odczynu i kompleksowania związkami organicznymi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 482, 269–274.
- Łabętowicz J., Korc M., Szulc W., 1998. Zmiany odporności gleb lekkich na zakwaszenie w zróżnicowanych warunkach nawozowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 456, 159–164.
- McBride M.B., Sauve S., Henreschot W., 1997. Solubility control of Cu, Zn, Cd and Pb in contaminated soils. *European J. of Soil Sci.*, 48, 337–346.
- Małecka I., Różalski K., 1998. Wpływ następczy nawożenia azotowego i deszczowania na odczyn gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 456, 143–146.
- Mazur T., Wojtas A., Mazur Z., 1998. Porównanie działania nawożenia organicznego z mineralnym na odczyn i kwasowość gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 456, 251–255.
- Mercik S., Stępień W., 2000. Dostępność mikroelementów w doświadczeniach wieloletnich w zależności od nawożenia i odczynu gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 471, 395–404.
- Murawska B., Fabisiak-Spychaj E., 2005. Ocena wpływu wieloletniego nawożenia mineralnego na właściwości sorpcyjne gleby lekkiej dla różnych zmianowań. *Fragm. Agron.*, 1, (85), 202–213.

- Murawska B., Spychaj-Fabisiak E., 2006. The Relationship Between Available Zinc Content and Basic Parameters of an Arable Soil, *Polish J. Environ. Stud.*, Vol. 15, No. 2a, 436–439.
- Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z., 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Instytut Ochrony Środowiska. Warszawa, 105–107.
- Rabikowska B., Piszcz U., 2004. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wykorzystanie miedzi, manganu i cynku z obornika w czteroletnim zmianowaniu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 502, 267–275.
- Rocznik Statystyczny GUS, 2009.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleb oraz standardów jakości ziemi, 2002, (Dz. U. Nr 165 poz. 1359).
- Spiak Z., Wall L., 2000. Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość cynku w glebach zanieczyszczonych przez hutę miedzi. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 471, 145–152.
- Spychaj-Fabisiak E., Murawska B., Janowiak J. 2003a. Zmiany podstawowych wskaźników zakwaszenia gleby i zawartości przyswajalnych form fosforu pod wpływem czynników antropologicznych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 492, 347–355.
- Spychaj-Fabisiak E., Murawska B., Szulc W., 2003b. Wpływ typu gleby i symulowanego kwaśnego opadu na zakwaszenie profilu glebowego i zawartość glinu wymiennego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 493, 693–699.
- Strączyński S., 1998. Zmiany odczynu i właściwości sorpcyjnych gleby piaszczystej pod wpływem wieloletniego nawożenia mineralnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 456, 165–168.
- Strączyński S., 2002. Ocena zawartości cynku w glebach Polski. *Zesz. Nauk. Kom. „Człowiek i Środowisko” PAN*, 33, 69–73.
- Terelak H., Lipiński W., 2002. Zawartość cynku w glebie i roślinach uprawnych Lubelszczyzny. *Zesz. Nauk. Kom. „Człowiek i Środowisko” PAN*, 33, 87–92.
- Terelak H., Motowicka-Terelak T., Stuczyński T., Pietruch C., 2000. Pierwiastki śladowe (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) w glebach użytków rolnych Polski. IUNG, Warszawa, 145–156.

DEGREE OF SOIL ACIDITY AND THE CONTENT OF AVAILABLE FORMS OF ZINC AND COPPER AS AN EFFECT OF 35-YEAR NITROGEN AND POTASSIUM FERTILISATION

S u m m a r y

The aim of the present research was to determine whether, and to what extent, a long-term nitrogen and potassium fertilisation affected the acidity and the content of zinc and copper in light soil. The research was carried out based on 35-year long-term field experiments located at the Experiment Station of the University of Technology and Life Sciences at Wierzbucinek, set up in 1974 on Luvisol. The experiments involved neither natural fertilisation nor liming. The 35-year application of high nitrogen and potassium doses and fodder-industrial crop rotation resulted in an after-effect, namely a change in the soil reaction from slightly acid to the category of acid and very acid soils. The nitrogen and potassium fertilisation applied significantly determined the values of hydrolytic acidity and the content of zinc and copper in the soil researched. The average highest values of the parameters were observed after the application of nitrogen at the dose of 250 kgN·ha⁻¹·year⁻¹

irrespective of the potassium dose. Following the use of potassium, on the other hand, irrespective of the nitrogen dose, the highest contents were reported after the application of potassium at the dose of: $105 \text{ kgK}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{year}^{-1}$ (Hh), $53 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{year}^{-1}$ (Zn) and for the treatment where no potassium was involved (Cu).

KEY WORDS: long-term fertilisation, nitrogen, potassium, content in soil, copper, zinc, soil reaction

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Zofia Spiak, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Alina Kowalczyk-Juśko

**PLON I PARAMETRY ENERGETYCZNE MISKANTA
CUKROWEGO (*MISCANTHUS SACCHARIFLORUS* MAXIM.)
W KOLEJNYCH LATACH UŻYTKOWANIA**

**YIELD AND ENERGETIC PARAMETERS
OF *MISCANTHUS SACCHARIFLORUS*
IN SUCCEEDING YEARS OF USE**

Katedra Produkcji Roślinnej i Agrobiznesu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Department of Plant Production and Agribusiness, University of Life Sciences in Lublin

Celem pracy była ocena wielkości plonu, cech biometrycznych i parametrów energetycznych miskanta cukrowego w zależności od wieku roślin. Miskant jest wieloletnią trawą o rozłogowym typie krzewienia i dużej ekspansywności.

Plon biomasy miskanta w pierwszym roku był niewielki, rośliny wykształciły po kilkanaście pędów, których wysokość nie przekraczała 120 cm. Zagęszczenie roślin i ich wysokość znacznie wzrosły w drugim roku wegetacji. Trzeci rok wegetacji można uznać za początek okresu pełnego plonowania. Miskant pokrywał powierzchnię gleby zwartym łanem, wysokość pędów przekraczała 220 cm, a plon osiągnął poziom 1,26 kg·m⁻². Ocena parametrów ważnych z punktu widzenia energetycznego: ciepło spalania, wartość opałowa, zawartość popiołu i wybranych pierwiastków (C, H, O, N, S, Cl) wskazuje, że lepszym surowcem energetycznym jest biomasa roślin trzyletnich niż jednorocznych.

SŁOWA KLUCZOWE: miskant cukrowy, biomasa, wartość energetyczna, plon

WSTĘP

Miskant cukrowy (*Miscanthus sacchariflorus* Maxim.) jest wieloletnim gatunkiem trawy o dość dużym potencjale plonowania. Zainteresowanie tą rośliną pojawiło się

Do cytowania – For citation: Kowalczyk-Juśko A., 2010. Plon i parametry energetyczne miskanta cukrowego (*Miscanthus sacchariflorus* Maxim.) w kolejnych latach użytkowania. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCVII, 578, 97–102.

wraz ze wzrostem zapotrzebowania na biomasę przeznaczaną na potrzeby energetyczne. Największe nadzieje na uzyskanie dużego plonu z celowych plantacji budzi miskant olbrzymi (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu.), który jest mieszańcem międzygatunkowym tetraploidalnego miskanta chińskiego (*M. sinensis* Thunb.) i diploidalnego miskanta cukrowego (Kotecki 2010). Pierwsze formy miskanta olbrzymiego sprowadzane do Polski cechowały się małą mrozoodpornością, zwłaszcza w pierwszym roku wegetacji, co powodowało konieczność ściółkowania pola lub dosadzania wymarżniętych roślin (Majtkowski 1998a). W tej sytuacji rozpatrywano możliwości uprawy mniej wydajnego, ale bardziej odpornego na niskie temperatury miskanta cukrowego. Oferowane obecnie w sprzedaży klony miskanta olbrzymiego mają wystarczającą odporność na niskie temperatury, jednak przeprowadzone dotychczas badania i obserwacje wskazują, że miskant cukrowy posiada szereg zalet, dzięki którym może być z powodzeniem wprowadzany do uprawy jako jeden z alternatywnych gatunków roślin energetycznych.

Badania prowadzone od połowy lat 90. XX w. przez Majtkowskiego (1998a, 1998b) oraz Majtkowskiego i wsp. (1996, 2004) pozwalają stwierdzić, że dzięki silnemu krzewieniu rozlogowemu miskant cukrowy szczególnie nadaje się do nasadzeń na gruntach narażonych na erozję, zdegradowanych i wymagających rekultywacji. Mniejsze nasadzenia mogą być traktowane jako dekoracyjne, zaś biomasa z dużych plantacji znajduje wykorzystanie w energetyce jako surowiec do produkcji granulatów (Kościk 2007, Kowalczyk-Juško 2009). Zielonka nadaje się też do zakiszania na cele paszowe lub fermentacji metanowej (Majtkowski i wsp. 2004).

Ze względu na fakt, że miskanty są formami wieloletnimi, istotne jest określenie przebiegu ich rozwoju, od którego zależy konieczność odchwaszczania, a także poziom i jakość plonów.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Celem pracy było określenie poziomu plonowania, cech biometrycznych i energetycznych wieloletniej trawy – miskanta cukrowego (*Miscanthus sacchariflorus* Maxim.) w trzech pierwszych latach wegetacji. Badania polowe prowadzono w latach 2003–2006 w Zamościu, na glebie brunatnej należącej do II klasy bonitacyjnej – o pH_{KCl} 6,6 i zawartości (w $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$): P_2O_5 282, K_2O 168, Mg 111.

W połowie maja 2003 r. wysadzono sadzonki kłaczowe miskanta w rozstawie $1\times 0,5$ m na 6 poletkach o powierzchni 12 m^2 każde. W trakcie wegetacji każdego roku prowadzono obserwacje zdrowotności roślin, zaś po zakończeniu sezonu wegetacyjnego wykonano pomiary biometryczne. Biomasa zbierana była zimą, na przełomie lutego i marca, po zaschnięciu roślin i uzyskaniu przez nie niskiej wilgotności. Po zbiorze oceniano plon i wilgotność roboczą surowca. Dwukrotnie, po pierwszym i trzecim roku wegetacji, pobrano próby części nadziemnych (uśrednione ze wszystkich poletek), które poddano analizie podstawowych parametrów energetycznych w Zakładach Pomiarowo-Badawczych Energetyki „Energopomiar” w Gliwicach z zastosowaniem metod:

- wagowej – wilgoć, popiół, części lotne,
- kalorymetrycznej – ciepło spalania,

- absorpcji w podczerwieni – węgiel, wodór, siarka całkowita,
- katarometrycznej – azot,
- miareczkowej – chlor.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Miskant cukrowy rozmnażany wegetatywnie przez sadzonki kłączowe (rhizomy) wykazał się bardzo dobrym stopniem przyjęć, który wynosił ok. 96%. Już w roku założenia plantacji – sadzonki wytworzyły po ok. 19 pędów (tab. 1). Obserwacje zdrowotności roślin nie wykazały zerowania szkodników i porażenia przez choroby. Jak donosi Remlein-Starosta (2007), w krajach, gdzie uprawy miskantów są rozpowszechnione, wykryto szereg patogenów występujących na plantacjach, które nie czynią znaczących strat. Jednak istnieją obawy, że w przyszłości mogą one prowadzić do spadku produktywności plantacji. W pierwszym roku po wysadzeniu niezbędne było odchwaszczanie poletek, które przeprowadzano ręcznie. Mankamentem agrotechniki większości wieloletnich roślin energetycznych jest brak chemicznych środków ochrony zarejestrowanych do stosowania w tych uprawach. Dzięki szybkiemu rozrastaniu się nasadzeń – już w drugim roku odchwaszczanie miskanta nie było konieczne, gdyż rośliny pokrywały powierzchnię poletek na tyle dokładnie, że chwasty nie stanowiły konkurencji. W trzecim roku wegetacji poletki pokryte były zwartym łanem, a liczba pędów na 1 m² przekroczyła 300 sztuk. Intensywne krzewienie rozłogowe miskanta cukrowego jest z punktu widzenia agrotechnicznego korzystną cechą, równocześnie jednak może stanowić zagrożenie dla środowiska, związane z szybkim i niekontrolowanym rozprzestrzenianiem się (Łyszczarz 2003). W trakcie badań zaobserwowano, że w trzecim roku od założenia plantacji ok. 15% pędów wytworzonych wiosną obumarło. Świadczy to o samoregulacji łanu po osiągnięciu optymalnego zagęszczenia.

Równocześnie z rozrastaniem się sadzonek w kolejnych latach użytkowania pędy miskanta osiągały większą wysokość – od 120 cm w pierwszym roku do niemal 225 cm w trzecim. Odnotowana wysokość okazała się zbliżona do wyników uzyskanych przez Majtkowskiego (1998a, b), który podaje, że pięcioletnie rośliny miskanta cukrowego osiągnęły wysokość 230 cm. Także długość liści w trzecim roku okazała się bliska wartościom określonym w badaniach prowadzonych w Ogrodzie Botanicznym w Bydgoszczy. Odsetek jednorocznych pędów, które osiągnęły zdolność wytworzenia kwiatostanów, wyniósł 41,7%, w drugim roku wzrósł do 96,1 %, zaś w trzecim wszystkie pędy wytworzyły kwiatostany. Długość kwiatostanów nie była uzależniona od wieku roślin. Długość kwiatostanów na poziomie 19–20,5 cm zgodna jest z podawaną przez Łyszczarz (2003) dla miskanta 7-letniego. Na tej podstawie można ocenić, że już w trzecim roku miskant cukrowy osiąga pełnię rozwoju. Także Jeżowski i wsp. (2007) podają ten wiek jako okres pełnego plonowania plantacji różnych klonów należących do rodzaju *Miscanthus*.

Średni plon biomasy miskanta po zakończeniu pierwszego sezonu wegetacyjnego był niewielki i wyniósł 160,3 g·m⁻², w drugim roku wzrósł do 569,5 g, zaś w trzecim zbliżył się do podawanych w literaturze (Borzęcka-Walker 2006, Kowalczyk-Juško, Kościk 2004, Kościk 2007) i wyniósł 1262 g s.m. z powierzchni 1 m². Badania Majtkowskiego

(1998a) wskazują, że ilość biomasy miskanta cukrowego uzyskana z jednostki powierzchni może być niemal dwukrotnie większa. Różnica taka może wynikać z faktu, iż pomiary przeprowadzane były w Bydgoszczy we wrześniu, zaś badania własne obejmowały rośliny zbierane zimą (styczeń–luty), w związku z tym miało miejsce opadanie liści, co wpłynęło na ogólny plon biomasy. W badaniach własnych zaobserwowano straty liści, które jednak trafiając na glebę, ulegają rozkładowi, dostarczając substancji pokarmowych roślinom w kolejnych latach. Również Lewandowski (2006) wskazuje, że plony miskanta olbrzymiego uzyskiwane jesienią mogą być o 30% wyższe od zimowych, jednak obniżanie wilgotności i przenoszenie składników pokarmowych do podziemnych części roślin przemawia za przeprowadzaniem zbiorów w okresie zimy i wczesnej wiosny (Jeżowski 2003).

Tabela 1
Table 1

Cechy biometryczne miskanta cukrowego
Biometric features of *Miscanthus sacchariflorus*

Parametr Parameter	Jednostka Unit	Rok wegetacji – Year of vegetation								
		I			II			III		
		min.	max	\bar{x}	min.	max	\bar{x}	min.	max	\bar{x}
Wysokość – Height	(cm)	110	128	120	174	194	184	216	235	224
Liczba pędów Stems number	(szt.·m ²)	14*	28*	19*	160	232	188	276	352	314
Udział pędów generatywnych – Share of blooming stems	(%)	21,4	75,0	41,7	91,1	100,0	96,1	100	100	100
Długość kwiatostanu – Bloom lenght	(cm)	11,6	26,0	19,1	18,8	22,4	20,5	14,9	24,8	20,3
Długość liścia Leaf lenght	(cm)	25,7	52,8	38,2	21,6	36,2	28,7	23,6	39,7	31,1
Plon s.m. Yield d.m.	(g·m ⁻²)	91,6	266,7	160,3	270,3	714,1	569,5	796,5	1387,6	1262,2
Wilgotność podczas zbioru – Moisture after harvesting	(%)	16,8	21,3	19,1	15,9	23,6	18,7	16,1	22,2	18,9

* liczba pędów z jednej sadzonki – number of stems from one seedling

Wilgotność biomasy miskanta, niezależnie od wieku roślin, spadała do poziomu 18,7–19,1%, dzięki czemu biomasa bezpośrednio po zbiorze nadaje się do przechowywania lub granulacji, bez konieczności dosuszania. Jest to jedna z ważniejszych zalet wieloletnich roślin o zdolności corocznego odtwarzania części nadziemnej, niejednokrotnie podkreślana w literaturze przedmiotu (Kowalczyk-Juško 2009, Podleśny 2005).

Zawartość pierwiastków i związków decydujących o przydatności biomasy do spalania zawiera tabela 2. Stwierdzono nieco niższą wilgotność i zawartość popiołu przy wyższym udziale części lotnych, substancji palnej i węgla w powietrzno-suchej biomase miskanta zebranego po zakończeniu trzeciego sezonu wegetacyjnego (tab. 2). Także skład chemiczny suchej masy starszych roślin był bardziej korzystny. Te różnice wpłynęły na ilość energii możliwej do pozyskania z biomasy.

Tabela 2
Table 2

Parametry energetyczne biomasy miskanta cukrowego
Energetic parameters of *Miscanthus sacchariflorus* biomass

Parametr Parameter	Symbol Symbol	Jednostka Unit	Stan – Condition					
			Analityczny Analytical		Suchy – Dry		Suchy i bezpopiołowy – Dry and ash-free	
			I rok year	III rok year	I rok year	III rok year	I rok year	III rok year
Wilgoć analityczna Analytical moisture	W ^a	(%)	8,4	7,7	–	–	–	–
Popiół – Ash	A	(%)	6,5	3,5	7,1	3,7	–	–
Substancja palna Burnt matter	–	(%)	85,1	88,9	92,9	96,3	–	–
Części lotne Volatile matter	V	(%)	69,0	75,2	75,4	81,4	81,2	84,6
Ciepło spalania Gross calorific value	Q _s	(kcal·kg ⁻¹)	3 938	4 002	4 300	4 334	4 630	4 503
		(MJ·kg ⁻¹)	16,49	16,76	18,00	18,15	19,38	18,85
Wartość opałowa Net calorific value	Q _i	(kcal·kg ⁻¹)	3 632	3 701	4 020	4 057	4 328	4 214
		(MJ·kg ⁻¹)	15,21	15,49	16,83	16,98	18,12	17,65
Węgiel – Carbon	C _i	(%)	44,01	45,64	48,06	49,43	51,74	51,35
Wodór – Hydrogen	H _i	(%)	4,89	4,89	5,34	5,30	5,75	5,50
Tlen – Oxygen	O	(%)	35,39	38,23	38,67	41,40	41,63	43,01
Azot – Nitrogen	N	(%)	0,57	0,07	0,62	0,08	0,67	0,08
Siarka całkowita Total sulphur	S _t	(%)	0,18	0,05	0,20	0,05	0,21	0,06
Chlor – Chlorine	Cl	(%)	0,024	0,00	0,026	0,00	–	–

Parametry opisujące wartość energetyczną nadziemnych części miskanta, takie jak ciepło spalania i wartość opałowa, wynoszące odpowiednio 16,2 i 15,5 MJ·kg⁻¹ w pierwszym roku oraz 16,8 i 15,5 MJ·kg⁻¹ w trzecim roku (w stanie analitycznym), nie odbiegały od średnich oznaczanych dla różnych rodzajów biomasy, publikowanych w bazie danych www.ecn.nl/phyllis oraz przytaczanych przez Niedziółkę i Zuchniarza (2006). Także Kościk (2007) określił wartość opałową miskanta cukrowego na poziomie 15,5 MJ·kg⁻¹, podczas gdy ciepło spalania wyniosło 16,7 MJ·kg⁻¹. Z kolei Podleśny (2005) podaje na podstawie różnych pozycji literatury wartość energetyczną miskanta olbrzymiego w przedziale 16–18 MJ·kg⁻¹.

Stwierdzono różnice w zawartości siarki i chloru, które powodują korozję urządzeń grzewczych. Wyższy poziom obydwu pierwiastków odnotowano w biomase młodych, jednorocznych roślin. Według Kościka (2007) zawartość siarki w nadziemnych częściach miskanta cukrowego wynosi 0,036%, zaś chloru 0,026%. Wartości oznaczone w I roku użytkowania przekraczają niektóre normy określające parametry, jakie powinien spełniać granulaty z biomasy w różnych krajach europejskich (Kowalczyk-Juško 2009). Biomasa miskanta po trzecim roku wegetacji spełnia wymogi większości norm.

WNIOSKI

1. Rozwój miskanta cukrowego w pierwszych trzech latach wegetacji jest bardzo intensywny. Liczba pędów na jednostce powierzchni szybko się powiększa, rośnie też wysokość pędów, co skutkuje wzrostem plonu biomasy.
2. Długość liści czy kwiatostanów i zawartość suchej masy nie ulegają znaczącym zmianom w kolejnych latach wegetacji.
3. Parametry energetyczne, takie jak zawartość popiołu, wartość opałowa i ciepło spalania, są bardziej korzystne w przypadku biomasy roślin, które zakończyły trzeci sezon wegetacji w porównaniu z jednorocznymi.
4. W biomase roślin trzyletnich stwierdzono niską zawartość siarki całkowitej, rośliny nie zawierały chloru, w odróżnieniu od biomasy roślin jednorocznych.
5. Miskant cukrowy osiąga pełnię plonowania i korzystne cechy energetyczne w trzecim roku wegetacji.

PIŚMIENNICTWO

- Borzęcka-Walker M., 2006. The field of different genotypes of *Miscanthus* in the second year of cultivation, (in:) *Alternative plants for sustainable agriculture*, S. Jezowski, M.K. Wojciechowicz, E. Zenkteler (eds.). IGR PAN, Poznań, 125–128.
- Jezowski S., 2003. Rośliny energetyczne – produktywność oraz aspekt ekonomiczny, środowiskowy i socjalny ich wykorzystania jako ekobiopaliwa. *Post. Nauk Rol.*, 3, 61–73.
- Jezowski S., Głowacka K., Bocianowski J., 2007. Zmienność wybranych klonów traw olbrzymich z rodzaju *Miscanthus* pod względem plonowania w pierwszych latach uprawy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 517, 339–348.
- Kościk B., 2007. Surowce energetyczne pochodzenia rolniczego. Wyd. PWSZ, Jarosław.
- Kotecki A. (red.), 2010. Uprawa miskanta olbrzymiego. Energetyczne i pozaenergetyczne możliwości wykorzystania słomy. Wyd. UP, Wrocław.
- Kowalczyk-Juško A., 2009. Charakterystyka biomasy wybranych roślin pod kątem jej przydatności do granulacji i spalania, (w:) *Konwersja odnawialnych źródeł energii*, A. Lisowski (red.). Wyd. Wieś Jutra, Warszawa, 88–101.
- Kowalczyk-Juško A., Kościk B., 2004. Produkcja biomasy miskanta cukrowego i spartiny periowej w zróżnicowanych warunkach glebowych oraz możliwości jej konwersji na energię. *Biul. IHAR*, 234, 213–218.

- Lewandowski I., 2006. *Miscanthus* – a multifunctional biomass crop for the future, (in:) Alternative plants for sustainable agriculture, S. Jeżowski, M.K. Wojciechowicz, E. Zenkteler (eds.). IGR PAN, Poznań, 83–90.
- Łyszczarz J., 2003. Żywotność *Miscanthus sacchariflorus* w siedlisku trudnym. Biul. IHAR, 225, 399–404.
- Majtkowski W., 1998a. Perspektywy wykorzystania gatunków traw „energetycznych” w zagospodarowaniu stref oddziaływania dróg ekspresowych i autostrad oraz gruntów odłogowanych. Mat. konf. „Wykorzystanie energii odnawialnej w rolnictwie”, IBMER, Warszawa, 149–154.
- Majtkowski W., 1998b. Ocena przydatności traw w zagospodarowaniu nieużytków i odłogów. Bibliotheca Fragn. Agron., 5, 257–262.
- Majtkowski W., Majtkowska G., Piłat J., Mikołajczak J., 2004. Przydatność do zakiszania traw C-4 w różnych fazach wegetacji. Biul. IHAR, 234, 219–225.
- Majtkowski W., Podyma W., Góral S., 1996. Gatunki roślin do rekultywacji terenów zdegradowanych przez przemysł i gospodarkę komunalną, (w:) Nowe rośliny uprawne na cele spożywcze, przemysłowe i jako odnawialne źródła energii. E. Malborczyk (red.), SGGW, Warszawa, 136–148.
- Niedziółka I., Zuchniarz A., 2006. Analiza energetyczna wybranych rodzajów biomasy pochodzenia roślinnego. MOTROL, 8A, 232–237.
- Podleśny J., 2005. Trawa *Miscanthus x giganteus* – jej charakterystyka oraz możliwości wykorzystania. Post. Nauk Rol., 2, 41–52.
- Remlein-Starosta D., 2007. Choroby roślin energetycznych. Prog. in Plant Prot., 351–357. www.ecn.nl/phyllis.

YIELD AND ENERGETIC PARAMETERS OF *MISCANTHUS SACCHARIFLORUS* MAXIM. IN SUCCEEDING YEARS OF USE

Summary

The aim of the work was to estimate yield, biometric characteristics and energetic parameters of *Miscanthus sacchariflorus* with relation to age of the plants. *Miscanthus* is perennial grass with expansive type of roots.

The yield of biomass in first year of research was rather small, plant have developed several leaves with height up to 120 cm. Densification of the plants as well as the yield increased during second year of vegetation. Third year of vegetation can be recognized like first year of proper yielding. Plant covered soil surface completely, high of the plants accounts up to about 220 cm and the yield at about 1,26 kg·m⁻². Estimation of important energetic parameters: caloric value (net and gross), ash and some chemical elements content (like C, H, O, N, S, Cl) proved that better energetic raw material is biomass harvested in third year rather than the one harvested in first year of vegetation.

KEY WORDS: biomass, energy plant species, nutrient uptake, chemical content

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. inż. Andrzej Kotecki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Michał Lubicz-Miszewski¹, Tomasz Szuk¹, Lesław Zimny²

**SYLWETKA ABSOLWENTA WYDZIAŁU ROLNICZEGO
AKADEMII ROLNICZEJ WE WROCLAWIU PO 30 LATACH**

**THE PROFILE OF GRADUATE OF FACULTY
OF AGRICULTURE OF AGRICULTURAL UNIVERSITY
AFTER 30 YEARS**

¹ *Institut Nauk Ekonomicznych i Społecznych, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Institute of Economics and Social Sciences, Wrocław University of Environmental and
Life Sciences*

² *Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy
we Wrocławiu
Department of Agroecosystems and Green Areas Management, Wrocław University
of Environmental and Life Sciences*

W pracy – opierając się na badaniach ankietowych – przedstawiono sylwetkę absolwenta Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Określono: 1) charakterystykę demograficzno-społeczną respondentów (struktura według płci i stanu cywilnego, miejsce pochodzenia i zamieszkania, praca w rolnictwie a miejsce zamieszkania, miejsce zamieszkania a poziom zarobków, praca w rolnictwie a poziom dochodów, miejsce zamieszkania a prowadzenie działalności gospodarczej, prowadzenie działalności gospodarczej a poziom dochodów, miejsce zamieszkania a poziom zadowolenia z wejścia Polski do Unii Europejskiej); 2) status materialny i zainteresowania respondentów (miejsce zamieszkania a warunki mieszkaniowe, miejsce zamieszkania a posiadanie samochodu, miejsce zamieszkania a posiadanie komputera, miejsce zamieszkania a posiadanie dostępu do Internetu, miejsce zamieszkania a czytelnictwo prasy rolniczej, częstotliwość wyjazdów zarobkowych i turystycznych za granicę); 3) związki respondentów z Akademią Rolniczą.

SŁOWA KLUCZOWE: sylwetka absolwenta, Akademia Rolnicza

Do cytowania – For citation: Lubicz-Miszewski M., Szuk T., Zimny L., 2010. Sylwetka absolwenta Wydziału Rolniczego Akademii Rolniczej we Wrocławiu po 30 latach. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCVII, 578, 105–118.

WSTĘP

W ostatnich kilkudziesięciu latach zmieniły się znacznie możliwości i warunki studiowania. Obecnie nauka na poziomie wyższym postrzegana jest w większości przypadków jako naturalna kontynuacja procesu nauczania. Nie jest to już coś aż tak nieosiągalnego i nobilitującego jak kiedyś. Świadczą o tym wskaźniki wykształcenia. W roku 1974 na 10 tys. ludności w Polsce przypadało 154 absolwentów wyższych uczelni, a 30 lat później już 562 [Rocznik Statystyczny 1976, Rocznik Statystyczny... 2006].

Pomimo tych różnic nie zmienia się ciągle motywacja młodych ludzi rozpoczynających studia. Każda z tych osób traktuje studia wyższe jako przepustkę do lepszego życia. W związku z tym podstawowym kryterium wyboru kierunku studiów jest duże prawdopodobieństwo znalezienia intratnej pracy po jego ukończeniu. Jednakże zderzenie z rzeczywistością nastąpi dopiero w dłuższej perspektywie czasowej po uzyskaniu dyplomu. Dopiero wtedy można dokonać analizy osiągniętych korzyści, ich adekwatności w stosunku do pierwotnych oczekiwań i stopnia zależności od wyboru uczelni i kierunków ukończonych studiów.

Przykład takiej analizy prezentuje niniejsze opracowanie, którego celem jest próba nakreślenia sylwetki absolwenta Akademii Rolniczej po 30 latach od ukończenia studiów.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania wśród absolwentów Akademii Rolniczej we Wrocławiu zostały przeprowadzone podczas III Zjazdu Absolwentów Wydziału Rolniczego z rocznika 1974, który odbył się 5 czerwca 2004 r. we Wrocławiu. Uczestniczyli w nich wszyscy biorący udział w zjeździe, tj. 57% wszystkich absolwentów. Uczestnicy zjazdu zostali poproszeni o wypełnienie ankiety zredagowanej w formie tabeli, zawierającej w sumie 21 pytań (zał. 1). Łącznie ankietę wypełniło 75 osób, w tym 27 kobiet i 48 mężczyzn, co stanowi odpowiednio 35% i 65% respondentów. Proporcje te są zbliżone do proporcji mężczyzn i kobiet wśród ogółu absolwentów z 1974 roku – odpowiednio 33 i 67%.

Załącznik 1
Annex 1Wzór ankiety
Model survey

Pytanie Question	Odpowiedzi – zakreśl właściwe Reply – tick appropriate	
	2	3
1	2	3
Płeć Sex	kobieta women	mężczyzna men
Pochodzenie Origin	miasto city	wieś country
Zamieszkanie Living	miasto city	wieś country
Warunki mieszkaniowe Housing conditions	dom house	mieszkanie flat
Poziom zarobków Level of earnings	< 1 000 zł	
	1 000–2 000 zł	
	2 000–3 000 zł	
	> 3 000 zł	
Czy jesteś bezrobotny? Are you unemployed?	tak yes	nie no
Czy masz auto? Do you have a car?	tak yes	nie no
Czy masz w domu komputer? Do you have a home computer?	tak yes	nie no
Czy masz w domu Internet? Do you have Internet at home?	tak yes	nie no
Czy jesteś zadowolony z wejścia Polski do UE? Are you satisfied with the Polish entry into the EU?	tak yes	nie no
Czy czytasz prasę rolniczą? Do you read newspapers in farming?	tak yes	nie no
Czy Twoja praca ma jakiś związek z rolnictwem? Is your work has something to do with agriculture?	tak yes	nie no
Czy prowadzisz własną działalność gospodarczą? Do you run your own business?	tak yes	nie no
Jeśli miałbyś wybierać ponownie studia, czy wybrałbyś AR? If you had to choose again study whether Agricultural University would you choose?	tak yes	nie no
Czy Twoje dziecko podjęło studia na AR? Does your child took his studies at the Agricultural University?	tak yes	nie no
Z iloma osobami ze studiów utrzymujesz kontakt? How many people keep in touch with the study?		
Ile razy wyjeżdżałeś za granicę zarobkowo? How many times have you been abroad on commercial purposes?		

1	2	3
Ile razy wyjeżdżałeś za granicę turystycznie? How many times have you been abroad for tourism?		
Czy wiedziałeś, że przy AR działa SAAR? Did you know that the university does SAAR?	tak yes	nie no
Czy odwiedziłeś stronę www uczelni? Did you visit the University web page?	tak yes	nie no
Czy czytałeś Głos Uczelni? Have you read the Głos Uczelni?	tak yes	nie no

WYNIKI I OMÓWIENIE

Charakterystyka demograficzno-społeczna respondentów

Wśród respondentów znalazło się łącznie 61 osób żyjących w związkach małżeńskich (81,3%), 2 osoby rozwiedzione (2,7%) oraz 6 osób stanu wolnego (8,0%) (tab. 1). Na pytanie o stan cywilny nie udzieliło odpowiedzi sześciu respondentów (8,0%).

Tabela 1
Table 1

Struktura respondentów według płci i stanu cywilnego
Structure of the respondents by sex and marital status

Stan cywilny respondentów Marital status of respondents		Mężczyźni Men	Kobiety Women
Żonaty/zamężna Married	61	42	19
Kawaler/panna lub wolny/wolna Miss/Knight/Single	6	4	2
Rozwiedziony/rozwiedziona Divorced	2	0	2
Brak odpowiedzi No answer	6	2	4
Razem Total	75	48	27

Absolwenci zostali poproszeni o wskazanie miejsca pochodzenia oraz zamieszkania, z podziałem na miasto – wieś (tab. 2). Spośród 72 respondentów, którzy udzielili odpowiedzi, 59,7% pochodziło ze wsi, a 40,3% z miasta. Inaczej kształtowały się proporcje, jeśli weźmiemy pod uwagę miejsce zamieszkania – aż 70,8% badanych mieszkało w mieście, zaś tylko 29,2% na wsi. Z korelacji tych dwóch zmiennych wynika, iż dominu-

jącym kierunkiem migracji respondentów było przesiedlanie się ze wsi do miasta. Zmiana miejsca zamieszkania ze wsi na miasto była w owych czasach zjawiskiem masowym (Bukraba-Rylska 2008). Spośród osób pochodzących ze wsi aż 62,8% przeniosło się do miasta. Z kolei spośród pochodzących z miasta 17,2% zdecydowało się na zamieszkanie na wsi. Trzech respondentów nie udzieliło odpowiedzi na pytanie o pochodzenie i miejsce zamieszkania.

Tabela 2
Table 2

Miejsce pochodzenia i zamieszkania respondentów
Place of origin and residence of respondents

Pochodzenie respondentów Origin of respondents		Miejsce zamieszkania Place of residence	
		miasto – city	wieś – country
Z miasta From the city	29	24	5
Ze wsi From the country	43	27	16
Razem Total	72	51	21

Zdecydowana większość respondentów (71 osób) pracowała zawodowo (tab. 3). Wśród badanych znalazły się tylko 2 bezrobotne kobiety i 1 rencista. Respondenci zostali także zapytani o związek wykonywanej pracy z rolnictwem. Czterech respondentów nie udzieliło odpowiedzi na pytanie dotyczące związku wykonywanej pracy z rolnictwem. Spośród pozostałych na związek ów ogółem wskazało 67,6% respondentów. Zgodnie z przypuszczeniami częściej na związek wykonywanej pracy z rolnictwem wskazywali mieszkańcy wsi (85,7%) niż mieszkańcy miast (60,0%).

Tabela 3
Table 3

Praca w rolnictwie a miejsce zamieszkania
Jobs in agriculture and place of residence

Miejsce zamieszkania Place of residence		Czy praca ma związek z rolnictwem? Does the work is related to agriculture?	
		tak yes	nie no
Miasto City	50	30	20
Wieś Country	21	18	3
Razem Total	71	48	23

Warto w tym miejscu prześledzić także zależności pomiędzy miejscem zamieszkania i pracą w rolnictwie a poziomem dochodów (tab. 4). Ze względu na brak pełnych odpowiedzi – zależności tych nie udało się ustalić w stosunku do pięciu respondentów. Zarobki 45,7% spośród pozostałych 70 badanych przekraczały sumę 3 000 zł, 30,0% mieściły się w przedziale 2 000–3 000 zł, a 21,4% – w przedziale 1 000–2 000 zł. Jednak wśród zarabiających najwięcej bardzo widoczne jest zróżnicowanie ze względu na miejsce zamieszkania. Ponad 3 000 zł zarabiała aż 52,9% respondentów pochodzących z miasta, a tylko 26,3% zamieszkałych na wsi. Z kolei zarobki mieszczące się w przedziale od 1 000 do 2 000 zł zadeklarowało tylko 11,7% mieszkańców miast i aż 47,3% mieszkańców wsi.

Tabela 4
Table 4

Miejsce zamieszkania a poziom zarobków
Place of residence and income levels

Poziom zarobków Income levels		Miejsce zamieszkania Place of residence	
		miasto city	wieś country
< 1 000 zł	2	2	0
1 000–2 000 zł	15	6	9
2 000–3 000 zł	21	16	5
> 3 000 zł	32	27	5
Razem Total	70	51	19

Także w stosunku do 70 respondentów udało się ustalić zależności pomiędzy pracą w rolnictwie a poziomem dochodów (tab. 5). Z porównania tych dwóch zmiennych wynika, iż praca niezwiązana z rolnictwem bardziej sprzyja wysokim dochodom. Ponad 3 000 zł zarabiała aż 54,5% respondentów, których praca nie miała związku z rolnictwem i 45,8% badanych, których praca była związana z rolnictwem. Podobnie w przedziale 2 000–3 000 zł częściej mieścili się niezwiązani zawodowo z rolnictwem (31,8%), od tych, którzy byli z pracą w rolnictwie związani. Odmiennie proporcje te przedstawiają się w przedziale 1 000–2 000 zł. W tym przedziale znajdowały się dochody 27,0% absolwentów wykonujących pracę w rolnictwie i tylko 9,0% nie związanych z rolnictwem.

Absolwentom postawiono także pytanie o to, czy prowadzą własną działalność gospodarczą (tab. 6). Z uzyskanych odpowiedzi wynika, iż działalność tę prowadziło 30,1% spośród 73 badanych, którzy udzielili odpowiedzi na to pytanie. Prowadzenie własnej działalności częściej występowało wśród respondentów ze wsi (42,8%) niż z miasta (25,0%).

Tabela 5
Table 5Praca w rolnictwie a poziom dochodów
Jobs in agriculture and income levels

Poziom zarobków Income levels		Czy praca ma związek z rolnictwem? Does the work is related to agriculture?	
		tak yes	nie no
< 1 000 zł	1	0	1
1 000–2 000 zł	15	13	2
2 000–3 000 zł	20	13	7
> 3 000 zł	34	22	12
Razem Total	70	48	22

Tabela 6
Table 6Miejsce zamieszkania a prowadzenie działalności gospodarczej
Place of residence and business activities

Działalność gospodarcza Business activity		Miejsce zamieszkania Place of residence	
		miasto city	wieś country
Tak Yes	22	13	9
Nie No	51	39	12
Razem Total	73	52	21

Dane dotyczące samodzielnej działalności gospodarczej warto zestawić z wysokością dochodów respondentów (tab. 7). Z tego porównania wynika, iż prowadzenie działalności gospodarczej sprzyjało osiągnięciu najwyższych zarobków. Dochody przekraczające sumę 3 000 zł osiągało aż 60,8% badanych prowadzących własną działalność i 40,8% badanych jej nie prowadzących. Ponadto nikt spośród prowadzących własną działalność gospodarczą nie zarabiał poniżej 1 000 zł. W przypadku trzech respondentów nie udało się ustalić zależności pomiędzy prowadzeniem działalności gospodarczej a poziomem dochodów.

Zjazd absolwentów, podczas którego przeprowadzono omawiane tu badania, odbył się jeden miesiąc po akcesji Polski do Unii Europejskiej. W związku z tym kolejne pytanie dotyczyło zadowolenia respondentów z wejścia naszego kraju w struktury UE (tab. 8). Ogółem swoje zdanie w tej kwestii zaprezentowało 71 respondentów, spośród których 81,7% wyraziło satysfakcję z tego wydarzenia. Warto zauważyć, iż zadowolenie z przystąpienia Polski do Unii Europejskiej było znacznie częstsze wśród mieszkańców wsi (aż 90,0%) niż wśród mieszkańców miast (78,4%).

Tabela 7
Table 7Prowadzenie działalności gospodarczej a poziom dochodów
Business activities and the level of income

Poziom dochodów Income levels		Prowadzenie działalności gospodarczej Business activity	
		tak yes	nie no
< 1 000 zł	2	0	2
1 000–2 000 zł	15	5	10
2 000–3 000 zł	21	4	17
> 3 000 zł	34	14	20
Razem Total	72	23	49

Tabela 8
Table 8Miejsce zamieszkania a poziom zadowolenia z wejścia Polski do UE
Place of residence and satisfaction with the Polish entry to EU

Zadowolenie z wejścia Polski do UE Satisfaction with the Polish entry to EU		Miejsce zamieszkania Place of residence	
		miasto city	wieś country
Tak Yes	58	40	18
Nie No	13	11	2
Razem Total	71	51	20

Status materialny i zainteresowania respondentów

Kolejna część pytań ankiety dotyczyła posiadanych przez respondentów dóbr. Jedno z pytań z tego zakresu dotyczyło warunków mieszkaniowych (tab. 9). Spośród 70 respondentów, którzy odpowiedzieli na to pytanie, 60,0% zadeklarowało posiadanie domu, 35,7% mieszkania, zaś 4,3% – zarówno domu, jak i mieszkania. Znacznie częściej posiadanie domu deklarowali mieszkańcy wsi (75,0%) niż mieszkańcy miast (54,0%). W przypadku pięciu respondentów nie udało się ustalić związków pomiędzy miejscem zamieszkania a warunkami mieszkaniowymi.

Posiadanie auta zadeklarowało łącznie 87,7% badanych, przy czym 2 osoby nie udzieliły odpowiedzi na to pytanie (tab. 10). W tym wypadku różnice między mieszkańcami miast i wsi nie były znaczne – samochód posiadało 86,5% zamieszkałych w miastach i 90,5% zamieszkałych na wsi. Wskaźnik ten jest znacznie wyższy w stosunku do całego

społeczeństwa. Według sondażu CBOS-u, przeprowadzonego podobnie jak omawiane tu badania w 2004 r., tylko 47% Polaków posiadało własny samochód (Styl i kultura jazdy... 2004).

Tabela 9

Table 9

Miejsce zamieszkania a warunki mieszkaniowe
Place of residence and housing

Warunki mieszkaniowe Housing conditions		Miejsce zamieszkania Place of residence	
		miasto city	wieś country
Dom House	42	27	15
Mieszkanie Flat	25	21	4
Dom i mieszkanie House and flat	3	2	1
Razem Total	70	50	20

Tabela 10

Table 10

Miejsce zamieszkania a posiadanie samochodu
Place of residence and owning a car

Posiadanie samochodu Owning a car		Miejsce zamieszkania Place of residence	
		miasto city	wieś country
Tak Yes	64	45	19
Nie No	9	7	2
Razem Total	73	52	21

Absolwentów zapytano także o to, czy posiadają komputer osobisty (tab. 11). Twierdząco na to pytanie odpowiedziało aż 82,6% badanych (nie licząc 2 respondentów, którzy to pytanie pominieli). Liczba osób posiadających komputer jest o kilkanaście punktów procentowych wyższa w miastach (88,4%) niż na wsi (76,2%). Biorąc pod uwagę posiadanie komputera, absolwenci Akademii Rolniczej wypadają znacznie lepiej niż ogół polskiego społeczeństwa w roku 2004. Według komunikatu CBOS-u „Internet i komputery w gospodarstwach domowych” z marca 2004 r., posiadanie komputera domowego deklarowało wówczas tylko 35% dorosłych respondentów (Internet i komputery... 2004).

Tabela 11
Table 11Miejsce zamieszkania a posiadanie komputera
Place of residence and having a computer

Posiadanie komputera Having a computer		Miejsce zamieszkania Place of residence	
		miasto city	wieś country
Tak Yes	62	46	16
Nie No	11	6	5
Razem Total	73	52	21

Liczba respondentów posiadających dostęp do Internetu była nieznacznie mniejsza od posiadających komputer i wynosiła – łącznie 81,9% (w stosunku do 72 osób które odpowiedziały na to pytanie) (tab. 12). I w tym wypadku częściej dostęp do Internetu deklarowali zamieszkali w mieście (86,2%), niż zamieszkali na wsi (71,4%). Według wspomnianego wyżej komunikatu CBOS-u z 2004 r., posiadanie dostępu do Internetu deklarowało zaledwie 21% dorosłych respondentów (Internet i komputery... 2004). A zatem i pod tym względem absolwenci znacząco wyróżniali się w stosunku do ogółu polskiego społeczeństwa, badanego w zbliżonym okresie czasu.

Absolwentom Akademii Rolniczej postawiono także pytanie o czytelność prasy rolniczej (tab. 13). Spośród 72 respondentów, którzy udzielili odpowiedzi na to pytanie, 61,1% odpowiedziało, iż czytają prasę rolniczą. Jak jednak można było oczekiwać, zainteresowanie tego typu prasą było częstsze na wsi, gdzie wyniosło 80,9%, niż w mieście, gdzie osiągnęło 52,9%.

Tabela 12
Table 12Miejsce zamieszkania a posiadanie dostępu do Internetu
Place of residence and have access to the Internet

Dostęp do Internetu Internet access		Miejsce zamieszkania Place of residence	
		miasto city	wieś country
Tak Yes	59	44	15
Nie No	13	7	6
Razem Total	72	51	21

Tabela 13
Table 13Miejsce zamieszkania a czytelnictwo prasy rolniczej
Place of residence and readership of the agricultural press

Czytelnictwo prasy rolniczej Readership of the agricultural press		Miejsce zamieszkania Place of residence	
		miasto city	wieś country
Tak Yes	44	27	17
Nie No	28	24	4
Razem Total	72	51	21

Absolwentów zapytano także o częstotliwość wyjazdów zagranicznych o charakterze zarobkowym i turystycznym. Z uzyskanych odpowiedzi wynika, iż 74,6% respondentów nigdy nie wyjeżdżało zarobkowo za granicę. Szczegółowe dane o liczbie wyjazdów zarobkowych pozostałej części respondentów zawiera tabela 14. Z kolei informacje dotyczące liczby zagranicznych wyjazdów turystycznych przedstawiono w tabeli 15.

Tabela 14
Table 14Częstotliwość wyjazdów zarobkowych za granicę
The frequency of gainful employment trips abroad

Częstotliwość wyjazdów zarobkowych za granicę The frequency of gainful employment trips abroad	Liczba osób Number of persons
dużo much	1
kilkadziesiąt razy tens time	1
1–5	12
6–10	4
100	1
nigdy never	56
Razem Total	75

Tabela 15
Table 15Częstotliwość wyjazdów turystycznych za granicę
The frequency of tourist trips abroad

Częstotliwość wyjazdów zarobkowych za granicę The frequency of tourist trips abroad	Liczba osób Number of persons
czasami occasionally	1
często often	1
dużo / wiele much	12
kilka razy several times	1
kilkadziesiąt razy tens time	1
2–3 razy w roku 2–3 times a year	2
1–5	16
6–10	23
11–20	7
30–50	4
100	1
nigdy never	3
Razem Total	72

Związki respondentów z Akademią Rolniczą

Ostatnich kilka pytań ankiety dotyczyło związków z ukończoną w 1974 r. uczelnią (tab. 16). Ich wyrazem jest uczestnictwo w organizowanych zjazdach absolwentów. Absolwentów zapytano o to, czy podejmując decyzję o wyborze uczelni, ponownie zdecydowałoby się studiować na Akademii Rolniczej. 59,4% badanych odpowiedziało na to pytanie twierdząco. Z odpowiedzi na kolejne pytanie wynika, iż w ślady swych rodziców poszła jedynie część ich dzieci. Tylko 23,6% z nich podjęło studia na Akademii Rolniczej. Z kolei świadomość istnienia Stowarzyszenia Absolwentów Akademii Rolniczej posiadała niecała połowa respondentów (48,0%). Bardzo niskie było wśród nich czytelnictwo „Głosu Uczelni”, wynosiło bowiem 14,7% badanych. Natomiast znacznie częściej absolwenci odwiedzają stronę internetową uczelni – przyznało się do tego aż 52,0% z nich.

Tabela 16
Table 16Związki absolwentów z uczelnią
Relationships with university graduates

Odpowiedź Reply	Tak Yes	Nie No	Razem Total
Jeśli miałbyś wybierać ponownie studia, czy wybrałbyś AR? If you had to choose again study whether Agricultural University would you choose?	44	30	74
Czy Twoje dziecko podjęło studia na AR? Does your child took his studies at the Agricultural University?	17	55	72
Czy wiedziałeś, że przy AR działa SAAR? Did you know that the university does SAAR?	36	39	75
Czy czytałeś Głos Uczelni? Have you read the Głos Uczelni?	11	64	75
Czy odwiedziłeś stronę www uczelni? Do you visit university website?	39	36	75

WNIOSKI

1. Spośród absolwentów Akademii Rolniczej we Wrocławiu Wydziału Rolniczego po 30 latach 94,6% pracowało zawodowo (u 67,6% respondentów praca ta miała związek z rolnictwem), 30,1% prowadziło własną działalność gospodarczą, a zarobki blisko połowy badanych (47,2%) przekraczały 3 000 zł.

2. Absolwenci charakteryzowali się wysokim statusem materialnym: 60,0% miało dom, 87,7% miało auto, 82,6% posiadało komputer zaś – 81,9% dostęp do Internetu.

3. Absolwenci, mimo liczego uczestnictwa w zjeździe, w znacznej części nie wiedzieli o istnieniu SAAR-u, Głosu Uczelni i strony www.

PIŚMIENNICTWO

Bukraba-Rylska I., 2008. Socjologia wsi polskiej. PWN, Warszawa.

Internet i komputery w gospodarstwach domowych, raport CBOS, III 2004, http://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2004/K_050_04.PDF (dostęp 31.05.2010).

Rocznik Statystyczny 1976. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 1976.

Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2006. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2006.

Styl i kultura jazdy polskich kierowców, raport CBOS, X 2004, http://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2004/K_168_04.PDF (dostęp 31.05.2010).

THE PROFILE OF GRADUATE OF FACULTY OF AGRICULTURE OF AGRICULTURAL UNIVERSITY AFTER 30 YEARS

S u m m a r y

The study – based on surveys – are presented graduate profile of the Agricultural University in Wrocław. Identified: 1) demographic and social characteristics of respondents (structure by sex and marital status, origin and residence, work in agriculture and place of residence, place of residence and the level of earnings, work in agriculture and the level of income, place of residence and business activities, conduct economic activity and income level, place of residence and level of satisfaction with the Polish entry to the European Union); 2) economic status and interest of the respondents (place of residence and housing conditions, residence and car ownership, residence and possession of a computer, place of residence and access to Internet, place of residence and the agricultural press readership, frequency of travel and tourism for commercial purposes); 3) compounds of respondents from the Agricultural University.

KEY WORDS: graduate profile, Agricultural University

Recenzent – Rewiever: prof. dr hab. Sławomir Zawisza, Uniwersytet Przyrodniczo-Technologiczny w Bydgoszczy

Ryszard Plackowski

**POPULACJA *EPIPACTIS PALUSTRIS* (L.) CRANTZ
W OKOLICACH PIOTRKÓWA TRYBUNALSKIEGO
(POLSKA ŚRODKOWA)**

**THE POPULATION OF *EPIPACTIS PALUSTRIS* (L.)
CRANTZ NEAR PIOTRKÓW TRYBUNALSKI
(CENTRAL POLAND)**

Piotrków Trybunalski

Praca przedstawia wyniki wieloletnich obserwacji (1992–1995, 2001–2005 i 2009) nad populacją kruszczyka błotnego *Epipactis palustris*. Stanowisko tego gatunku położone jest na łące trzęślicowej na południe od Piotrkowa Trybunalskiego i obejmuje powierzchnię 150 m². Na wybranej powierzchni 20 m² liczono egzemplarze kruszczyka. Dodatkowo wykonywano zdjęcie fitosocjologiczne, mierzono poziom zalegania wody gruntowej i zbadano podstawowe cechy fizykochemiczne podłoża. Największą liczbę egzemplarzy (263 na 20 m²) storczyka naliczono w 1995 r., podczas gdy w 2005 r. najmniej – 13 egzemplarzy.

SŁOWA KLUCZOWE: *Epipactis palustris*, ekologia, ochrona roślin

WSTĘP

Kruszczyk błotny *Epipactis palustris* (Mill.) rośnie głównie na łąkach trzęślicowych, torfowiskach niskich, przeważnie o podłożu wapiennym.

Gatunek ten figuruje na liście polskich roślin jako zagrożony wymarciem, ranga V (Mirek i wsp. 2006). Występuje w większości państw Europy Środkowej (Delforge 1994, Weihe 1972). Na Sardynii (Scrugli i wsp. 1988), we Włoszech (Prete, Tosi 1988) oraz Korsyce jest rzadko notowany (Aymonin, Bournérias 1998).

Do cytowania – For citation: Plackowski R., 2010. Populacja *Epipactis palustris* (L.) Crantz w okolicach Piotrkowa Trybunalskiego (Polska Środkowa). Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCVII, 578, 119–128.

CEL, MATERIAŁ, METODY BADAŃ

Celem obserwacji było poznanie stanu populacji kruszczyka błotnego na przestrzeni kilku lat oraz poznanie zagadnień kolonizacji, sukcesji, fluktuacji i konkurencji gatunków towarzyszących.

Opisywane stanowisko kruszczyka błotnego odkryto w roku 1992 na łące trzęślicowej koło Gorzkowic w okolicach Piotrkowa Trybunalskiego w województwie łódzkim (DE 37).

Niniejsza powierzchnia zlokalizowana jest w obszarze Północnych Wysoczyzn Brzeźnych i Wyżyny Małopolskiej, a z mniejszych jednostek: na przejściu Okręgu Widawskiego i Łódzko-Piotrkowskiego (Szafer, Zarzycki 1972). Według Kondrackiego (1994) jest to obszar przejściowy między Równiną Piotrkowską a Wysoczyzną Bełchatowską.

Na podstawie danych z najbliższej stacji meteorologicznej w Sulejowie przeciętny okres wegetacji w tym rejonie wynosi ok. 200 dni, a roczne sumy opadów wahają się w granicach 700 mm (Dubaniewicz 1974). Odnaleziono ją na łące trzęślicowej o powierzchni 1 ha. Opisywana populacja kruszczyka błotnego rośnie na łące trzęślicowej o powierzchni ok 150 m². W miejscu występowania storczyka wyznaczono kwadrat o powierzchni 20 m², na którym w latach 1992–1995 i 2001–2005, 2009 wykonywano zawsze w lipcu zdjęcie fitosocjologiczne (skala Braun-Blanqueta). Dokładnie liczono pędy kruszczyka kwitnące i pochodzenia wegetatywnego.

Rośliny zielne oznaczano za pomocą klucza Rutkowskiego (1998) a mszaki wg Frahma i Frey (1983). Przynależność syntaksonomiczną ustalano wg Matuszkiewicza (2002).

Pobrano w roku 2005 próbki gleby z wierzchniej warstwy (10–20 cm) z dziesięciu punktów badanej powierzchni. W laboratorium oznaczono odczyn gleby w H₂O (metodą potencjometryczną), zawartość węgla organicznego (metodą Tiurina) oraz azotu ogólnego (metodą Kjeldahla).

Corocznie, w dniu wykonywania zdjęcia fitosocjologicznego, w stałych pięciu punktach powierzchni mierzono poziom zalegania wody gruntowej, a następnie obliczano średnią z tych pomiarów. Za pomocą pakietu STATISTICA z wykorzystaniem współczynnika Pearsona określono występowanie zależności między zmianami ilości pędów storczyka a zmianami zalegania wody gruntowej (Stanisz 1998, Wołek 1992).

Wartości wskaźników ekologicznych dla poszczególnych gatunków zaczerpnięto z opracowania (Zarzycki i wsp. 2002). Obliczano wartości następujących wskaźników: świetlnego (L), termicznego (T), wilgotności podłoża (W), trofizmu podłoża (Tr) oraz kwasowości gleby (R).

WYNIKI

Największa liczba osobników *Epipactis palustris* na powierzchni 20 m² miała miejsce w 1995 r. 263, w tym 50 kwitnących, a najmniej – 13 w 2005 r. Wiosną 2002 r. zostało

wykonane przez właściciela gruntu koszenie łąki, co w sposób istotny wpłynęło na stan populacji. Dobrym zjawiskiem jest odnawianie się populacji, w 2009 r. zanotowano już 64 egzemplarze, z czego większość owocowała (tab. 1).

Tabela 1

Table 1

Zmiany ilościowe *Epipactis palustris* a wahania poziomu wód gruntowych
Quantitative reactions of *Epipactis palustris* and water oscillations

Rok obserwacji Year of observation	1992	1993	1994	1995	2001	2002	2003	2004	2005	2009
Liczba ogółem Number of shoots	79	15	96	263	215	63	65	23	13	64
Liczba osobników kwitnących Number of flowering shoots	60	11	63	50	34	54	16	21	2	48
Poziom zalegania wody gruntowej (cm) Groundwater levels	32	32	30	50	14	24	32	14	50	50

Liczba towarzyszących gatunków w roku 1992 wynosiła 26, a w 2005 r. 25. Na powierzchni przeważały gatunki z klas: *Molinio-Arrhenatheretea* i *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*, a w mniejszym stopniu z klasy *Alnetea glutinosae*.

Wśród gatunków ustępujących na badanej powierzchni znalazły się między innymi: *Selinum carvifolia*, *Plantago lanceolata*, *Leontodon hispidus*, *Centaurea jacea*, *Aegopodium podagraria*, *Deschampsia flexuosa*, *Holosteum umbellatum*, *Potentilla erecta*.

Gatunki wykazujące ekspansje to *Molinia caerulea*, *Galium verum*.

Sukcesja na stanowisku *Epipactis palustris* w okolicach Gorzkowic przebiega w niejednoznacznych kierunkach, co spowodowane jest między innymi wykonywaniem czynności gospodarczych, jak koszenie czy wycinanie roślinności drzewiastej (*Salix cinerea*).

Do 2009 r. ustąpiło szereg gatunków, co mówi nam o pewnej niestabilności w kręgu zbiorowisk z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*. W liście gatunków z klasy *Alnetea Glutinosae* dominują krzewy, stąd można w niedalekiej przyszłości spodziewać się zarośnięcia niniejszej powierzchni przez gatunki krzewiaste (tab. 2).

Ciekawostką był przejściowy pojaw innego rzadkiego i objętego ochroną prawną gatunku łąk trzęślicowych, jakim jest *Dianthus superbus*. Gatunek ten, pod względem wymagań siedliskowych, często towarzyszy kruszczykowi błotnemu (Matuszkiewicz 2002).

Analiza podstawowych wskaźników gleby, skąd opisywana jest populacja kruszczyka błotnego, nie wskazuje na jego jednoznaczną kalcyfilność – pH w H₂O wyniosło 5,6. Wynika stąd, że kruszczyk błotny jest gatunkiem tolerującym pod względem kwasowości szeroki zakres tego parametru. Sundermann (1980) podaje wartości od 6,5 do 8,5. Wartość C:N wynosiła 11 i stanowi o dość dobrej jakości siedliska.

Głębokość poziomu zalegania wody gruntowej w latach 1992–1995 wynosiła średnio 30–40 cm, a w latach 2001–2005 odpowiednio 40–50 cm.

Analiza statystyczna nie wykazała korelacji między średnim zaleganiem wody gruntowej a ilością pojawiających się pędów zarówno pochodzenia generatywnego, jak i wegetatywnego, na poziomie istotności 0,01 do 0,05.

Otrzymane wyniki wskazują w pewien sposób na dużą tolerancję w odniesieniu do fluktuacji poziomu wód gruntowych. Na badanej łące występują zagłębienia, gdzie gromadzi się woda oraz podłoże gliniasto-piaszczyste, stąd możliwa jest stagnacja wody.

Obliczone dla roku 1993 i 2009 liczby (w nawiasie) wskaźnikowych Ellenberga są do siebie zbliżone i wynoszą odpowiednio:

L 4,0 (3,8); T 3,5 (2,7); W 3,5 (3,7); Tr 3,7 (3,3); R 3,6 (3,9), H 2,3 (2,5).

Jedynie wskaźnik termiczny uległ zmianie o prawie 1 stopień, co oznaczałoby przejście z umiarkowanie chłodnych do umiarkowanie zimnych warunków.

Na podstawie pozostałych stwierdza się umiarkowane światło, teren od umiarkowanie zimnego do umiarkowanie chłodnego, gleby świeże ku wilgotnym i słabą tendencję ku glebom obojętnym.

DYSKUSJA I WNIOSKI

Epipactis palustris w latach siedemdziesiątych naszego stulecia należał na obszarze Polski Środkowej do gatunków stosunkowo częstych (Mowszowicz 1978). Przez ponad 20 lat jego zasoby na tyle się zmniejszyły, że został zaliczony do gatunków regionalnie ginących, w tym na terenie Gorzkowic (Jakubowska-Gabara 1999).

Zaliczenie *Epipactis palustris* do konkretnej grupy syntaksonomicznej jest dość trudne. Różnorodność siedlisk, na których notowany jest kruszczyk błotny, podkreślona została także w pracy Oberdorfera (1994). Był on notowany na torfowiskach i terenach podmokłych z dużym udziałem węglanów, z takimi gatunkami jak *Carex davalliana* czy *Dactylorhiza traunsteinerii*, a z mszaków *Paludella squarrosa* czy *Tomenthypnum nitens* (Plackowski 1991). Rośnie niekiedy na glebach słonawych (Prete Tosi 1988). Spotykany jest w lasach łęgowych (Piękoś-Mirkowa, Mirek 2006) oraz na ekotonach między torfowiskiem a lasem (Landwehr 1983). Matuszkiewicz (2002) wskazuje *Parnassia palustris* jako występującą z *Epipactis palustris*, a która na obserwowanej przez autora artykułu powierzchni pojawiła się przejściowo.

Bournérias (1979) podaje obecność *Epipactis palustris* w towarzystwie rzadkich gatunków storczyków *Spiranthes aestivalis* czy *Orchis palustris* oraz turzyc z grupy *Carex flava*.

Zdarza się, że kruszczyk błotny rośnie w zniekształconych przez człowieka warunkach, jak tereny po wydobyciu rud żelaza (Kołodziejek 1998). Niekiedy rośnie na hałdach oraz zdegradowanych łąkach z rzędu *Arrhenathera* (Pindel i wsp. 1996). Stanowiska w pobliżu większych aglomeracji opisane są zarówno w Polsce (Sendek 1984), jak i poza granicami (Landolt 2002).

Przeprowadzone koszenie łąki w 2002 r., zwiększenie się trudności poboru wody gruntowej, a także zwiększanie się udziału *Molinia caerulea*, *Galium verrum* oraz wyraźna tendencja wzrostowa w warstwie krzewów przyczyniły się do zanikania populacji kruszczyka błotnego.

Istnieje jednak duże prawdopodobieństwo, że populacja kruszczyka błotnego ulegnie odtworzeniu, tak jak to miało miejsce w latach 1993–1994. Takiej sytuacji sprzyja zarówno możliwość odtworzenia nowej populacji kruszczyka błotnego drogą wegetatywną, jak i bardziej długotrwałą poprzez nasiona (Reinhard i wsp. 1991). Do zachowania dobrej kondycji populacji *Epipactis palustris* odpowiednim wydaje się zastosowanie ochrony czynnej, będącej w równowadze z ochroną przed nadmiernym zarastaniem łąki, czyli umiejętne wykaszanie w odpowiednim dla tego typu łąk terminie (późne lato). Prowadzenie systematycznych badań florystycznych, glebowych i zmian poziomu lustra wody może przynieść cenne informacje uzupełniające dotychczasową wiedzę na temat sukcesji zbiorowisk roślinnych łąk i trwania ciekawych gatunków.

PIŚMIENNICTWO

- Aymonin G., Bournérias M., 1998. Les orchidées de France, Belgique et Luxembourg. Panthéonpe. Paris.
- Bournérias M., 1979. Guide des groupements végétaux de la Région Parisienne. Bassin Parisien – Nord de la France. Ecologie et Phytogéologie 3 édition. Soudes. Paris, 1–483.
- Delforge P., 1994. Guide des orchidées d'Europe d'Afrique du Nord et du Proche-Orient. Delachaux et Niestlé. Lausanne.
- Dubaniewicz H., 1974. Klimat województwa łódzkiego. Acta Geographica Lodziensia, nr 4.
- Frahm J. Frey W., 1983. Moosflora. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- Jakubowska-Gabara J., 1999. Ginące i zagrożone gatunki flory naczyniowej zbiorowisk naturalnych i półnaturalnych Polski Środkowej. Fragm. Flor. Geobot., seria Polonica, 6, 55–74.
- Kołodziejek J., 1998. Roślinność łąkowo-bagienna na górnicy zniekształconych obszarach Częstochowskiego Okręgu Rudonośnego: 225 Materiały sympozjum i obrad sekcji 51 Zjazdu PTB.
- Kondracki J., 1994. Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno-geograficzne. PWN, Warszawa.
- Landolt E., 2002. Flora der Stadt Zürich (1934–1992). Birkhäuser. Verlag. Basel-Boston-Berlin.
- Matuszkiewicz W., 2002. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Mirek Z., Szczęg Z., Wojewoda W., Zarzycki K., 2006. Czerwona lista roślin i grzybów. Kraków.

- Mowszowicz J., 1978. *Conspectus florum Poloniae Medianae (plantae vasculares)*. Przegląd flory Polski środkowej (rośliny naczyniowe). Uniwersytet Łódzki, Łódź.
- Oberdorfer E., 1994. *Pflanzensoziologische Exursionsflora*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Piękoś-Mirkowa H., Mirek Z., 2006. *Rośliny chronione*. Seria Flora Polski. Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa.
- Pindel Z., Gajewski Z., Rój M., 1996. *Storczyki i warunki ich występowania w okolicach Trzebini*. Fol. Univ. Agric. Stein. 187 Agricultura (70), Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Szczecinie. Szczecin, 89–94.
- Plackowski R., 1991. *Observations sur les orchidées du sud et du center de la Pologne*. 12-eme Colloque Société Française d'Orchidophilie.: Clermont-Ferrand, 153–164.
- Prete del C., Tosi G., 1988. *Orchidee Spontanee d'Italia*. Monografia e iconografia. Mursia, Milano.
- Reinhard H., Göltz P., Peter R., Wildermuth H., 1991. *Die Orchideen der Schweiz und angrenzender Gebiete*. Fotorotar AG. Druck + Verlag. Egg.
- Rutkowski L., 1998. *Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Scrugli A. et al., 1988. *Le Orchidee spontane del Sarcidano (Sardegna centreale)*. Istituto di Botanica et Orto Botanico dell'Universita, Firenze.
- Sendek A., 1984. *Rośliny naczyniowe Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego*. Opolskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk PWN, Warszawa–Wrocław.
- Sundermann H., 1980 *Europäische und mediterrane Orchideen*. Brücke-Verlag Kurt Schmerson, Hildesheim.
- Stanisz A., 1998. *Przystępny kurs statystyki w oparciu o program Statistica PL na przykładach z medycyny*. Statsoft Polska. Kraków.
- Szafer W., Zarzycki K., 1972. *Szata roślinna Polski*, t. 1 i 2. PWN, Warszawa.
- Weihe K. red., 1972. *Illustrierte Flora. Deutschland und angrenzende Gebiete. Gefäßkryptogramen und Blütenpflanzen*. Verlag Paul Parey. Berlin- Hamburg.
- Wołek J., 1992. *Vademecum statystyki dla biologów*. Polish Botanical Studies. Instytut Botaniki im. W. Szafera, PAN. Kraków.
- Zarzycki K., Trzcńska-Tacik H., Różański W., Szelaż Z., Wołek J., Korzeniak U., 2002. *Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski*. Instytut Botaniki im. W. Szafera, PAN. Kraków.

THE POPULATION OF *EPIPACTIS PALUSTRIS* (L.) CRANTZ NEAR PIOTRKÓW TRYBUNALSKI (CENTRAL POLAND)

Summary

Results of many years observations (1992–1995 and 2001–2005, 2009) of the population dynamics of helleborine paludosus (*Epipactis palustris*) are presented. The locality of this species is found on a moorgras meadow in the southern direction from Piotrkow Trybunalski covering an area of 150 m². On a selected plot of 20 m² every year, the number of individuals was counted including flowering specimens. Additionally, phytosociological photographs were made, groundwater level

was measured and soil was sampled for analyses. The greatest number of *Epipactis palustris* individuals (263 on the area of 20 m²) was found in 1995, while in 2005, their number was the lowest including only 13 specimens.

KEY WORDS: *Epipactis palustris*, ecology, plant protection

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Jan Matuła, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**Marcin Kozak, Władysław Malarz, Waldemar Helios,
Andrzej Kotecki**

**WPLYW ILOŚCI WYSIEWU NA WYSOKOŚĆ I JAKOŚĆ PLONU
ODMIAN OWSA OPLEWIONEGO I NAGOZIARNISTEGO
CZ. I. ROZWÓJ ROŚLIN, ELEMENTY STRUKTURY
I WYSOKOŚCI PLONU**

**THE EFFECT OF SOWING RATE ON QUANTITY
AND QUALITY OF OAT YIELD**

**PART I. GROWTH OF PLANTS, YIELD AND THE ELEMENTS
OF ITS STRUCTURE**

*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life
Sciences*

W latach 2006–2008 w Pawłowicach k. Wrocławia przeprowadzono badania nad wpływem zróżnicowanej ilości wysiewu na wysokość plonu odmian i rodów owsa. Doświadczenia zakładano w układzie "split-plot", uwzględniając dwa czynniki zmienne, którymi w kolejności były: I. rody i odmiany owsa siewnego: oplewione – STH 7105, STH 7205 i Krezus oraz nagoziarniste – STH 7505 i Polar; II. liczba wysianych na 1 m² ziaren: 300, 400 i 500. W porównaniu z odmianą Krezus nagoziarnisty, karłowaty ród STH 7505 wykształcił o 7,6% więcej ziaren w wieszce, które miały niższą o 28% masę 1 000 ziaren i o 16,4% masę ziaren z wiechy. Największą masę 1000 ziaren miał oplewiony, karłowaty ród STH 7205. Wzrost ilości wysiewu powodował zmniejszenie wartości liczbowych elementów struktury plonu i zwiększał procentowy udział słomy. W odniesieniu do plonów ziarna wykazano współdziałanie badanych genotypów z liczbą wysianych ziaren. Dla rodów oplewionych i odmiany Polar wystarczający był wysiew 400 ziaren na 1 m², przy odmianie Krezus konieczny jest wysiew 500 ziaren na 1 m², a nagoziarnisty ród STH 7505 nie reagował zwykłą plonu na ilość wysiewu. W porównaniu z odmianą Krezus niższe plony ziarna uzyskano z genotypu STH 7105 o 16%, STH 7505 o 43% i Polar o 61%, a wyższe o 8% z STH 7205.

SŁOWA KLUCZOWE: owies siewny, odmiany, struktura plonu, plon ziarna i słomy

Do cytowania – For citation: Kozak M., Malarz W., Helios W., Kotecki A., 2010. Wpływ ilości wysiewu na wysokość i jakość plonu odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. Cz. I. Rozwój roślin, elementy struktury wysokości plonu Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCVII, 578, 129–144.

WSTĘP

W ostatnich latach dokonał się istotny postęp w hodowli owsa. W 1997 r. na Liście Odmian Roślin Rolniczych wpisano nagoziarnistą odmianę owsa Akt, której pozbawione łuski ziarno ma korzystniejszy skład chemiczny i większą zawartość składników pokarmowych (COBORU 1997). W porównaniu z formą oplewioną, odmiana Akt zawiera więcej o 3,2% białka ogółem, o 3,3% tłuszczu surowego, o 2,8% bezazotowych związków wyciągowych, mniej o 8,8% włókna surowego i o 0,5% popiołu surowego (Walens 2003). Nagoziarnista odmiana Polar plonuje średnio o 35% niżej w porównaniu z odmianami oplewionymi (Lista Opisowa Odmian 2009).

Odmiany oplewione charakteryzują się dużym udziałem łuski – od 24,6 do 31,9% (Lista Opisowa Odmian 2009), która ma wartość pokarmową zbliżoną do słomy. Zawartość łuski jest ujemnie skorelowana z plonem ziarna i dlatego trudno jest uzyskać odmiany plenne o niskiej zawartości łuski (Nita 2003). Plenność odmiany zależy od tempa wzrostu roślin, długości okresu wegetacji i indeksu plonu, który jest stosunkiem masy ziarna do masy nadziemnej części rośliny (Nita 1999, 2003). W hodowli dąży się do zwiększenia plonu ziarna poprzez redukcję żdźbła. Skrócenie słomy owsa prowadzi w konsekwencji do wzrostu indeksu plonu. Wprowadzenie do uprawy odmian o krótkiej słomie zmniejsza wyleganie i może ułatwić roślinie lepsze wykorzystanie produktów fotosyntezy do tworzenia kłosek i kwiatków.

Ważnym czynnikiem agrotechnicznym kształtującym plon owsa jest gęstość siewu. Zróżnicowana reakcja odmian owsa na zgęszczenie wynika z różnych wymagań świetlnych, zdolności krzewienia i odporności na wyleganie (Kozłowska-Ptaszyńska i wsp. 2001, Noworolnik, Maj 2005, Podolska i wsp. 2006). Wzrost ilości wysiewu z 400 do 800 ziaren na 1 m² spowodował istotny przyrost plonu ziarna u odmiany Akt i brak reakcji na ten czynnik oplewionej odmiany Borowiak (Dubis, Budzyński 2003).

Celem pracy było określenie wpływu ilości wysiewu na rozwój, elementy struktury i wysokość plonu oplewionych i nagoziarnistych, karłowatych oraz tradycyjnych odmian owsa.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

W latach 2006–2008 w Pawłowicach k. Wrocławia przeprowadzono badania nad wpływem zróżnicowanej ilości wysiewu na wysokość plonu odmian i rodów owsa. Doświadczenia zakładano w układzie "split-plot", uwzględniając dwa czynniki zmienne, którymi w kolejności były: I. rody i odmiany owsa siewnego: oplewione – STH 7105, STH 7205 i Krezus oraz nagoziarniste – STH 7505 i Polar; II. liczba wysianych na 1 m² ziaren: 300, 400 i 500. Doświadczenie prowadzono corocznie na glebie płowej typowej, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej należącej do działu gleb antropogenicznych, rzędu brunatnoziemnych, zaliczanej do kompleksu przydatności rolniczej pszenego dobrego, klasy bonitacyjnej III b. Zasobność w składniki mineralne i odczyn pH gleby w poszczególnych latach badań przedstawiały się następująco: P – od wysokiej do

bardzo wysokiej, K – od średniej do bardzo wysokiej, Mg – od niskiej do wysokiej, pH gleby – od kwaśnego do lekko kwaśnego.

We wszystkich latach badań przedplonem dla owsa siewnego był szarłat uprawny (*Amaranthus cruentus* L.), którego zbiór przeprowadzono w I dekadzie grudnia, a następnie po rozdrobieniu resztek pozbiorowych wykonano orkę przedzimową.

Wiosenne prace polowe rozpoczęto 06.04.2006, 23.03.2007, 31.03.2008 r. Przed założeniem doświadczenia wykonano nawożenie mineralne, stosując na 1 ha: 60 kg N (saletra amonowa 34%), 80 kg P₂O₅ (superfosfat potrójny 46%), 120 kg K₂O (sól potasowa 60%) oraz ponownie przeprowadzono zabiegi doprawiające glebę agregatem uprawowym. Ze względu na przedrejestracyjny charakter badań materiału siewnego nie zaprawiano preparatami fungicydowymi przed siewem. Owies zasiano 07.04.2006, 27.03.2007, 02.04.2008 r. siewnikiem poletkowym Tool Carrier 2700 firmy Wintersteiger, zgodnie ze schematem doświadczenia, na głębokość 2–3 cm.

Zachwaszczenie regulowano za pomocą herbicydu Chwastox Turbo aplikowanego w dawce 2,0 dm³·ha⁻¹. W fazie strzelania w źdźbło stosowano nawożenie azotem w ilości 30 kg N na 1 ha w postaci saletry amonowej (34%).

W okresie rozwoju owsa, w latach 2006–2007, stwierdzono nieznaczne występowanie mszyc (*Aphis* sp.). Ponieważ nie został przekroczony próg ekonomicznej szkodliwości, nie stosowano oprysku chemicznego. Z kolei w roku 2008, ze względu na duże nasilenie mszycy zbożowej, w ochronie insektycydowej owsa siewnego zastosowano, 05.06.2008 r., preparat Bi 58 Nowy 400 EC w dawce 0,5 dm³ na 1 ha. Podczas wegetacji owsa nie stwierdzono występowania chorób grzybowych na roślinach i dlatego nie wykonywano zabiegów fungicydowych.

Z chwastów dwuliściennych przed zbiorem występowały w niewielkim nasileniu: szarłat uprawny, przytulia czepna i ostrożeń polny.

Po wschodach określono na 2 mb w środkowym rzędzie każdego poletka liczbę roślin, a przed zbiorem liczbę źdźbeł produkcyjnych, co stanowiło podstawę do obliczenia współczynnika krzewienia produkcyjnego.

Przed zbiorem na 10 losowo wybranych źdźbłach produkcyjnych z każdego poletka określono następujące cechy morfologiczne: wysokość roślin, długość liścia flagowego, szerokość liścia flagowego, długość wiechy, liczbę ziaren w 1 wieszce, masę ziaren z 1 wiechy, masę nadziemną (słomy) z 1 źdźbła produkcyjnego.

Po omłocie (17.08.2006, 16.08.2007, 07.08.2008) kombajnem poletkowym Hege 150 na każdym poletku określono: plon ziarna, który sprowadzono do stałej 13% wilgotności, plon słomy (wilgotność 15%) i masę 1000 ziaren.

Opracowanie statystyczne wyników wykonano metodą analizy wariancji, zgodnie z metodyką doświadczeń polowych (Elandt 1964). Parametry statystyczne oceniono na poziomie ufności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Zróznicowany w latach przebieg pogody oraz właściwości genetyczne odmian kształtowały długość poszczególnych faz rozwojowych i wegetacji (tab. 1–3). Okres wegetacji owsa wynosił od 121 dni w trzecim roku badań do 131 dni w pierwszym, w którym notowano najwyższą średnią temperaturę powietrza i sumę opadów. Średnio w ciągu trzech lat badań najkrótszym okresem wegetacji charakteryzowała się odmiana Krezus (125 dni), a najdłuższym karłowy, nagoziarnisty ród STH 7505 (128 dni). Najkorzystniejsze warunki do krzewienia wystąpiły w 2008 r., kiedy w okresie od siewu do strzelania w źdźbło suma opadów wynosiła 105 mm, a najmniejsze krzewienie notowano w 2007 r., przy sumie opadów 36 mm. W drugim roku badań w okresie wiechowanie – dojrzałość młeczna notowano najwyższą sumę opadów, jednak nie miało to korzystnego wpływu na wysokość plonów z powodu bardzo słabego krzewienia. Najkorzystniejszy układ warunków pogodowych wystąpił w 2008 r., kiedy notowano najniższą średnią temperaturę powietrza w całym cyklu badań (15,7°C), a rozkład opadów był bardzo korzystny.

Tabela 1

Table 1

Średnie dekadowe i miesięczne temperatury powietrza (°C) oraz sumy opadów (mm) w okresie wegetacyjnym w latach 2006–2008
Mean ten-day and monthly air temperature (°C) and precipitation sums (mm) in vegetative season in years 2006–2008

Miesiąc – Month	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
2006									
Średnie miesięczne temperatury (°C) Monthly mean temperature	-6,0	-1,9	0,6	9,9	14,3	18,5	23,4	17,3	16,1
Suma miesięcznych opadów (mm) Monthly sum precipitations	23,5	39,3	22,17	51,1	15,9	56,6	12,0	166,7	17,6
2007									
Średnie miesięczne temperatury (°C) Monthly mean temperature	5,0	2,7	6,6	10,9	16,2	19,2	19,2	18,9	12,9
Suma miesięcznych opadów (mm) Monthly sum precipitations	52,0	59,0	48,8	2,7	50,3	69,2	92,4	52,8	46,1
2008									
Średnie miesięczne temperatury (°C) Monthly mean temperature	2,9	3,9	4,6	8,9	14,3	18,8	19,8	18,8	13,2
Suma miesięcznych opadów (mm) Monthly sum precipitations	56,7	20,4	33,0	87,1	37,3	36,5	65,6	94,0	27,9
Średnie wieloletnie za lata 1976–2005 Multi-year means for 1976–2005									
Średnie miesięczne temperatury (°C) Monthly mean temperature	-1,0	0,1	3,7	8,3	14,1	16,9	18,7	17,9	13,3
Suma miesięcznych opadów (mm) Monthly sum precipitations	31,9	26,7	31,7	30,5	51,3	59,5	78,9	61,7	45,3

Tabela 2
Table 2

Daty występowania początku faz rozwojowych owsa siewnego w latach 2006–2008
 Dates of the beginning of growth stages of oats in years 2006–2008

Fazy rozwojowe Growth stages	2006					2007					2008				
	STH 7105	STH7205	Krezus	STH7505	Polar	STH 7105	STH7205	Krezus	STH7505	Polar	STH 7105	STH7205	Krezus	STH7505	Polar
Siew – Sowing	07.04	07.04	07.04	07.04	07.04	27.03	27.03	27.03	27.03	27.03	02.04	02.04	02.04	02.04	02.04
Wschody Emergence	18.04	18.04	18.04	18.04	18.04	13.04	13.04	13.04	13.04	13.04	18.04	18.04	18.04	18.04	18.04
Krzewienie Tillering	11.05	11.05	11.05	11.05	11.05	14.05	06.05	04.05	06.05	04.05	08.05	08.05	08.05	08.05	08.05
Strzelanie w źdźbło Shooting	15.06	15.06	15.06	15.06	15.06	16.05	17.05	16.05	18.05	16.05	19.05	19.05	19.05	19.05	19.05
Wiechowanie Panicles showing	12.07	12.07	10.07	12.07	12.07	30.05	01.06	30.05	01.06	30.05	05.06	07.06	07.06	11.06	11.06
Dojrzałość mleczna Milk stage	04.08	04.08	03.08	04.08	04.08	02.07	03.07	30.06	06.07	01.07	25.06	27.06	28.06	30.06	30.06
Dojrzałość woskowa Dough stage	10.08	10.08	10.08	11.08	10.08	14.07	14.07	09.07	16.07	13.07	11.07	14.07	15.07	16.07	16.07
Dojrzałość twarda Full maturity	16.08	16.08	15.08	16.08	16.08	30.07	30.07	27.07	02.08	29.07	01.08	02.08	04.08	04.08	05.08
Zbiór – Harvest	17.08					16.08					07.08				

Tabela 3
Table 3

Średnia długość faz rozwojowych owsa siewnego na tle warunków atmosferycznych w latach 2006–2008
Mean length of growth stages of oats relating to weather condition in years 2006–2008

Lata Years	Wyszczególnienie Specification	Fazy rozwojowe – Growth stages								Okres wegetacji Vegetation periods
		siew – wschody sowing – emergence	wschody – krzewienie emerge- nce – til- lering	krzewienie – strzelanie w źdźbło – tillering – shooting	strzelanie w źdźbło – wiecho- wanie shooting – panicles showing	wiecho- wanie – dojrzałość mleczna panicles showing – milk stage	dojrzałość mleczna – dojrzałość woskowa milk stage – dough stage	dojrzałość woskowa – dojrzałość twarda dough stage – full maturity	Okres wegetacji Vegetation periods	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2006	Długość okresu rozwojowego (liczba dni) Length of developmental period (number of days)	11	23	35	27	23	6	6	131	
	Suma opadów (mm) Sum precipitations	12,5	38,8	18,6	54,5	16,1	101,9	9,0	251,4	
2007	Średnia dzienna temperatura powietrza (°C) Daily mean temperature	8,2	13,0	14,7	22,1	23,1	16,6	16,2	17,9	
	Długość okresu rozwojowego (liczba dni) Length of developmental period (number of days)	17	22	12	14	33	10	17	125	
2007	Suma opadów (mm) Sum precipitations (mm)	0,8	1,9	33,4	16,9	69,2	53,8	38,6	214,6	
	Średnia dzienna temperatura powietrza (°C) Daily mean temperature	8,6	11,9	14,9	17,9	19,1	16,3	21,4	16,0	

Tabela 3 cd.
Table 3 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Długość okresu rozwojowego (liczba dni) Length of developmental period (number of days)	16	20	11	20	20	16	20	123
2008	Suma opadów (mm) Sum precipitations	67,4	25,8	12,1	22,2	30,8	50,1	18,0	226,4
	Średnia dzienna temperatura powietrza (°C) Daily mean temperature	7,9	11,0	15,1	16,6	18,1	19,9	20,1	15,7

Liczba roślin na 1 m² po wschodach była niższa od planowanej o 4–13% (tab. 4). Średnio w ciągu trzech lat badań wzrost ilości wysiewu skutkował zmniejszeniem liczby roślin po wschodach w stosunku do planowanej. Nagoziarniste formy owsa wschodziły słabiej w stosunku do oplewionych. W miarę wzrostu ilości wysiewu zmniejszał się współczynnik krzewienia produkcyjnego. Nagoziarnisty, karłowaty ród STH 7505 krzewił się o 8% lepiej od odmiany Polar. Liczba źdźbeł produkcyjnych na 1 m² kształtowała się pod wpływem ilości wysiewu i krzewienia produkcyjnego oraz zależała przede wszystkim od przebiegu pogody podczas wegetacji. Odmiana Polar wykształcała na 1 m² o 6% mniej źdźbeł, a karłowaty ród STH 7205 o 11% więcej w porównaniu z odmianą Krezus.

W odniesieniu do badanych cech morfologicznych i elementów struktury plonu nie wykazano współdziałania rodów i odmian z ilością wysiewu. W porównaniu z odmianą Krezus rody karłowe były niższe nawet o 1/3. Z badanych genotypów nagoziarnisty ród STH 7505 miał najdłuższy i najszerszy liść flagowy, a odmiana Polar wykształcała najdłuższą wiechę (tab. 5). Zwiększenie ilości wysiewu z 300 do 500 ziaren na 1 m² spowodowało skrócenie długości liścia flagowego i wiechy oraz zmniejszenie szerokości blaszki liściowej.

W porównaniu z odmianą Krezus nagoziarnisty karłowaty ród STH 7505 wykształcił o 7,6% więcej ziaren w wieszce, które miały niższą o 28% masę 1000 ziaren i o 16,4% masę ziaren z wiechy (tab. 6). Największą masę 1000 ziaren miał oplewiony, karłowaty ród STH 7205. Masa słomy z 1 źdźbła była ściśle powiązana z wysokością roślin (rys. 1). Zwiększenie ilości wysiewu zmniejszało wartości liczbowe elementów struktury plonu i zwiększało procentowy udział słomy.

Podolska i wsp. (2006) wykazali, że w miarę zwiększania ilości wysiewu nagoziarnistej formy owsa karłowego obniżeniu uległa masa ziarna i liczba ziaren z rośliny. Obniżka była na tyle istotna, że pomimo wzrostu liczby wiech na jednostce powierzchni plon ziarna nie zmieniał się. Podobne wyniki, w odniesieniu do oplewionych form owsa, uzyskali Kozłowska-Ptaszyńska i wsp. (2003).

Bez względu na formę owsa czynnikami kształtującymi plon ziarna owsa są masa 1 000 ziaren, liczba wiech z jednostki powierzchni, liczba kłosek i ziaren w wieszce oraz masa ziarna z wiechy (Budzyński i wsp. 1999, Dubis, Budzyński 2003, Podolska 2006).

W odniesieniu do plonów ziarna wykazano współdziałanie badanych genotypów z liczbą wysianych ziaren (tab. 7). W wypadku rodów oplewionych i odmiany Polar wystarczający był wysiew 400 ziaren na 1 m², przy odmianie Krezus konieczny jest wysiew na 1 m² 500 ziaren, a nagoziarnisty ród STH 7505 nie reagował zwykłą plonu na ilość wysiewu (tab. 6). W porównaniu z odmianą Krezus niższe plony ziarna uzyskano z genotypu STH 7105 o 16%, STH 7505 o 43% i Polar o 61%, a wyższe o 8% z STH 7205.

Plon słomy kształtował się pod wpływem genotypu i ilości wysiewu. Na wysokość plonu słomy miały wpływ wysokość roślin, masa źdźbła i liczba źdźbeł produkcyjnych. Najwyższe plony słomy uzyskano z odmiany Krezus, a najniższe z nagoziarnistego karłowatego rodu STH 7505. W miarę zwiększania ilości wysiewu plony słomy wzrastały (tab. 7). Nie wykazano współdziałania genotypów owsa z ilością wysiewu.

Tabela 4
Table 4

Obsada roślin owsa siewnego po wschodach, liczba źdźbeł produkcyjnych oraz krzewienie produkcyjne (średnie z lat 2006–2008)
Oat plant density after emergence, the number of production stalks and productive tillering (mean in years 2006–2008)

Odmiana Cultivar	Liczba wysianych ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	Obsada roślin po wschodach na 1 m ² Density of plants after emergence per 1 m ²	Liczba źdźbeł produkcyjnych na 1 m ² przed zbiorem Number of productive stalks before harvest	Współczynnik krzewienia produkcyjnego Ratio of productive tillering
STH 7105	300	288	474	1,67
	400	381	496	1,31
	500	466	562	1,20
STH 7205	300	286	462	1,62
	400	364	577	1,59
	500	470	627	1,34
KREZUS	300	276	414	1,50
	400	374	478	1,28
	500	469	614	1,30
STH 7505	300	280	462	1,69
	400	370	526	1,43
	500	452	591	1,32
POLAR	300	269	413	1,54
	400	350	477	1,36
	500	435	522	1,21
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)		11	27	0,08
średnie dla czynników – means for factors				
STH 7105		378	511	1,39
STH 7205		373	555	1,52
KREZUS		373	502	1,36
STH 7505		367	526	1,48
POLAR		351	470	1,37
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)		6	16	0,05
	300	280	445	1,60
	400	368	511	1,40
	500	458	583	1,27
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)		5	12	0,04
Lata Years	2006	365	508	1,41
	2007	376	420	1,13
	2008	364	611	1,74
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)		4	12	0,04

r.n. – n.s. (różnica nieistotna – no significant difference)

Tabela 5
Table 5Cechy morfologiczne roślin owsa siewnego przed zbiorem (średnie z lat 2006–2008)
Morphological features of oat plants before harvest (mean in years 2006–2008)

Odmiana Cultivar	Liczba wysianych ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	Wysokość roślin (cm) Height of plants	Długość liścia flagowego (cm) Length of flag leaf	Szerokość liścia flagowego (mm) Width of flag leaf	Długość wiechy (cm) Length of panicle
STH 7105		46	12,9	6,3	12,2
STH 7205		46	15,7	7,3	13,3
KREZUS		69	15,9	7,0	13,4
STH7505		53	18,9	7,7	14,9
POLAR		77	16,1	7,5	15,4
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		2	0,6	0,6	0,5
	300	58	16,0	7,4	14,3
	400	58	16,3	7,5	13,9
	500	59	15,4	6,6	13,4
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		r.n. – n.s.	0,5	0,3	0,3
Lata Years	2006	51	12,0	6,8	12,6
	2007	62	17,7	7,5	15,7
	2008	62	18,0	7,2	13,2
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		1	0,5	0,4	0,4

r.n. – n.s. (różnica nieistotna – no significant difference)

Ilość wysiewu owsa zależy w dużym stopniu od genotypu (Kozłowska-Ptaszyńska i wsp. 2001, Tobiasz-Salach, Bobrecka-Jamro 2002, Dubis, Budzyński 2003). Kozłowska-Ptaszyńska i wsp. (2001) wykazali, że dla większości odmian oplewionych wystarczający jest wysiew 400 ziaren na 1 m². Dubis i Budzyński (2003) udowodnili, że bez względu na termin siewu dla odmiany nagoziarnistej Akt konieczny jest wysiew 800 ziaren na 1 m², a dla oplewionej Borowiak wystarczający jest wysiew 400 ziaren na 1 m². Natomiast Podolska i wsp. (2006) wykazali, że dla karłowatej formy owsa nagoziarnistego STH 6503 wystarczający jest wysiew 300 ziaren na 1 m², co potwierdzają wyniki badań własnych w odniesieniu do rodu STH 7505.

Tabela 6
Table 6Elementy struktury plonu owsa siewnego (średnie z lat 2006–2008)
Elements of the yield structure of oat (mean in years 2006–2008)

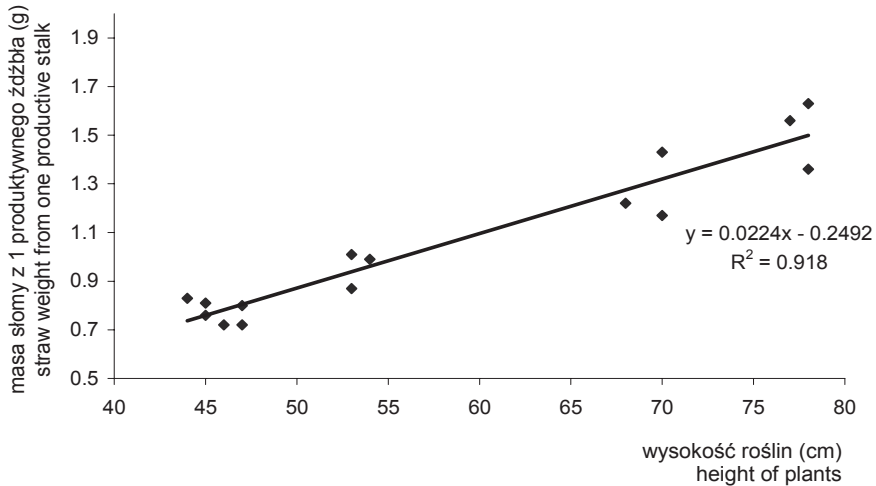
Odmiana Cultivar	Liczba wysianych ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	Liczba ziaren z 1 wiechy Number of grains per one panicle	Masa 1 000 ziaren (g) 1 000-grain weight (g)	Masa 1 żdźbła produkcyjnego (g) Weight of a single productive stalk		Procentowy udział Percentage	
				ziarno grain	słoma straw	ziarno grain	słoma straw
STH 7105		48,4	33,1	1,59	0,78	66,5	33,5
STH 7205		53,8	35,4	1,83	0,77	70,4	29,6
KREZUS		55,9	33,5	1,82	1,27	58,6	41,4
STH 7505		60,2	24,0	1,52	0,96	61,3	38,7
POLAR		51,9	26,8	1,29	1,52	45,7	54,3
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		4,8	0,6	0,16	0,13	3,7	3,7
	300	61,6	30,9	1,85	1,14	62,3	37,7
	400	53,7	31,0	1,63	1,07	60,8	39,2
	500	46,8	29,9	1,36	0,97	58,4	41,6
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		3,3	0,6	0,10	0,07	2,1	2,1
Lata Years	2006	59,9	28,5	1,68	0,90	64,8	35,2
	2007	50,0	32,6	1,55	1,13	58,5	41,5
	2008	52,2	30,7	1,60	1,14	58,2	41,8
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		3,7	0,5	r.n. – n.s.	0,10	2,8	2,8

r.n. – n.s. (różnica nieistotna – no significant difference)

Tabela 7
Table 7Plon ziarna i słomy owsa siewnego (średnie z lat 2006–2008)
Grain and straw yield in oat (mean in years 2006–2008)

Odmiana Cultivar	Liczba wysianych ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	Plon (t·ha ⁻¹) Yield	
		ziarno grain	słoma straw
STH 7105	300	4,05	1,97
	400	4,31	2,24
	500	4,46	2,42
STH 7505	300	2,80	1,67
	400	2,88	1,88
	500	2,90	1,96
KREZUS	300	4,74	3,45
	400	5,07	3,53
	500	5,37	4,78
STH 7205	300	4,98	2,03
	400	5,77	2,42
	500	5,65	2,63
POLAR	300	1,74	1,84
	400	1,98	2,36
	500	2,14	3,02
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,22	r.n. – n.s.
średnie dla czynników – means for factors			
STH 7105		4,27	2,21
STH 7205		5,47	2,36
KREZUS		5,06	3,92
STH 7505		2,86	1,83
POLAR		1,96	2,40
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,13	0,56
	300	3,66	2,19
	400	4,00	2,48
	500	4,10	2,96
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,10	0,29
Lata Years	2006	3,77	2,16
	2007	3,44	2,54
	2008	4,56	2,94
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,10	0,43

r.n. – n.s. (różnica nieistotna – no significant difference)



Rys. 1. Zależność między masą słomy 1 produktywnego źdźbła a wysokością roślin owsa siewnego

Fig. 1. Relationship between weight of a single productive stalk and height of oats plants

WNIOSKI

1. Długość poszczególnych faz rozwojowych i wegetacji owsa kształtowały zróżnicowane w latach przebieg pogody oraz właściwości genetyczne odmian i rodów. Średnio w ciągu trzech lat badań najkrótszym okresem wegetacji charakteryzowała się odmiana Krezus (125 dni), a najdłuższym nagoziarnisty ród STH 7505 (128 dni).

2. W porównaniu z odmianą Krezus nagoziarnisty karłowaty ród STH 7505 wykształcił o 7,6% więcej ziaren w wieszce, które miały niższą o 28% masę 1 000 ziaren i o 16,4% masę ziaren z wiechy. Największą masę 1 000 ziaren uzyskał oplewiony, karłowaty ród STH 7205. Wrost ilości wysiewu powodował zmniejszenie wartości liczbowych elementów struktury plonu i zwiększał procentowy udział słomy.

3. Niższe plony ziarna uzyskano z genotypów STH 7105 o 16%, STH 7505 o 43% i Polar o 61%, a wyższe o 8% z STH 7205 w porównaniu z odmianą Krezus.

4. W odniesieniu do plonów ziarna wykazano współdziałanie badanych genotypów z liczbą wysianych ziaren. Dla rodów oplewionych i odmiany Polar wystarczający był wysiew 400 ziaren na 1 m², odmiana Krezus wymaga wysiewu na 1 m² 500 ziaren, natomiast nagoziarnisty ród STH 7505 nie reagował zwyżką plonu na ilość wysiewu.

PIŚMIENNICTWO

- Budzyński W., Wróbel E., Dubis B., 1999. Reakcja owsa nagiego na czynniki agrotechniczne. *Żywność*, 1 (18) Supl., 97–103.
- COBORU, 1997. Zboża jare. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. COBORU, Słupia Wielka.
- Dubis B., Budzyński W., 2003. Reakcja owsa nagoziarnistego i oplewionego na termin i gęstość siewu. *Biul. IHAR, Radzików*, 229, 139–146.
- Elandt R., 1964. *Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczeń rolniczego*. PWN, Warszawa, 272–289.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J., Woch J., 2001. Wpływ terminu i gęstości siewu na plonowanie nowych odmian owsa. *Biul. IHAR*, 217, 121–126.
- Lista Opisowa Odmian, 2009. *Rośliny rolnicze. Cz. I, Słupia Wielka*, 44–50.
- Nita Z.T., 1999. Stan aktualny i nowe kierunki hodowli owsa w Polsce. *Żywność*, 1 (18) Supl., 186–192.
- Nita Z.T., 2003. Współczesne osiągnięcia i perspektywy hodowli owsa w Polsce. *Biul. IHAR*, 229, 13–20.
- Noworolnik K., Maj L., 2005. Wpływ gęstości siewu na plonowanie owsa nagoziarnistego i oplewionego. *Pam. Puł.*, 139, 137–143.
- Podolska G., Maj L., Nita Z., 2006. Wielkość plonu i komponentów plonu u nagoziarnistej formy owsa karłowego w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem. *Biul. IHAR*, 239, 49–59.
- Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D., 2002. Wpływ gęstości siewu na plonowanie owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Fragm. Agron.*, 2(74), 71–78.
- Walens M., 2003. Wpływ nawożenia azotowego i gęstości siewu na wysokość i jakość plonu ziarna odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Biul. IHAR*, 229, 115–124.

THE EFFECT OF SOWING RATE ON QUANTITY AND QUALITY OF OAT YIELD

PART I. GROWTH OF PLANTS, YIELD AND THE ELEMENTS OF ITS STRUCTURE

Summary

In 2006–2008 in Pawłowice near Wrocław, Poland, the experiments were conducted to investigate the effect of various sowing rates on yielding of oat cultivars and forms. The split-plot experiments were set for two following variable factors: I – hulled oat strains and cultivars STH 7105, STH 7205 and Krezus, and naked oat strains STH 7505 and Polar; II number of grains sown per 1 m²: 300, 400 and 500. Compared to the results obtained with Krezus, naked, dwarf strain STH 7505 produced 7.6% more grains in a panicle. At the same time STH 7050 grain had by 28% lower 1000-grain weight and by 16.4% lower grain weight in a panicle than Krezus. The highest 1000-grain weight was obtained with the hulled dwarf oat strain – STH 7205. The increased sowing rate lowered the number values of the elements of the yield but caused a higher percentage of straw. It was observed that a relationship exists between the investigated genotypes and the sowing rate. The sowing rate of 400 grains per 1 m² was sufficient for hulled strains and Polar cultivar, while

Krezus required a sowing rate of 500 grains per 1 m². A higher sowing rate did not increase the yield of the naked strain STH 7505. STH 7105, STH 7505 and Polar produced lower yields than Krezus by 16%, 43% and 61%, respectively, while, STH 7205 had a higher yield by 8% than Krezus.

KEY WORDS: oat, cultivars, yield structure, grain yield, straw yield

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Mieczysław Wilczek, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

**Władysław Malarz, Marcin Kozak, Waldemar Helios,
Andrzej Kotecki**

**WPŁYW ILOŚCI WYSIEWU NA WYSOKOŚĆ I JAKOŚĆ PLONU
ODMIAN OWSA OPLEWIONEGO I NAGOZIARNISTEGO**
**CZ. II. SKŁAD CHEMICZNY ZIARNA I SŁOMY
ORAZ WYDAJNOŚĆ SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH**
**THE EFFECT OF SOWING RATE ON QUANTITY
AND QUALITY OF OAT YIELD**
**PART II. CHEMICAL CONTENT OF GRAIN AND STRAW
AS WELL AS NUTRIENT YIELD**

*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life
Sciences*

W latach 2006–2008 w Pawłowicach k. Wrocławia przeprowadzono badania nad wpływem zróżnicowanej ilości wysiewu na skład chemiczny ziarna i słomy oraz wydajność składników pokarmowych odmian i rodów owsa. Doświadczenia zakładano w układzie „split–plot”, uwzględniając dwa czynniki zmienne, którymi w kolejności były: I. rody i odmiany owsa siewnego: oplewione – STH 7105, STH 7205 i Krezus oraz nagoziarniste – STH 7505 i Polar; II. liczba wysianych na 1 m² ziaren: 300, 400 i 500. W porównaniu z oplewioną odmianą Krezus karłowaty nagonasienny ród STH 7505 gromadził więcej o 63% tłuszczu surowego, o 7% bezazotowych związków wyciągowych, a mniej o 60% włókna surowego i o 28% popiołu surowego. Pod względem zawartości białka ogółem korzystnie, w porównaniu z odmianą Krezus, wypadł karłowaty, oplewiony ród STH 7150, który zawierał więcej o 9% tego składnika i o 19% tłuszczu surowego, a mniej o 19% włókna surowego. Wydajność białka ogółem i tłuszczu surowego była wyższa, w porównaniu odmianą Krezus, u rodu STH 7205 odpowiednio o 7,3 i 21,4% oraz niższa u rodu STH 7505 o 41 i 19%.

Do cytowania – For citation: Malarz W., Kozak M., Helios W., Kotecki A., 2010. Wpływ ilości wysiewu na wysokość i jakość plonu odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. Cz. II. Skład chemiczny ziarna i słomy oraz wydajność składników pokarmowych. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCVII, 578, 145–156.

Średnio w ciągu trzech lat ziarno owsa gromadziło najwięcej N, następnie kolejno mniej P, K, Mg i Ca, natomiast słoma akumulowała przede wszystkim K, a w dalszej kolejności N, Ca, Mg i Ca.

SŁOWA KLUCZOWE: owies, ziarno, słoma, skład chemiczny

WSTĘP

Owies nagoziarnisty przewyższa wartością odżywczą inne gatunki zbóż i dlatego znajduje zastosowanie w żywieniu drobiu i trzody chlewnej. Walens (2003) wykazała, że ziarno owsa pozbawione łuski, w porównaniu z owsem oplewionym, zawierało nie tylko więcej białka ogółem, tłuszczu surowego i bezazotowych związków wyciągowych, lecz również gromadziło więcej witamin z grupy B (B_1 , B_2 , B_6), witaminy E, β -glukanów, Mg i P. Ponadto odmiana nagonasienna Akt, w porównaniu z odmianą oplewioną Bajka, zawierała więcej o 17% metioniny, 27% lizyny, 39% treoniny i o 39% cystyny (Piech i wsp. 2003).

Tobiasz-Salach i wsp. (2007) stwierdzili, że odmiany irody owsa nagoziarnistego zawierały przeciętnie 15,5% białka ogółem i 4,5% tłuszczu surowego.

Ziarno owsa zaliczane jest do żywności prozdrowotnej, a ze skrobi produkuje się zamienniki tłuszczu, które mają m.in. zastosowanie w produkcji lodów i żywności niskoenergetycznej (Gąsiorowski 1999).

Nita (2003) uważa, że hodowlę jakościową owsa należy dostosować do wymagań poszczególnych sektorów gospodarki, ze szczególnym uwzględnieniem przemysłu spożywczego i farmaceutycznego.

Wpływ ilości wysiewu na kształtowanie składu chemicznego ziarna oplewionych i nagoziarnistych, krótkosłomych oraz tradycyjnych odmian owsa jest praktycznie nieznanym, dlatego ten element agrotechniki był celem podjętych badań.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Metodykę badań polowych przedstawiono w I części pracy (Kozak i wsp. 2010).

Ocenę jakościową ziarna i słomy owsa siewnego oparto na wynikach analiz chemicznych przeprowadzonych w Laboratorium Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin. Analizy wykonano na uśrednionych próbach ziarna i słomy z poszczególnych obiektów następującymi metodami:

- sucha masa – metodą suszarkowo-wagową, w temperaturze 95°C, w ciągu 5 godzin,
- azot ogólny (białko ogółem) – metodą Kjeldahla, w próbach oznaczono azot ogólny i przeliczono na białko ogółem, stosując współczynnik 6,25,
- tłuszcz surowy (ekstrakt eterowy) – metodą odtłuszczonej reszty w aparacie Soxhleta,
- włókno surowe – metodą Henneberga-Stohmanna,
- popiół surowy – poprzez spalanie materiału roślinnego w piecu elektrycznym w temperaturze 600°C.

Na podstawie analiz chemicznych obliczono w ziarnie bezazotowe związki wyciągowe, wydajność białka ogółem, tłuszczu surowego oraz nagromadzone w ziarnie i słomie makroskładniki.

Statystyczne opracowanie wyników wykonano metodą analizy wariancji, zgodnie z metodyką doświadczeń polowych (Elandt 1964). Parametry statystyczne oceniono na poziomie ufności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I OMÓWIENIE

W odniesieniu do składu chemicznego ziarna i słomy nie wykazano współdziałania genotypu z ilością wysiewu. W porównaniu z oplewioną odmianą Krezus odmiana Polar gromadziła więcej o 11% białka ogółem, 37% tłuszczu surowego, 6% bezazotowych związków wyciągowych, a mniej o 65% włókna surowego i o 21% popiołu surowego. Pod względem zawartości białka ogółem korzystnie, w porównaniu z odmianą Krezus, wypadł karłowaty, oplewiony ród STH 7105, który zawierał więcej o 9% tego składnika i o 19% tłuszczu surowego oraz mniej o 19% włókna surowego. Natomiast karłowaty nagoziarnisty ród STH 7505 zawierał istotnie mniej białka ogółem, w porównaniu z odmianą Polar (tab. 1).

Tabela 1
Table 1

Skład chemiczny ziarna owsa siewnego ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Średnie z lat 2006–2008
Chemical content of oats grain ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Mean in years 2006–2008

Odmiana Cultivar	Liczba wysianych ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	Białko ogółem Total protein	Tłuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fibre	Popiół surowy Crude ash	Bezazotowe związki wyciągowe Nitrogen-free extract
STH 7105		163	60,1	82,8	29,1	665
STH 7205		145	56,2	92,6	29,2	677
KREZUS		149	50,5	101,7	31,8	667
STH 7505		154	71,4	40,7	22,9	711
POLAR		166	69,3	35,7	25,0	704
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		9	6	10,0	2,1	16
	300	158	59,0	72,7	28,3	682
	400	154	61,6	72,3	27,1	685
	500	155	64,1	66,9	26,0	688
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	1,6	r.n. – n.s.
Lata Years	2006	146	57,9	91,6	28,5	676
	2007	156	59,5	55,6	27,9	701
	2008	164	67,5	64,8	26,7	677
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		7	5	7,8	1,6	13

r.n. – n.s. (różnica nieistotna – no significant difference)

Szumilo i Rachoń (2006) oraz Walens (2003) wykazali, że nagoziarniste odmiany owsa, w porównaniu z oplewionymi, zawierały więcej białka ogółem i tłuszczu surowego, a mniej włókna oraz popiołu surowego. W badaniach Tobiasz-Salach i in. (2007) wykazano, że w nagonasiennych odmianach owsa średnia zawartość białka ogółem wynosi 15,5%, a tłuszczu surowego 4,5%. Piech i wsp. (2003) stwierdzili ponadto, że nagoziarnista odmiana owsa Akt, w porównaniu z odmianą oplewioną Bajka, zawiera więcej metioniny, cystyny i treoniny. Na zawartość składników pokarmowych duży wpływ ma przebieg pogody (Aman 1987). W warunkach większej sumy opadów ziarno zawiera mniej białka ogółem, a więcej włókna i popiołu surowego (Walens 2003).

Wydajność białka ogółem i tłuszczu surowego to funkcja plonu i zawartości danego składnika. W porównaniu z oplewioną odmianą Krezus wydajność białka ogółem i tłuszczu surowego była wyższa u oplewionej formy karłowej STH 7205 odpowiednio o 7,3% i 21,4% oraz niższa u odmiany Polar o 57% i 48% (tab. 2). Największy wpływ na kształtowanie wydajności białka ogółem i tłuszczu surowego miał zmienny przebieg pogody w poszczególnych latach. Najlepsze wyniki zanotowano w 2008 r., który odznaczał się umiarkowanymi opadami i niższymi temperaturami powietrza.

Zawartość składników mineralnych w ziarnie i słomie kształtowała się pod wpływem czynnika genetycznego i przebiegu pogody w latach badań (tab. 3 i 4). Ziarno odmiany Krezus zawierało istotnie więcej K i mniej P niż odmiana Polar, a w słomie zawartość tych makroskładników nie różnicowała się istotnie.

Szumilo i Rachoń (2006) stwierdzili, że ziarno oplewionej formy owsa, w porównaniu z formą nagoziarnistą, zawiera mniej P, Mg i Ca, a więcej K. Z kolei Walens (2003) wykazała, że ziarno nagoziarnistej odmiany Akt, w porównaniu z oplewioną odmianą Deresz, zawiera więcej Mg i P.

Pobranie składników mineralnych przez ziarno i słomę było proporcjonalne do uzyskanych plonów i różnicowało się przede wszystkim pod wpływem genotypu i zmiennego przebiegu pogody w latach (tab. 5–7). Średnio w ciągu trzech lat ziarno owsa gromadziło najwięcej N, następnie kolejno mniej P, K, Mg i Ca, natomiast słoma gromadziła przede wszystkim K, a w dalszej kolejności N, Ca, Mg i Ca.

Tabela 2

Table 2

Wydajność białka ogółem i tłuszczu surowego z ziarna owsa siewnego (średnie z lat 2006–2008)
Yield of total protein and crude fat in oat grain (mean in years 2006–2008)

Odmiana Cultivar	Liczba wysianych ziaren na 1 m ² – Num- ber of grains per 1 m ²	Wydajność (kg·ha ⁻¹) Yield	
		białka ogółem total protein	tłuszczu surowego crude fat
STH 7105	300	582	202
	400	619	246
	500	619	229
STH 7205	300	659	239
	400	732	279
	500	723	296
KREZUS	300	647	189
	400	619	218
	500	704	264
STH 7505	300	372	164
	400	410	185
	500	375	196
POLAR	300	258	105
	400	278	117
	500	313	128
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)		29	11
średnie dla czynników – means for factors			
STH 7105		607	225
STH 7205		705	271
KREZUS		657	224
STH 7505		386	182
POLAR		283	117
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)		17	7
	300	504	180
	400	532	209
	500	547	223
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)		13	5
Lata Years	2006	476	184
	2007	459	170
	2008	646	257
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)		13	5

r.n. – n.s. (różnica nieistotna – no significant difference)

Tabela 3
Table 3Zawartość składników mineralnych w ziarnie owsa siewnego (g·kg⁻¹). Średnie z lat 2006–2008
Mineral components in oat grain (g·kg⁻¹). Mean in years 2006–2008

Odmiana Cultivar	Liczba wysianych ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
STH 7105		26,1	3,01	2,76	0,53	2,10
STH 7205		23,3	2,78	3,31	0,58	1,98
KREZUS		23,9	2,71	2,89	0,51	2,11
STH 7505		24,6	2,70	2,23	0,50	1,94
POLAR		26,6	3,08	2,43	0,41	2,04
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		1,46	0,30	0,38	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.
	300	25,3	2,93	2,93	0,52	2,13
	400	24,6	2,78	2,62	0,51	1,99
	500	24,7	2,86	2,62	0,49	1,98
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		1,32	r,n,	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.
Lata Years	2006	23,3	2,40	3,29	0,56	2,29
	2007	25,0	2,77	2,27	0,44	2,58
	2008	26,3	3,40	2,62	0,52	1,24
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		1,13	0,23	0,30	0,08	0,23

r.n. – n.s. – różnica nieistotna – no significant difference

Tabela 4
Table 4Zawartość składników mineralnych w słomie owsa siewnego (g·kg⁻¹). Średnie z lat 2006–2008
Mineral components in oat straw (g·kg⁻¹). Mean in years 2006–2008

Odmiana Cultivar	Liczba wysianych ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
STH 7105		6,77	1,03	22,0	4,40	1,76
STH 7205		7,31	1,03	23,4	4,61	1,69
KREZUS		6,39	1,19	23,5	3,90	1,56
STH 7505		5,92	1,18	26,4	3,20	1,56
POLAR		5,37	1,17	23,4	3,86	1,23
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,65	0,13	r.n. – n.s.	0,79	0,26
	300	6,53	1,07	23,9	3,91	1,55
	400	6,40	1,15	23,5	4,19	1,59
	500	6,13	1,14	23,8	3,87	1,53
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.
Lata Years	2006	4,21	0,71	24,0	4,33	1,34
	2007	7,89	1,72	17,4	2,58	2,20
	2008	6,95	0,93	29,8	5,07	1,13
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,50	0,10	2,5	0,61	0,20

r.n. – n.s. (różnica nieistotna – no significant difference)

Tabela 5

Table 5

Nagromadzenie składników mineralnych w ziarnie owsa siewnego ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Średnie z lat 2006–2008
Minerals components accumulation in oat grain ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Mean in years 2006–2008

Odmiana Cultivar	Liczba wysianych ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
STH 7105	300	93,2	10,7	10,3	2,10	7,85
	400	99,2	11,4	9,5	1,88	7,72
	500	99,1	11,4	11,4	2,07	7,46
STH 7205	300	105,5	12,6	14,8	2,41	7,82
	400	117,0	13,8	16,4	3,13	9,19
	500	115,7	14,2	15,4	2,82	8,86
KREZUS	300	103,5	11,8	13,9	2,62	10,70
	400	99,1	11,4	11,9	1,90	8,21
	500	112,6	12,7	12,0	2,17	8,57
STH 7505	300	59,7	6,6	5,9	1,02	4,44
	400	65,6	7,1	5,6	1,68	4,60
	500	60,0	7,1	5,2	1,12	4,58
POLAR	300	41,2	4,9	3,9	0,67	3,08
	400	44,4	4,7	3,9	0,62	3,78
	500	50,1	5,7	4,5	0,81	4,05
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		4,6	0,5	0,7	0,11	0,41
średnie dla czynników – means for factors						
STH 7105		97,1	11,2	10,4	2,02	7,68
STH 7205		112,8	13,5	15,5	2,79	8,62
KREZUS		105,1	12,0	12,6	2,23	9,16
STH 7505		61,8	6,9	5,6	1,27	4,54
POLAR		45,2	5,1	4,1	0,70	3,64
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		2,7	0,3	0,4	0,06	0,26
	300	80,6	9,3	9,7	1,76	6,78
	400	85,1	9,7	9,5	1,84	6,70
	500	87,5	10,2	9,7	1,80	6,70
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		2,1	0,2	r.n. – n.s.	0,05	r.n. – n.s.
Lata Years	2006	76,2	7,9	11,1	1,89	7,57
	2007	73,5	8,2	7,1	1,34	7,80
	2008	103,4	13,0	10,7	2,17	4,81
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		2,1	0,2	0,3	0,05	0,20

r.n. – n.s. (różnica nieistotna – no significant difference)

Tabela 6

Table 6

Nagromadzenie składników mineralnych w słomie owsa siewnego ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Średnie z lat 2006–2008
 Minerals components accumulation in oat straw ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Mean in years 2006–2008

Odmiana Cultivar	Liczba wysianych ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
STH 7105	300	11,6	1,62	34,4	6,9	2,72
	400	12,8	1,87	40,3	9,9	3,15
	500	13,4	2,04	55,8	10,1	3,60
STH 7205	300	12,8	1,72	42,9	10,0	2,50
	400	14,8	2,03	48,1	11,4	3,42
	500	16,0	2,42	58,2	8,3	3,45
KREZUS	300	19,7	3,45	67,3	10,0	5,09
	400	20,0	4,09	70,2	11,1	4,62
	500	24,7	4,67	92,5	18,1	6,16
STH 7505	300	9,3	1,56	41,5	4,4	2,02
	400	10,0	2,00	43,3	5,1	2,61
	500	9,5	2,08	41,5	4,6	2,66
POLAR	300	7,9	1,67	38,7	6,3	1,92
	400	11,2	2,63	45,3	7,1	2,72
	500	15,3	3,38	54,8	9,3	3,36
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		3,5	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	2,5	r.n. – n.s.
średnie dla czynników – means for factors						
STH 7105		12,6	1,85	43,5	9,0	3,16
STH 7205		14,5	2,06	49,7	9,9	3,13
KREZUS		21,4	4,07	76,7	13,1	5,29
STH 7505		9,6	1,88	42,1	4,7	2,43
POLAR		11,5	2,56	46,3	7,5	2,67
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		2,7	0,60	10,0	1,7	5,29
	300	12,2	2,00	44,9	7,5	2,85
	400	13,8	2,52	49,4	8,9	3,31
	500	15,8	2,92	60,5	10,1	3,85
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		1,2	0,25	5,7	1,0	0,36
Lata Years	2006	7,6	1,35	43,6	7,9	2,43
	2007	16,7	3,75	37,3	5,5	4,67
	2008	17,5	2,35	74,0	13,1	2,90
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		2,1	0,47	7,7	1,3	0,60

r.n. – n.s. (różnica nieistotna – no significant difference)

Tabela 7

Table 7

Łączne nagromadzenie składników mineralnych w częściach nadziemnych owsa siewnego (kg·ha⁻¹).
Średnie z lat 2006–2008

Minerals components accumulation in the aerial parts of oat (kg·ha⁻¹). Mean in years 2006–2008

Odmiana Cultivar	Liczba wysia- nych ziaren na 1 m ² Number of grains per 1 m ²	N	P	K	Ca	Mg
STH 7105	300	105	12,3	44,7	9,0	10,6
	400	112	13,3	49,8	11,8	10,9
	500	113	13,4	67,2	12,2	11,1
STH 7205	300	118	14,3	57,7	12,4	10,3
	400	132	15,8	64,5	14,5	12,6
	500	132	16,6	73,6	11,1	12,3
KREZUS	300	123	15,3	81,2	12,6	15,8
	400	119	15,5	82,1	13,0	12,8
	500	137	17,4	104,5	20,3	14,7
STH 7505	300	69	8,2	47,4	5,4	6,5
	400	76	9,1	48,9	6,8	7,2
	500	70	9,2	46,7	5,7	7,2
POLAR	300	49	6,6	42,6	7,0	5,0
	400	56	7,3	49,2	7,7	6,5
	500	65	9,1	59,3	10,1	7,4
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		6	1,0	r.n. – n.s.	2,6	1,0
średnie dla czynników – means for factors						
STH 7105		110	13,1	53,9	11,0	10,8
STH 7205		127	15,6	65,2	12,7	11,8
KREZUS		127	16,1	89,3	15,3	14,5
STH 7505		71	8,8	47,7	6,0	7,0
POLAR		57	7,7	50,4	8,2	6,3
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		4	0,7	10,1	1,8	0,8
	300	93	11,3	54,6	9,3	9,6
	400	99	12,2	58,9	10,7	10,0
	500	103	13,1	70,2	11,9	10,6
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		3	0,4	5,8	1,0	0,5
Lata Years	2006	84	9,3	54,7	9,8	10,0
	2007	90	12,0	44,4	6,8	12,5
	2008	121	15,4	84,7	15,3	7,7
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		3	0,5	7,8	1,3	0,7

r.n. – n.s. (różnica nieistotna – no significant difference)

WNIOSKI

1. Karłowy, nagonasienny ród STH 7505 gromadził więcej o 63% tłuszczu surowego, o 7% bezazotowych związków wyciągowych, a mniej o 60% włókna surowego i o 28% popiołu surowego w porównaniu z oplewioną odmianą Krezus.
2. Pod względem zawartości białka ogółem korzystnie, w porównaniu z odmianą Krezus, wypadł karłowy, oplewiony ród STH 7105, który zawierał więcej o 9% tego składnika i o 19% tłuszczu surowego, a mniej o 19% włókna surowego.
3. Wydajność białka ogółem i tłuszczu surowego była wyższa, w porównaniu z odmianą Krezus, u rodu STH 7205 – odpowiednio o 7,3 i 21,4% oraz niższa u rodu STH 7505 o 41 i 19%.
4. Średnio w ciągu trzech lat ziarno owsa gromadziło najwięcej N, następnie kolejno mniej P, K, Mg i Ca, natomiast słoma akumulowała przede wszystkim K, a w dalszej kolejności N, Ca, Mg i Ca.

PIŚMIENNICTWO

- Åman P., 1987. The variation in chemical composition of Swedish oats. *Acta Agriculturae Scandinavica* 37, 3, 347–352.
- Elandt R., 1964. *Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczałnictwa rolniczego*. PWN, Warszawa, 272–289.
- Gąsiorowski H., 1999. Współczesny pogląd na walory fizjologiczno-żywnieniowe owsa. *Żywność*, 1 (18) Supl., 193–195.
- Kozak M. i wsp., 2010. Wpływ ilości wysiewu na wysokość i jakość plonu odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. Cz. I. Rozwój roślin, elementy struktury i wysokość plonu. *Zesz. Nauk. UP, XCVII*, 578, 129–144.
- Nita Z.T., 2003. Współczesne osiągnięcia i perspektywy hodowli owsa w Polsce. *Biul. IHAR* 229, 13–20.
- Piech M., Maciorowski R., Petkov K., 2003. Plon ziarna i składników pokarmowych nieoplewionych i oplewionych odmian owsa oraz jęczmienia jarego w siewie czystym i w mieszance. *Biul. IHAR*, 229, 157–165.
- Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D., Szpunar-Krok E., Buczek J., 2007. Ocena wartości gospodarczej odmian owsa nagoziarnistego uprawianych w rejonie Podkarpacia. *Biul. IHAR*, 244, 183–189.
- Szumiło G., Rachoń L., 2006. Wpływ poziomu nawożenia mineralnego na plonowanie oraz jakość nagoziarnistych i oplewionych odmian jęczmienia jarego i owsa. *Annales UMCS, Sec. E*, 61, 51–61.
- Walens M., 2003. Wpływ nawożenia azotowego i gęstości siewu na wysokość i jakość plonu ziarna odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Biul. IHAR*, 229, 115–124.

**THE EFFECT OF SOWING RATE ON QUANTITY
AND QUALITY OF OAT YIELD**
**PART II. CHEMICAL CONTENT OF GRAIN AND STRAW AS WELL
AS NUTRIENT YIELD**

S u m m a r y

In 2006–2008 in Pawłowice near Wrocław, Poland, the experiments were conducted to investigate the effect of various sowing rates on yielding of oat cultivars and forms. The split plot experiments were set for two following variable factors: I – hulled oat strains and cultivars STH 7105, STH 7205 and Krezus, and naked oat strains STH 7505 and Polar; II number of grains sown per 1 m²: 300, 400 and 500.

Compared to the results obtained with the hulled cultivar Krezus, the naked, dwarf strain STH 7505 accumulated 63% more crude fat and 7% more nitrogen-free extracts but it also contained 60% less crude fiber and 28% crude ash. As for total protein content, better results were obtained with the hulled strain STH 7150 than with Krezus. The former contained 9% more protein and 19% more crude fat while it contained 19% less crude fiber.

Total protein yield and crude fat content were higher in STH 7205 by 7.3 and 21.4%, respectively than in Krezus. In STH 7505 these two parameters were lower by 41 and 19%, respectively than in Krezus. Means for the three years show that oat grain accumulated most of N and to a lesser degree P, K, Mg and Ca, while oat straw accumulated most of all K and to a lesser extent, Ca, Mg and Ca.

KEY WORDS: oat, grain, straw, chemical content

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Mieczysław Wilczek, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Władysław Malarz, Marcin Kozak, Andrzej Kotecki

**WPLYW NAWOŻENIA SIARKĄ NA SKŁAD CHEMICZNY
I WARTOŚĆ POKARMOWĄ ODMIAN RZEPAKU OZIMEGO**

**THE EFFECT OF SULPHUR FERTILIZATION
ON THE CHEMICAL COMPOSITION AND NUTRITIVE VALUE
OF WINTER OILSEED RAPE CULTIVARS**

*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life
Sciences*

W latach 2006–2009 w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin UP we Wrocławiu przeprowadzono doświadczenia polowe założone metodą "split-plot" w czterech powtórzeniach, w których badano w pierwszej kolejności dawki siarki: 0, 30, 60 i 90 kg·ha⁻¹ w postaci siarczanu potasu, a drugim czynnikiem zmiennym były odmiany rzepaku ozimego: Californium, ES Saphir i Titan. Materiał roślinny pobierany był w dwóch terminach: jesienią, po zahamowaniu wegetacji z nadziemnej części rośliny oraz wiosną, bezpośrednio przed kwitnieniem z najmłodszych, górnych liści lancetowatych. W liściach oznaczono zawartość siarki ogólnej i siarczanowej oraz azotu ogólnego i na tej podstawie określono stosunek N:S. Po zbiorze roślin określono plon nasion przy 13% wilgotności, a także skład chemiczny oraz wartość energetyczną nasion i śruty rzepaku.

Wzrastające dawki siarki powodowały przyrost siarki ogólnej i siarki siarczanowej w najmłodszych liściach, natomiast nie różnicowały zawartości azotu. Skład chemiczny nasion i śruty rzepaku nie zależał od nawożenia siarką (z wyjątkiem BAW w śrucie), natomiast różnił się pod wpływem zmiennych warunków pogodowych oraz właściwości odmianowych.

Zwiększające się nawożenie siarką powodowało wzrost plonu nasion, wydajności śruty, a także liczby JPM i JPŻ w nasionach oraz śrucie rzepaku. Najwyższymi plonami nasion i śruty cechowała się odmiana ES Saphir, następnie Titan oraz Californium.

SŁOWA KLUCZOWE: odmiany rzepaku ozimego, siarka, azot, skład chemiczny, plon, wartość pokarmowa

Do cytowania – For citation: Malarz W., Kozak M., Kotecki A., 2010. Wpływ nawożenia siarką na skład chemiczny i wartość pokarmową odmian rzepaku ozimego. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCVII, 578, 157–166.

WSTĘP

Niedobór siarki prowadzi do spadku plonów i pogorszenia jego jakości (Grzebisz, Fotyma 1996, Mercik i wsp. 1999, Wielebski 2006a). Zjawisku temu sprzyja fakt, że ponad połowa gleb w Polsce to gleby lekkie, charakteryzujące się niską zawartością siarki (Motowicka-Terelak, Terelak 1998).

Rzepak ma wysokie (50–70 kg S·ha⁻¹) zapotrzebowanie na siarkę (Zhao i wsp. 2003). Siarka odgrywa szczególnie ważną rolę w metabolizmie azotu (Asare i Scarisbrick 1995). Niedobór siarki hamował pobieranie azotu przez rośliny, wpływając na wzrost i rozwój rzepaku. Wielebski (2008) wykazał, że bez względu na typ odmiany (populacyjne, mieszańce złożone i zrestorowane oraz podwojone haploidy) reakcja na nawożenie siarką była podobna. Również badania Jakubus i Toboły (2006) nie wykazały współdziałania nawożenia siarką z odmianą. Jankowski i wsp. (2008) stwierdzili, że pod wpływem nawożenia siarką do 60 kg·ha⁻¹ zwiększa się w nasionach zawartość białka ogółem przy braku różnicowania zawartości tłuszczu surowego. Wielebski (2006b) dowiódł wzrost zawartości białka i obniżenie poziomu tłuszczu w nasionach rzepaku ozimego pod wpływem nawożenia siarką. Siarka, która ma wpływ na gospodarkę azotem i na wysokość plonu, działa również na jego jakość (Zhao i wsp. 1995, Krauze, Bowszys 2000, Podleśna 2003).

W ocenie zaopatrzenia roślin w siarkę ważny jest stosunek N:S, który zmienia się wraz z wiekiem rośliny i zależy od nawożenia azotem i siarką (Blake-Kalff i wsp. 2003). Krytyczna wartość tego stosunku wynosi 6–10:1 (Blake-Kalff i wsp. 2003). Z kolei Schnug i Haneklaus (1998) twierdzą, że jeżeli wynosi on w fazie kwitnienia rzepaku, w młodych liściach 8–6:1, to można wnioskować, że rośliny dysponowały odpowiednią zawartością w glebie dostępnej siarki potrzebnej do wydania wysokiego plonu.

Celem badań było określenie wpływu wzrastających dawek nawożenia siarką na odżywienie roślin tym pierwiastkiem, wysokość i jakość plonu nasion zróżnicowanych typów odmian rzepaku ozimego.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

W latach 2006–2009 w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu przeprowadzono dwuczynnikowe doświadczenia polowe, założone metodą "split-plot", w czterech powtórzeniach. Badano wpływ zróżnicowanych dawek siarki w postaci siarczanu potasu (0, 30, 60 i 90 kg·ha⁻¹), na zawartość siarki i azotu w zielonej masie, skład chemiczny oraz wartość energetyczną nasion i śruty trzech odmian rzepaku ozimego (Californium, ES Saphir i Titan). Materiał roślinny pobierany był w dwóch terminach: jesienią, po zahamowaniu wegetacji z nadziemnej części rośliny i wiosną, przed kwitnieniem z najmłodszych liści. Siarkę ogólną w roślinach oznaczono metodą Buttersa i Cheneryego (Nowosielski 1974), natomiast siarkę siarczanową metodą Bardsleya i Lancastera (Grzebiuk 1968).

Po zbiorze roślin określono plon nasion oraz skład chemiczny nasion i śruty, stosując następujące metody:

- sucha masa – metodą suszarkową (suszenie rozdrobnionych nasion w temperaturze 95°C przez 4 godziny),
- azot ogólny (białko ogółem) – zmodyfikowaną metodą Kjeldahla,
- tłuszcz surowy – metodą odtłuszczonej reszty w aparacie Soxhleta,
- popiół surowy – przez spalenie materiału roślinnego w piecu elektrycznym w temperaturze 600°C,
- włókno surowe – metodą Henneberga-Stohmanna.

Na podstawie składu chemicznego obliczono wartość energetyczną plonu nasion i śruty wyrażoną w JPM i JPŻ (Ryś i wsp. 1997).

Przedplonem dla odmian rzepaku ozimego była corocznie pszenica ozima. Nawozy fosforowo-potasowe wysiano przedsięwzięcie w dawce 60 kg·ha⁻¹ P₂O₅, 120 kg·ha⁻¹ K₂O, natomiast azot w dawce 40 kg·ha⁻¹. Wiosną stosowano nawożenie azotem w dwóch terminach: po rozpoczęciu wegetacji w dawce 80 kg·ha⁻¹ w postaci saletry amonowej, natomiast w okresie pąkowania w dawce 70 kg·ha⁻¹ w moczniku. Nawozy siarkowe (w postaci siarczanu potasu) stosowano jesienią w dawce 30 kg·ha⁻¹, pozostałą część (30 i 60 kg S·ha⁻¹) wiosną w okresie ruszenia wegetacji według schematu doświadczenia.

Siew wykonano w pierwszym roku badań 28 sierpnia, natomiast w pozostałych latach 27 sierpnia, wysiewając 80 nasion poszczególnych odmian o pełnej zdolności kiełkowania na 1 m² w rozstawie 15 cm. Pielęgnowanie rzepaku dostosowane było do wymagań roślin i zgodne z zaleceniami IOR. Zbiór roślin wykonano jednoetapowo 18.07.2007, 18.07.2008 i 23.07.2009 roku. Plon nasion został sprowadzony do wilgotności 13%.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Zastosowanie przed siewem rzepaku 30 kg S·ha⁻¹ zwiększyło, w porównaniu z kontrolą, zawartość siarki ogólnej i siarczanowej po zahamowaniu wegetacji w liściach rozetowych odpowiednio o 9,8 i 21,7% (tab. 1). Nawożenie siarką w momencie ruszenia wegetacji wiosną w dawkach 30 i 60 kg·ha⁻¹ powodowało, w porównaniu z kontrolą, systematyczny wzrost zawartości siarki ogólnej i siarki siarczanowej w pełni pąkowania w najmłodszych liściach. Najwięcej, bo aż o 52,5%, w porównaniu z kontrolą, zwiększyła się zawartość siarki ogólnej przy nawożeniu 90 kg S·ha⁻¹. Zastosowanie 30, 60 i 90 kg S·ha⁻¹ może zwiększyć zawartość siarki ogólnej w warstwie ornej odpowiednio o około 10, 20 i 30 mg·kg⁻¹. Nawożenie w dawce 90 kg S·ha⁻¹ zwiększyło zawartość tego pierwiastka w najmłodszych liściach, w pełni pąkowania, do 6,88 g·kg⁻¹ i jest to poziom dobrego zaopatrzenia roślin w ten składnik, natomiast Filipek (1999) określa wartości progowe zawartości siarki w częściach wegetatywnych rzepaku na 7 g·kg⁻¹ s. m.

W fazie rozety liściowej po zahamowaniu wegetacji i w najmłodszych liściach w pełni pąkowania najwięcej siarki ogólnej gromadziła odmiana populacyjna Californium, następnie kolejno mniej ES Saphir i Titan.

Tabela 1

Table 1

Zawartość S ogólnej i siarczanowej w g·kg⁻¹ w suchej masie liści (średnie dla czynników i lat)
Total sulphur and sulphate in g·kg⁻¹ in dry matter of the leaves (means for factors and years)

Nawożenie S (kg·ha ⁻¹) Fertilization S	Odmiana Cultivar	Jesień – Autumn		Wiosna – Spring	
		S ogólna total S	S-SO ₄	S ogólna total S	S-SO ₄
0		3,97	1,57	4,51	1,83
30		4,49	1,98	5,50	2,39
60		4,38	1,90	6,23	2,94
90		4,20	1,85	6,88	3,46
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,28	0,13	0,52	0,38
	Californium	4,40	1,72	6,06	2,82
	ES Saphir	4,39	1,89	5,78	2,58
	Titan	3,99	1,86	5,50	2,56
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,24	0,12	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.
2006/07		5,04	2,36	7,12	2,87
2007/08		4,28	1,40	4,73	2,22
2008/09		3,46	1,71	5,49	2,87
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,24	0,11	0,45	0,33

r.n. – s.i.d. (różnica nieistotna – statistically insignificant difference)

Pogoda istotnie różnicowała zawartość siarki ogólnej i siarczanowej w liściach zebranych jesienią i wiosną. Największą koncentrację tych składników stwierdzono w pierwszym roku badań.

Nawożenie siarką nie miało wpływu na zawartość azotu w liściach, a jego poziom różnicowały czynnik odmianowy i zmienne warunki badań (tab. 2).

Na podstawie stosunku N:S podczas pełni pąkowania w najmłodszych liściach można wnioskować o właściwym odżywieniu roślin siarką. Według Schnuga i Haneklausa (1998) u prawidłowo odżywionych roślin rzepaku wynosi on 8–6:1. Jakubus i Toboła (2006) wykazali, że stosunek N:S zmieniał się pod wpływem wzrastającego nawożenia siarką z 0 do 40 kg·ha⁻¹ w postaci gipsu i wynosił od 6:1 do 5,5:1. W badaniach własnych jesienią po zahamowaniu wegetacji stosunek N:S wynosił 8,5–7,23:1, a w okresie pełni pąkowania 12,56–8,92:1 i zmniejszał się liniowo pod wpływem dawek nawozów siarkowych.

Nawożenie siarką nie miało istotnego wpływu na skład chemiczny nasion oraz śruty (tab. 3, 4). Czynnik odmianowy różnicował istotnie w nasionach zawartość tłuszczu surowego i białka ogółem, a w śrucie kształtował poziom popiołu surowego. W największym stopniu skład chemiczny nasion i śruty zależał od zmiennych warunków pogodowych.

Jankowski i wsp. (2008) wykazali, że pod wpływem nawożenia siarką do 60 kg·ha⁻¹ zwiększa się w nasionach zawartość białka ogółem przy braku różnicowania zawartości tłuszczu surowego. Wielebski (2006b) wykazał wzrost zawartości białka i obniżenie poziomu tłuszczu w nasionach rzepaku ozimego pod wpływem nawożenia siarką.

Tabela 2

Table 2

Zawartość azotu w g·kg⁻¹ oraz stosunek N:S w suchej masie liści (średnie dla czynników i lat)
Nitrogen in g·kg⁻¹ and N:S ratio in dry matter of the leaves (means for factors and years)

Nawożenie S Fertilization S (kg·ha ⁻¹)	Odmiana Cultivar	Azot – Nitrogen		N:S	
		jesień autumn	wiosna spring	jesień autumn	wiosna spring
0		32,9	55,7	8,50	12,56
30		32,0	55,4	7,23	10,22
60		31,7	54,5	7,36	9,10
90		30,8	55,1	7,38	8,92
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	0,48	0,95
	Californium	33,3	54,5	7,67	9,82
	ES Saphir	30,6	56,3	7,05	10,22
	Titan	31,6	54,8	8,14	10,56
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		1,3	1,3	0,41	r.n. – s.i.d.
2006/07		33,6	55,8	6,70	8,52
2007/08		36,0	59,2	8,45	12,75
2008/09		25,9	50,5	7,70	9,33
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		1,3	1,3	0,41	0,82

r.n. – s.i.d. (różnica nieistotna – statistically insignificant difference)

Tabela 3

Table 3

Skład chemiczny nasion rzepaku ozimego w g·kg⁻¹ (średnie dla czynników i lat)
Chemical composition in g·kg⁻¹ of winter rape seeds (means for factors and years)

Nawożenie S Fertilization S (kg·ha ⁻¹)	Odmiana Cultivar	Tłuszcz surowy Crude fat	Białko ogółem Total protein	Włókno surowe Crude fibre	Popiół surowy Crude ash	BZW NFE
0		438	207	78	43	234
30		439	207	74	43	236
60		436	210	77	43	235
90		436	209	78	43	234
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.
	Californium	430	211	79	43	237
	ES Saphir	437	209	74	43	236
	Titan	446	204	76	44	230
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		7	3	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.
2006/07		434	211	72	44	240
2007/08		437	206	69	43	243
2008/09		442	207	88	43	220
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		r.n. – s.i.d.	3	5	r.n. – s.i.d.	4

r.n. – s.i.d. (różnica nieistotna – statistically insignificant difference)

BZW – NFE (bezatotowe związki wyciągowe – nitrogen free extract)

Tabela 4
Table 4

Skład chemiczny śruty rzepakowej ozimego w g·kg⁻¹ (średnie dla czynników i lat)
Chemical composition in g·kg⁻¹ of winter rapeseed meal (means for factors and years)

Nawożenie S Fertilization S (kg ha ⁻¹)	Odmiana Cultivar	Białko ogółem Total protein	Włókno surowe Crude fibre	Popiół surowy Crude ash	BZW NFE
0		368	139	77	417
30		369	131	78	422
60		372	135	76	416
90		370	139	77	414
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	5
	Californium	369	139	75	416
	ES Saphir	372	132	77	419
	Titan	368	137	79	417
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	2	r.n. – s.i.d.
2006/07		372	127	77	424
2007/08		366	123	77	433
2008/09		371	158	77	395
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		r.n. – s.i.d.	7	r.n. – s.i.d.	5

r.n. – s.i.d. (różnica nieistotna – statistically insignificant difference)

BZW – NFE (bezasotowe związki wyciągowe – nitrogen free extract)

W największym stopniu plon nasion różnicował, zmienny w latach, przebieg pogody, a następnie dawki nawozów siarkowych i odmiany. Zastosowane nawożenie siarką w przedziale od 0 do 90 kg·ha⁻¹ miało istotny, stały wpływ na plon nasion, wydajność śruty rzepakowej z 1 ha oraz wartość energetyczną nasion i śruty (tab. 5). W porównaniu z kontrolą nawożenie 90 kg S·ha⁻¹ zwiększało plon nasion o 13,8%, wydajność śruty o 13,5%, wartość energetyczną nasion o 13,4%, a śruty o 14,0%. Nawożenie siarką nie miało istotnego wpływu na zawartość tłuszczu surowego i białka ogółem w nasionach.

Przyrost plonów pod wpływem nawożenia siarką stwierdzili między innymi Walker i Booth (1994) oraz Budzyński i Ojczyk (1995). Wielebski (2008) nie wykazał wpływu interakcji plonotwórczej odmian z nawożeniem siarką, a istotny wzrost stwierdził przy niedostatecznym zaopatrzeniu w ten składnik. W takich warunkach najkorzystniej działała dawka 10–20 kg S·ha⁻¹.

Tabela 5

Table 5

Plon nasion, wydajność śruty oraz wartość energetyczna nasion i śruty rzepakowego
(średnie dla czynników i lat)

Seed yield, rapeseed meal yield and energy content of seeds and winter rapeseed meal
(means for factors and years)

Nawożenie S (kg·ha ⁻¹) Fertilization S	Odmiana Cultivar	Plon nasion Seed yield (t·ha ⁻¹)	Wydajność śruty rzepakowej Yield rapeseed meal (t·ha ⁻¹)	Nasiona – Seeds		Śruta Rapeseed meal	
				liczba JPM z 1 ha UFL per 1 ha	liczba JPŻ z 1 ha UFV per 1 ha	liczba JPM z 1 ha UFL per 1 ha	liczba JPŻ z 1 ha UFV per 1 ha
0		3,92	1,92	4 510	4 188	2 265	2 260
30		4,14	2,02	4 763	4 423	2 385	2 379
60		4,25	2,08	4 883	4 533	2 459	2 453
90		4,46	2,18	5 116	4 750	2 582	2 576
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,13	0,06	146	136	74	73
	Californium	3,96	1,96	4 528	4 203	2 323	2 317
	ES Saphir	4,48	2,18	5 143	4 775	2 578	2 571
	Titan	4,14	2,01	4 785	4 442	2 368	2 363
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,11	0,05	128	119	65	65
2006/07		3,83	1,89	4 385	4 071	2 227	2 222
2007/08		4,39	2,15	5 037	4 677	2 529	2 522
2008/09		4,36	2,12	5 033	4 672	2 513	2 507
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,11	0,05	126	118	64	63

JPM – UFL (jednostka produkcji mleka – unité fourragère lait)

JPŻ – UFV (jednostka produkcji żywca – unité fourragère viande)

WNIOSKI

1. Plon nasion, tłuszczu surowego i białka ogółem zależał od wszystkich badanych czynników. W największym stopniu plon nasion różnicował, zmienny w latach, przebieg pogody, a następnie dawki nawozów siarkowych i odmiany.

2. Nawożenie siarką nie miało wpływu na skład chemiczny nasion i śruty. W porównaniu z kontrolą nawożenie 90 kg S·ha⁻¹ zwiększało plon nasion o 13,8%, a wydajność śruty rzepakowej o 13,5%. Najwyższe plony nasion i wydajność śruty rzepakowej uzyskano z odmiany ES Saphir, a następnie kolejno niższe z odmiany Titan i Californium.

3. Nawożenie najwyższą dawką siarki spowodowało wzrost wartości energetycznej nasion o 13,4%, a śruty o 14,0% w porównaniu z kontrolą.

4. W warunkach niskiej zasobności gleby w siarkę ogółem otrzymano przy zastosowaniu $90 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1}$ następujący stosunek N:S – 7,38:1 jesienią i 8,92:1 wiosną, natomiast za właściwy uważa się 8–6:1.

PIŚMIENNICTWO

- Asare E., Scarisbrick D.H., 1995. Rate of nitrogen and sulphur fertilizers on yield, yield components and seed quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Field Crops Res.*, 44, 41–46.
- Blake-Kalff M.M.A., Zhao F., McGrath S.P., 2003. Sulphur deficiency diagnosis using plant tissue analysis. *Nawozy Nawoż.*, 3, 5–25.
- Budzyński W., Ojczyk T., 1995. Influence of sulphur fertilization on seed yield and seed quality of double low oilseed rape. *Proc. 9th Intern. Rapeseed Congress, Cambridge*, 1, 284–286.
- Filipek T., 1999. Związki siarki w agroekosystemach, [w:] *Podstawy i skutki chemizacji agroekosystemów*. Wyd. AR Lublin, 164–174.
- Grzebisz W., Fotyma E., 1996. Ocena odżywienia siarką rzepaku uprawianego w północno-zachodniej Polsce. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XVII (1), 275–280.
- Grzesiuk W., 1968. Nefelometryczne oznaczenie siarki siarczanowej w roślinach. *Rocz. Glebozn.*, XIX.2.1, 167–172.
- Jankowski K., Budzyński W., Szymanowski A., 2008. Effect of sulfur on the quality of winter rape seeds. *J. Elementol.*, 13 (4), 521–534.
- Jakubus M., Toboła P., 2006. Wpływ nawożenia rzepaku ozimego wzrastającymi dawkami gipsu na zawartość siarki w glebie oraz roślinie. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXVII (2), 251–263.
- Krauze A., Bowszys T., 2000. Wpływ stosowania różnych technologii nawozów siarkowych na plonowanie i jakość rzepaku ozimego i jarego. *Folia Univ. Agric. Stetin. 204 Agricultura* 81, 133–142.
- Mercik S., Kalembasa S., Wiśniewska B., Podgajna G., 1999. Zawartość siarki ogólnej oraz jej frakcji w glebach w zależności od wieloletniego nawożenia mineralnego i organicznego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 465, 411–418.
- Motowicka-Terelak T., Terelak H., 1998. Siarka w glebach Polski: stan i zagrożenie. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, *Bibl. Monit. Środ.*, Warszawa.
- Nowosielski O., 1974. *Metody Oznaczania Potrzeb Nawożenia*. PWRiL, Warszawa.
- Podleśna A., 2003. Wstępna ocena potrzeb nawożenia siarką rzepaku ozimego. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXIV (2), 641–649.
- Ryś R., Pisulewski P., Strzetelski J., Antoniewicz A., Chomyszyn M., Stasiniewicz T., Kowalski M., Żebrowska T., 1997. *Normy żywienia bydła, owiec i kóz. Wartość pokarmowa pasz dla przeżuwaczy*. IŻ Kraków.
- Schnug E., Haneklaus S., 1998. Diagnosis of sulphur nutrition, [in:] *Sulphur in Agroecosystems*, E. Schnug (ed.). Kluwer Academic Publishers, 1–38.
- Walker K.C., Booth E.J., 1994. Sulphur deficiency in Scotland and the effects of sulphur supplementation on yield and quality of oilseed rape. *Norw. J. Agric. Sci. Suppl.*, 15, 97–104.
- Wielebski F., 2006a. Nawożenie różnych typów odmian rzepaku ozimego siarką w zróżnicowanych warunkach glebowych. I. Wpływ na plon i elementy struktury plonu nasion. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXVII (2), 265–282.

- Wielebski F., 2006b. Nawożenie różnych typów odmian rzepaku ozimego siarką w zróżnicowanych warunkach glebowych. II. Wpływ na jakość i skład chemiczny nasion. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXVII (2), 283–297.
- Wielebski F., 2008. Efektywność nawożenia siarką różnych typów hodowlanych odmian rzepaku w świetle wyników wieloletnich doświadczeń polowych. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXIX (1), 91–103.
- Zhao F.J., Evans E.J., Bilsborrow P.E., 1995. Varietal differences in sulphur uptake and utilization in relation to glucosinolate accumulation in oilseed rape. *Proc. 9th Intern. Rapeseed Congress*, Cambridge, 1, 271–273.
- Zhao F.J., McGrath S.P., Blake-Kalff M.M.A., Link A., Tucker M., 2003. Crop responses to sulphur fertilisation in Europe. *Nawozy Nawoż.*, 3 (16), 26–51.

THE EFFECT OF SULPHUR FERTILIZATION ON THE CHEMICAL COMPOSITION AND NUTRITIVE VALUE OF WINTER OILSEED RAPE CULTIVARS

Summary

In the years 2006–2009 the Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, carried out split-plot trials in four runs, during which two variable factors were examined: sulphur rates at 0, 30, 60 and 90 kg ha⁻¹ in a form of potassium sulphate, and winter oilseed rape cvs: Californium, ES Saphir and Titan. The plant material was collected twice: upon inhibition of vegetation in autumn – from leaves, and immediately before flowering in spring – from the upper juvenile lanceolate leaves. The total sulphur and sulphate contents, as well as total nitrogen content, were determined in the leaves.

Based on the values obtained, N:S ratio were calculated. Following the harvest, seed yield (13% moisture), chemical composition and energy content of the seeds and rapeseed meal were determined.

Increasing rates of sulphur resulted in an increase in the total sulphur and sulphate in upper leaves, but they did not influence the nitrogen content. Chemical composition of seeds and rapeseed meal was not correlated with sulphur fertilization (except NFE in rapeseed meal) but with changeable weather conditions and cultivar properties.

Increased sulphur fertilization contributed to a higher seed yield and that of rapeseed meal, and higher values of UFL and UFV in seeds and rapeseed meal. The highest seed and rapeseed meal yield was observed with the following cultivars: ES Saphir followed by Titan and Californium.

KEY WORDS: winter rape cultivars, sulphur, nitrogen, chemical composition, yield, nutritive value

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Mieczysław Wilczek, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Władysław Malarz, Marcin Kozak, Andrzej Kotecki

**WPLYW RÓŻNYCH NAWOZÓW SIARKOWYCH
NA SKŁAD CHEMICZNY I WARTOŚĆ POKARMOWĄ
RZEPAKU OZIMEGO ODMIANY ES SAPHIR**

**INFLUENCE OF DIFFERENT SULPHUR FERTILIZERS
ON CHEMICAL COMPOSITION AND NUTRITIVE VALUE
OF WINTER RAPE ES SAPHIR CULTIVAR**

*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life
Sciences*

W latach 2006–2009 w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin UP we Wrocławiu przeprowadzono jednoczynnikowe doświadczenia polowe założone metodą losowanych bloków. Badano wpływ różnych nawozów siarkowych stosowanych wiosną w okresie ruszenia vegetacji, w dawce 60 kg·ha⁻¹ (gips, siarczan potasu, siarczan amonu i Wigor S) na zawartość siarki ogólnej i siarki siarczanowej oraz azotu mineralnego w liściach. Materiał roślinny pobierany był w dwóch terminach: jesienią, po zahamowaniu vegetacji z nadziemnej części rośliny oraz wiosną, bezpośrednio przed kwitnieniem z najmłodszych liści lancetowatych. Po zbiorze roślin określono plon nasion oraz skład chemiczny nasion i śruty rzepakowej – na tej podstawie obliczono wydajność śruty rzepakowej, a także wartość energetyczną plonu nasion i śruty.

Zawartość siarki ogólnej w najmłodszych liściach zależała od rodzaju stosowanych nawozów siarkowych i ich rozpuszczalności w wodzie, dlatego też najwyższą zawartość tego pierwiastka stwierdzono po zastosowaniu siarczanu amonu i siarczanu potasu. Nawożenie różnymi nawozami siarkowymi nie miało wpływu na skład chemiczny śruty, natomiast w nasionach kształtowało jedynie zawartość tłuszczu surowego.

Najwyższe plony nasion oraz wydajność śruty rzepakowej w porównaniu do kontroli uzyskano, stosując siarczan amonu.

SŁOWA KLUCZOWE: rzepak ozimy, nawozy siarkowe, siarka, azot, skład chemiczny, plon, wartość pokarmowa

Do cytowania – For citation: Malarz W., Kozak M., Kotecki A., 2010. Wpływ różnych nawozów siarkowych na skład chemiczny i wartość pokarmową rzepaku ozimego odmiany ES Saphir. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCVII, 578, 167–178.

WSTĘP

W Polsce od 1985 r. emisja dwutlenku siarki zmniejszyła się o 88% i w roku 2008 wynosiła 500 tys. ton, co w przeliczeniu na 1 ha wynosi 16 kg (Jaworski, Maciejewska 2009). W ograniczaniu wprowadzania związków siarki do gleby duży udział ma również rolnictwo, ze względu na zmniejszenie, w porównaniu z okresem 1975–1990, zużycia nawozów NPK, a zwłaszcza nawozów fosforowych i potasowych, które zawierają między innymi siarkę (Filipek 2001).

Niedobór siarki prowadzi do spadku plonów i pogorszenia ich jakości (Grzebisz, Fotyma 1996, Mercik i in. 1999, Wielebski 2006a). Zjawisku temu sprzyja fakt, że ponad połowa gleb w Polsce to gleby lekkie, charakteryzujące się niską zawartością siarki (Motowicka-Terelak, Terelak 1998).

Rzepak ma wysokie (50–70 kg S·ha⁻¹) zapotrzebowanie na siarkę (Zhao i wsp. 2003). Siarka odgrywa szczególnie ważną rolę w metabolizmie azotu (Asare, Scarisbrick 1995). Niedobór siarki hamował pobieranie azotu przez rośliny, wpływając w ten sposób na wzrost i rozwój rzepaku. Z kolei nawożenie siarką spowodowało istotny wzrost plonu tylko przy dużych dawkach azotu (Janzen, Bettany 1984, Bilsborrow i wsp. 1995). Jankowski i wsp. (2008) wykazali, że pod wpływem nawożenia siarką do 60 kg·ha⁻¹ zwiększa się w nasionach zawartość białka ogółem, przy braku różnicowania zawartości tłuszczu surowego. Wielebski (2006b) wykazał wzrost zawartości białka i obniżenie poziomu tłuszczu w nasionach rzepaku ozimego pod wpływem nawożenia siarką. Siarka, która oddziałuje na gospodarkę azotem i na wysokość plonu, wpływa również na jego jakość (Zhao i wsp. 1995, Krauze, Bowszys 2000, Podleśna 2003). Nawożenie siarką kształtuje w nasionach rzepaku zawartość glukozyzolanów (Zhao i wsp. 1995, Wielebski, Muśnicki 1998). Pod wpływem nawożenia siarką przyrost glukozyzolanów alkenowych był trzykrotnie większy niż indolowych (Wielebski 2006b). Z kolei nadmiar siarki może powodować niedobór takich mikroelementów jak Cu, Mo i Se (Blake-Kalff i wsp. 2003).

W ocenie zaopatrzenia roślin w siarkę ważny jest stosunek N:S, który zmienia się wraz z wiekiem rośliny i zależy od nawożenia azotem i siarką (Blake-Kalff i wsp. 2003). Krytyczna wartość tego stosunku wynosi 6–10:1 (Blake-Kalff i wsp. 2003). Z kolei Schnug i Haneklaus (1998) twierdzą, że jeżeli wynosi on w fazie kwitnienia rzepaku w młodych liściach 8–6:1 to można wnioskować, że rośliny dysponowały odpowiednią zawartością w glebie dostępnej siarki potrzebnej do wydania wysokiego plonu. Wielu autorów (Jackson 2000, Jakubus, Tobiła 2006) podaje, że nawożenie siarką zmniejsza stosunek N:S w liściach poniżej 6.

Wykazano interakcyjny wpływ nawożenia N i S na optymalne zaopatrzenie roślin w siarkę, co pociąga za sobą wysoką produktywność rzepaku (Fismes i wsp. 2000, Jackson 2000).

Jako źródło siarki dla rzepaku najczęściej stosowany jest siarczan amonu, którego duża rozpuszczalność w wodzie sprzyja łatwemu wypłukiwaniu siarczanów z gleby, a kwaśny fizjologicznie odczyn ogranicza jego stosowanie do gleb o prawidłowym odczynie. Według Dembińskiego (1975) dobrym źródłem przyswajalnej siarki jest gips.

Celem badań było określenie wpływu różnych nawozów siarkowych na odżywienie roślin tym pierwiastkiem, kształtowanie plonu rzepaku ozimego odmiany ES Saphir i jego składu chemicznego.

METODYKA I WARUNKI BADAŃ

W latach 2006–2009 w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu przeprowadzono jednoczynnikowe doświadczenia polowe, założone metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach, w którym badano wpływ czterech nawozów siarkowych – gipsu, siarczanu potasu, siarczanu amonu i Wigoru S na zawartość siarki ogólnej, siarki siarczanowej oraz azotu mineralnego w liściach. Materiał roślinny pobierany był w dwóch terminach: jesienią, po zahamowaniu wegetacji z nadziemnej części rośliny oraz wiosną, bezpośrednio przed kwitnieniem, z najmłodszych liści. Siarkę ogólną w roślinach oznaczono metodą Buttersa i Cheneryego (Nowosielski 1974), natomiast siarkę siarczanową metodą Bardsleya i Lancastera (Grzesiuk 1968).

Po zbiorze roślin określono plon nasion, skład chemiczny nasion i śruty, stosując następujące metody:

- sucha masa – metodą suszarkową (suszenie rozdrobnionych nasion w temperaturze 95°C przez 4 godziny),
- azot ogólny (białko ogółem) – zmodyfikowaną metodą Kjeldahla,
- tłuszcz surowy – metodą odfuszczonej reszty w aparacie Soxhleta,
- popiół surowy – przez spalenie materiału roślinnego w piecu elektrycznym w temperaturze 600°C,
- włókno surowe – metodą Henneberga-Stohmanna.

Na podstawie składu chemicznego obliczono wartość energetyczną plonu nasion i śruty wyrażoną w JPM i JPŻ (Ryś i wsp. 1997).

Przedplonem dla rzepaku ozimego odmiany ES Saphir była corocznie pszenica ozima. Nawozy fosforowo-potasowe wysiano przedsięwzięcie w dawce 60 kg·ha⁻¹ P₂O₅, 120 kg·ha⁻¹ K₂O, natomiast azot w dawce 40 kg·ha⁻¹. Wiosną stosowano nawożenie azotem w dwóch terminach: po ruszeniu wegetacji w dawce 80 kg·ha⁻¹ w postaci saletry amonowej i w okresie pąkowania w dawce 70 kg·ha⁻¹ w moczniku. Nawozy siarkowe stosowano według schematu doświadczenia jednokrotnie w okresie ruszenia wegetacji w dawce 60 kg S·ha⁻¹.

Siew wykonano w pierwszym roku badań 28 sierpnia, natomiast w pozostałych latach 27 sierpnia, wysiewając 80 nasion odmiany ES Saphir o pełnej zdolności kiełkowania na 1 m² w rozstawie 15 cm. Pielęgnowanie rzepaku dostosowane było do wymagań roślin i było zgodne z zaleceniami IOR. Zbiór roślin wykonano jednoetapowo: 18.07.2007, 18.07.2008 i 23.07.2009 roku. Plon nasion został sprowadzony do wilgotności 13%.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Nawożenie różnymi formami siarki stosowano wiosną w momencie ruszania wegetacji, dlatego zawartość siarki ogólnej i siarczanowej w rozecie liściowej przed zahamowaniem wegetacji wynosiła odpowiednio 3,44 i 1,49 g·kg⁻¹ i różnicowała się pod wpływem zmiennych warunków (tab. 1). Zastosowanie wiosną różnych form nawozów siarkowych w dawce 60 kg S·ha⁻¹ spowodowało, w porównaniu z kontrolą, wzrost zawartości siarki ogólnej, w pełni pąkowania, w najmłodszych liściach. Najwięcej, bo aż o 42% w porównaniu z kontrolą zwiększyła się zawartość siarki pod wpływem nawożenia siarczanem amonu i o 28% przy nawożeniu siarczanem potasu, w najmniejszym stopniu pod wpływem nawożenia gipsem i siarką elementarną – odpowiednio o 10 i 8%. Intensywność pobierania siarki z różnych form nawozów zależy od ich rozpuszczalności w wodzie. Siarczany amonu i potasu dobrze rozpuszczają się w wodzie, natomiast gips praktycznie się nie rozpuszcza, a siarka elementarna, zanim zostanie pobrana przez rośliny, musi ulec utlenieniu. Zastosowanie 60 kg S·ha⁻¹ zwiększa zawartość siarki ogólnej w warstwie ornej o około 20 mg·kg⁻¹. Filipek (1999) określa wartości progowe zawartości siarki w częściach wegetatywnych rzepaku na 7 g·kg⁻¹.

Tabela 1

Table 1

Zawartość S ogólnej i siarczanowej w g·kg⁻¹ w suchej masie liści (średnie dla czynnika i lat)
Total sulphur and sulphate in g·kg⁻¹ in dry matter of the leaves (means for factor and years)

Rodzaj nawozu siarkowego Kind of sulphur fertilizer	Jesień – Autumn		Wiosna – Spring	
	S ogólna total S	S-SO ₄	S ogólna total S	S-SO ₄
kontrola – control	3,44	1,46	4,47	1,76
gips – gypsum	3,51	1,50	4,92	1,88
siarczan potasu potassium sulphate	3,37	1,45	5,72	2,53
siarczan amonu ammonium sulphate	3,36	1,45	6,36	2,97
Wigor S	3,52	1,58	4,81	1,95
NIR – LSD (α=0,05)	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.
2006/07	4,20	1,75	6,81	2,41
2007/08	3,70	1,28	3,86	1,63
2008/09	2,42	1,44	5,11	2,62
NIR – LSD (α=0,05)	0,35	0,16	1,62	r.n. – s.i.d.

r.n. – s.i.d. (różnica nieistotna – statistically insignificant difference)

Pogoda istotnie różnicowała zawartość siarki ogólnej i siarczanowej w liściach zebranych jesienią po zahamowaniu wegetacji i wiosną. Największą koncentrację tych składników zanotowano w pierwszym roku badań,

Na podstawie stosunku N:S podczas pełni pąkowania w najmłodszych liściach można wnioskować o właściwym odżywieniu roślin siarką. Jakubus i Tobała (2006) wykazali, że stosunek N:S zmieniał się pod wpływem wzrastającego nawożenia siarką od 0 do $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w postaci gipsu i wynosił od 6:1 do 5,5:1. Przyjmując graniczną zawartość siarki na poziomie 6,5–7 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ i stosunek N:S 8–6:1, można wykazać, że optymalna zawartość azotu w najmłodszych liściach wynosi od 39 do 56 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$. W badaniach własnych w okresie zahamowania wegetacji rozety liściowe zawierały średnio 30,6 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, a czynnikiem różnicującym poziom azotu były zmienne warunki w latach badań (tab. 2). Różne formy siarki stosowane wiosną nie miały wpływu na zawartość N w najmłodszych liściach, a zawartość tego makroskładnika wynosiła średnio 54,8 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Jesienią po zahamowaniu wegetacji stosunek N:S wynosił 9,42–8,69:1, a w okresie pełni pąkowania 12,70–10,25:1 i nie różnicował się istotnie pod wpływem stosowanych form nawozów siarkowych. Widoczna jednak była tendencja do zawężania stosunku N:S przez nawozy siarkowe łatwo rozpuszczalne (siarczan amonu i potasu) – odpowiednio 10,25:1 i 10,47:1. Należy podkreślić, że stosunek N:S był znacznie szerszy od uznanego za krytyczny przez Blake-Kalff i wsp. (2003).

Tabela 2

Table 2

Zawartość azotu w $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ oraz stosunek N:S w suchej masie liści (średnie dla czynnika i lat)
Nitrogen in $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ and N:S ratio in dry matter of the leaves (factor and year means)

Rodzaj nawozu siarkowego Kind of sulphur fertilizer	Azot – Nitrogen		N:S	
	jesień autumn	wiosna spring	jesień autumn	wiosna spring
kontrola – control	30,3	54,7	9,05	12,70
gips – gypsum	31,6	54,1	9,20	11,16
siarczan potasu potassium sulphate	30,2	54,1	9,35	10,47
siarczan amonu ammonium sulphate	30,4	57,1	9,42	10,25
Wigor S	30,4	54,2	8,69	11,69
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.
2006/07	32,0	55,0	7,60	8,52
2007/08	35,1	58,2	9,50	15,16
2008/09	24,7	51,3	10,33	10,09
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)	2,3	3,5	1,01	1,61

r.n. – s.i.d. (różnica nieistotna – statistically insignificant difference)

Nawożenie różnymi formami siarki miało istotny wpływ na zawartość tłuszczu surowego w nasionach. W porównaniu z kontrolą nawożenie gipsem powodowało wzrost zawartości tego składnika, a zastosowanie siarczanu amonu obniżenie (tab. 3). Nie wykazano wpływu nawożenia różnymi formami siarki na kształtowanie zawartości pozostałych składników organicznych i mineralnych w nasionach i śrucie (tab. 3, 4). Zmienne warunki pogodowe w latach badań miały wpływ na zawartość wszystkich składników pokarmowych w nasionach, a w śrucie kształtowały zawartość włókna surowego i bezazotowych związków wyciągowych.

Tabela 3

Table 3

Skład chemiczny nasion rzepaku ozimego w g·kg⁻¹ (średnie dla czynnika i lat)
Chemical composition in g·kg⁻¹ of winter rapeseed (means for factor and years)

Rodzaj nawozu siarkowego Kind of sulphur fertilizer	Tłuszcz surowy Crude fat	Białko ogółem Total protein	Włókno surowe Crude fibre	Popiół surowy Crude ash	BZW NFE
kontrola – control	428	210	86	42	234
gips – gypsum	433	210	84	42	230
siarczan potasu potassium sulphate	429	207	87	43	232
siarczan amonu ammonium sulphate	419	214	88	43	236
Wigor S	432	208	82	43	235
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)	5	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.
2006/07	411	218	84	44	242
2007/08	438	205	78	41	237
2008/09	435	207	95	42	221
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)	4	5	6	2	5

r.n. – s.i.d. (różnica nieistotna – statistically insignificant difference)

BZW – NFE (beazotowe związki wyciągowe – nitrogen free extract)

Jankowski i wsp. (2008) stwierdzili, że pod wpływem nawożenia siarką do 60 kg·ha⁻¹ zwiększa się w nasionach zawartość białka ogółem, przy braku różnicowania zawartości tłuszczu surowego. Wielebski (2006b) wykazał wzrost zawartości białka i obniżenie poziomu tłuszczu w nasionach rzepaku ozimego pod wpływem nawożenia siarką.

W największym stopniu plon nasion różnicował, zmienny w latach, przebieg pogody, a w mniejszym stosowane formy nawozów siarkowych. Średnio w ciągu trzech lat badań nawożenie rzepaku ozimego odmiany ES Saphir nawozami siarkowymi miało korzystny wpływ na wysokość plonu nasion, wydajność śruty oraz wartość energetyczną plonu nasion i śruty wyrażoną w JPM i JPŻ (tab. 5). Nawożenie siarką w postaci siarczanu amonu

i gipsem zwiększało plon nasion odpowiednio o 12,0 i 7,1%, wydajność śruty o 13,9 i 6,4%, wartość energetyczną nasion wyrażoną w JPM i JPŻ o 11,1 i 7,5%, a wartość energetyczną śruty o 13,9 i 6,3%, w porównaniu z kontrolą. Wielu autorów (Wielebski 2006a, Wielebski, Muśnicki 1998, Bilsborrow i wsp. 1995), w warunkach dobrego zaopatrzenia roślin w siarkę, nie uzyskało zwyżki plonu nasion pod wpływem nawożenia tym pierwiastkiem. Wielebski (2006a) uzależnia efekt nawożenia siarką od przebiegu pogody wiosną. W warunkach przedłużającej się zimy i chłodnego początku wiosny proces mineralizacji siarki w glebie rozpoczyna się późno i przebiega wolno, a tym samym wpływa na stan odżywienia rzepaku tym pierwiastkiem (Wielebski, Muśnicki 1998, Wielebski i wsp. 2000). Przyrost plonów pod wpływem nawożenia siarką stwierdzili między innymi Walker, Booth (1994), Budzyński, Ojczyk (1995) oraz Wielebski (2008).

Tabela 4
Table 4

Skład chemiczny śruty rzepaku ozimego w g·kg⁻¹ (średnie dla czynnika i lat)
Chemical composition in g·kg⁻¹ of rapeseed meal (factor and year means)

Rodzaj nawozu siarkowego Kind of sulphur fertilizer	Białko ogółem Total protein	Włókno surowe Crude fibre	Popiół surowy Crude ash	BZW NFE
kontrola – control	368	150	73	409
gips – gypsum	370	149	75	406
siarczan potasu potassium sulphate	363	155	75	406
siarczan amonu ammonium sulphate	368	152	74	406
Wigor S	367	144	75	414
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.	r.n. – s.i.d.
2006/07	370	143	75	412
2007/08	365	139	73	422
2008/09	367	167	75	391
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)	r.n. – s.i.d.	9	r.n. – s.i.d.	11

r.n. – s.i.d. (różnica nieistotna – statistically insignificant difference)

BZW – NFE (bezzotowe związki wyciągowe – nitrogen free extract)

Tabela 5
Table 5

Plon nasion, wydajność śruty oraz wartość energetyczna nasion i śruty rzepakowej
(średnie dla czynnika i lat)
Yield and energy content of seeds and rapeseed meal (means for factor and years)

Rodzaj nawozu siarkowego Kind of sulphur fertilizer	Plon nasion (t·ha ⁻¹) Seed yield	Wydajność śruty rzepakowej (t·ha ⁻¹) Yield rapeseed meal	Nasiona – Seeds		Śruta – Rapeseed meal	
			liczba JPM z 1 ha UFL per ha	liczba JPŻ z 1 ha UFV per ha	liczba JPM z 1 ha UFL per ha	liczba JPŻ z 1 ha UFV per ha
kontrola – control	4,08	2,02	4 664	4 329	2 401	2 395
gips – gypsum	4,37	2,15	5 012	4 652	2 553	2 547
siarczan potasu potassium sulphate	4,28	2,12	4 892	4 541	2 512	2 506
siarczan amonu ammonium sulphate	4,57	2,30	5 182	4 811	2 734	2 727
Wigor S	4,26	2,10	4 877	4 528	2 487	2 481
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)	0,16	0,08	180	167	94	94
2006/07	3,88	1,99	4 369	4 055	2 353	2 347
2007/08	4,55	2,22	5 231	4 857	2 632	2 625
2008/09	4,51	2,21	5 176	4 805	2 628	2 621
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)	0,12	0,06	139	129	73	73

JPM – UFL (jednostka produkcji mleka – unité fourragère lait)

JPŻ – UFV (jednostka produkcji żywca – unité fourragère viande)

WNIOSKI

1. Najwyższe plony nasion, śruty rzepakowej oraz wartość energetyczną nasion i śruty, w porównaniu z kontrolą, uzyskano przy nawożeniu siarczanem amonu, a następnie kolejno niższe przy stosowaniu gipsu, siarczanu potasu i Wigoru S. Nawożenie siarką w postaci siarczanu amonu zwiększało plon nasion o 12%, w porównaniu z kontrolą.

2. Wiosenne nawożenie rzepaku ozimego ES Saphir różnymi nawozami siarkowymi, w dawce 60 kg S·ha⁻¹, nie miało wpływu na skład chemiczny śruty, a w nasionach kształtowało istotnie tylko zawartość tłuszczu surowego.

3. W warunkach niskiej zasobności gleby w siarkę ogólną zastosowanie wiosną 60 kg S ha⁻¹ było niewystarczające do zachowania właściwego stosunku N:S, który powinien wynosić 8–6:1 w najmłodszych liściach.

4. Zawartość siarki ogólną w najmłodszych liściach podczas pełni pąkowania zależała od rodzaju stosowanych nawozów siarkowych i ich rozpuszczalności w wodzie. Dlatego najwyższą zawartość siarki stwierdzono po zastosowaniu siarczanu amonu i siarczanu potasu.

PIŚMIENNICTWO

- Asare E., Scarisbrick D.H., 1995. Rate of nitrogen and sulphur fertilizers on yield, yield components and seed quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Field Crops Res.*, 44, 41–46.
- Bilsborrow P.E., Evans E.J., Milford G.F.J., Fieldsend J.K., 1995. The effects of sulphur and nitrogen on the yield and quality of oilseed rape in the UK. *Proc. 9th Intern. Rapeseed Congress, Cambridge*, 1, 280–283.
- Blake-Kalff M.M.A., Zhao F., McGrath S.P., 2003. Sulphur deficiency diagnosis using plant tissue analysis. *Nawozy Nawoz.*, 3, 5–25.
- Budzyński W., Ojczyk T., 1995. Influence of sulphur fertilization on seed yield and seed quality of double low oilseed rape. *Proc. 9th Intern. Rapeseed Congress, Cambridge*, 1, 284–286.
- Dembiński F., 1975. *Rośliny oleiste*. PWRiL, Warszawa.
- Filipek T., 1999. Związki siarki w agroekosystemach, [w:] *Podstawy i skutki chemizacji agroekosystemów*. Wyd. AR Lublin, 164–174.
- Filipek T., 2001. Przyrodnicze i antropogeniczne przyczyny oraz skutki zakwaszenia gleb. *Nawozy Nawoz.*, 3, 5–26.
- Fismes J., Vong P.C., Guckert A., Frossard E., 2000. Influence of sulfur on apparent N-use efficiency, yield and quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown on a calcareous soil. *Eur. J. Agron.*, 12, 127–141.
- Grzebisz W., Fotyma E., 1996. Ocena odżywienia siarką rzepaku uprawianego w północno-zachodniej Polsce. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XVII (1), 275–280.
- Grzesiuk W., 1968. Nefelometryczne oznaczenie siarki siarczanowej w roślinach. *Rocz. Glebozn.*, XIX.2.1, 167–172.
- Jackson G.D., 2000. Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. *Agron. J.*, 92, 644–649.
- Jankowski K., Budzyński W., Szymanowski A., 2008. Effect of sulfur on the quality of winter rape seeds. *J. Elementol.*, 13 (4), 521–534.
- Janzen H.H., Bettany J.R., 1984. Sulfur nutrition of rapeseed: I. Influence of fertilizer nitrogen and sulfur rates. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48, 100–107.
- Jakubus M., Toboła P., 2006. Wpływ nawożenia rzepaku ozimego wzrastającymi dawkami gipsu na zawartość siarki w glebie oraz roślinie. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXVII (2), 251–263.
- Jaworski W., Maciejewska J., 2009. *Dyrektywa IPPC – IEP wyzwania dla Polski do roku 2016*, Warszawa 24 września 2009.
- <http://www.proinwestycje.pl/debaty/dyrektywaippc/Wojciech%20Jaworski.pdf>
- Krauze A., Bowszys T., 2000. Wpływ stosowania różnych technologii nawozów siarkowych na plonowanie i jakość rzepaku ozimego i jarego. *Folia Univ. Agric. Stetin. 204 Agricultura* 81, 133–142.
- Mercik S., Kalembsa S., Wiśniewska B., Podgajna G., 1999. Zawartość siarki ogólnej oraz jej frakcji w glebach w zależności od wieloletniego nawożenia mineralnego i organicznego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 465, 411–418.
- Motowicka-Terelak T., Terelak H., 1998. Siarka w glebach Polski: stan i zagrożenie. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, *Bibl. Monit. Środ.*, Warszawa.
- Nowosielski O., 1974. *Metody Oznaczania Potrzeb Nawożenia*. PWRiL, Warszawa.
- Podleśna A., 2003. Wstępna ocena potrzeb nawożenia siarką rzepaku ozimego. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXIV (2), 641–649.

- Ryś R., Pisulewski P., Strzetelski J., Antoniewicz A., Chomyszyn M., Stasiniewicz T., Kowalski M., Żebrowska T., 1997. Normy żywienia bydła, owiec i kóz. Wartość pokarmowa pasz dla przeżuwaczy. IŻ Kraków.
- Schnug E., Haneklaus S., 1998. Diagnosis of sulphur nutrition, [in:] Sulphur in Agroecosystems, E. Schnug (ed.). Kluwer Academic Publishers, 1–38.
- Walker K.C., Booth E.J., 1994. Sulphur deficiency in Scotland and the effects of sulphur supplementation on yield and quality of oilseed rape. *Norw. J. Agric. Sci. Suppl.*, 15, 97–104.
- Wielebski F., 2006a. Nawożenie różnych typów odmian rzepaku ozimego siarką w zróżnicowanych warunkach glebowych. I. Wpływ na plon i elementy struktury plonu nasion. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXVII (2), 265–282.
- Wielebski F., 2006b. Nawożenie różnych typów odmian rzepaku ozimego siarką w zróżnicowanych warunkach glebowych. II. Wpływ na jakość i skład chemiczny nasion. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXVII (2), 283–297.
- Wielebski F., 2008. Efektywność nawożenia siarką różnych typów hodowlanych odmian rzepaku w świetle wyników wieloletnich doświadczeń polowych. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXIX (1), 91–103.
- Wielebski F., Muśnicki Cz., 1998. Wpływ wzrastających dawek siarki i sposobu jej aplikacji na plon i zawartość glukozynolanów w nasionach dwóch odmian rzepaku ozimego w warunkach doświadczeń polowych. *Rocz. AR Pozn. CCCIII, Rol.*, 51, 149–167.
- Wielebski F., Wójtowicz M., Czernik-Kołodziej K., 2000. Ocena stanu zaopatrzenia w siarkę rzepaku uprawianego na polach doświadczalnych wybranych Zakładów Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXI (2), 465–473.
- Zhao F.J., Evans E.J., Bilsborrow P.E., 1995. Varietal differences in sulphur uptake and utilization in relation to glucosinolate accumulation in oilseed rape. *Proc. 9th Intern. Rapeseed Congress*, Cambridge, 1, 271–273.
- Zhao F.J., McGrath S.P., Blake-Kalff M.M.A., Link A., Tucker M., 2003. Crop responses to sulphur fertilization in Europe. *Nawozy Nawoż.*, 3 (16), 26–51.

INFLUENCE OF DIFFERENT SULPHUR FERTILIZERS ON CHEMICAL COMPOSITION AND NUTRITIVE VALUE OF WINTER RAPE ES SAPHIR CULTIVAR

Summary

In the years 2006–2009 the Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, ran field trials of randomized block design by one-factor-at-a-time method. The trials were aimed at determining the effect of different sulphur fertilizers applied in spring upon the onset of vegetation at a rate of 60 kg ha⁻¹ (gypsum, potassium sulphate, ammonium sulphate and Wigor S) on the total sulphur and sulphate and mineral nitrogen content in the leaves. The plant material was collected twice: after the inhibition of vegetation in autumn – from leaves and immediately before flowering – from the upper juvenile lanceolate leaves. Following the harvest, seed yield and chemical composition of seeds and rapeseed meal were determined.

Based on the values obtained, rapeseed meal yield and energy content of the seed yield and rapeseed meal were computed.

The total content of sulphur in upper lancet leaves was correlated with applied sulphur fertilizers and their solubility in water. The highest values of the total sulphur were recorded for ammonium sulphate and potassium sulphate. Fertilisation with different sulphur fertilizers did not influence the chemical composition of the rapeseed meal, but it only affected the content of crude fat in seeds.

The highest seed and rapeseed meal yield, compared to the control, was realised with ammonium sulphate.

KEY WORDS: winter rape, sulphur fertilizers, sulphur, nitrogen, chemical contents, yield, nutritive value

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Mieczysław Wilczek, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Regina Dębicz, Katarzyna Wróblewska

**OCENA WARTOŚCI DEKORACYJNEJ SZEŚCIU
MAŁO ZNANYCH BYLIN OKRYWOWYCH**
**EVALUATION OF DECORATIVE VALUE
OF SIX COVERING PERENNIALS**

Katedra Ogrodnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Horticulture, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

Wobec wielu problemów związanych z utrzymaniem trawników, zwłaszcza w miejscach, w których warunki siedliskowe są niekorzystne, coraz większego znaczenia nabierają byliny okrywowe. Celem pracy była ocena cech morfologicznych, użytkowych i dynamiki kwitnienia wybranych, mało znanych gatunków bylin przydatnych do zastosowania jako rośliny okrywowe. Doświadczenie zostało przeprowadzone od 12 kwietnia 2007 do 30 września 2009 r. Obiektem badań było 6 taksonów bylin: krwawnik baldaszkowaty *Achillea umbellata*, dąbrówka Tenora *Ajuga x tenorii* ‘Valfredda’, dziurawiec rogownicowaty *Hypericum cerastoides*, pszczelnik wąskolistny *Dracocephalum ruyschiana*, penstemon sosnowaty *Penstemon pinifolius* i pięciornik trójzębny *Potentilla tridentata* ‘Nuuk’. Ocenę dekoracyjności oparto na pomiarach wegetatywnych i generatywnych części roślin. Wrażenie estetyczne badanych roślin oceniono metodą bonitacyjną, a okrycie gleby skalą Brauna–Blanquetta. Niezależnie od roku, najdłuższym kwitnieniem odznaczały się penstemon sosnowaty i dąbrówka Tenora ‘Valfredda’, a najkrótszym pszczelnik wąskolistny. Wszystkie wybrane do doświadczenia gatunki i odmiany bylin miały duże walory dekoracyjne, ale szczególnie dziurawiec rogownicowaty, krwawnik baldaszkowaty i penstemon sosnowaty. Spośród badanych taksonów największe znaczenie jako byliny okrywowe mogą mieć dziurawiec rogownicowaty, krwawnik baldaszkowaty i dąbrówka Tenora ‘Valfredda’.

SŁOWA KLUCZOWE: byliny okrywowe, cechy morfologiczne, kwitnienie, wartość dekoracyjna

WSTĘP

Wobec wielu problemów związanych z utrzymaniem trawników zwłaszcza w miejscach, w których warunki siedliskowe są niekorzystne, coraz większego znaczenia nabierają byliny i krzewy okrywowe. Szczególnie przydatne mogą być one, między innymi pod koronami drzew, wzdłuż ulic, szos, na zboczach i skarpach i innych miejscach, w których założenie i pielęgnacja trawnika jest utrudniona (Borowski, Latocha 2005). W produkcji szkółkarskiej przeważają gatunki i odmiany roślin najbardziej popularnych, z takich rodzajów jak: żurawka *Heuchera* sp., bergenia *Bergenia* sp., bodziszek *Geranium* sp., funkia *Hosta* sp., rozchodnik *Sedum* sp. (Brinkforth 1995, Czuchaj, Szczepaniak 2008). Jako rośliny okrywowe mogą być wykorzystane także inne, mniej znane gatunki i odmiany roślin (Dębicz 2004, 2008, 2009). Najważniejszym kryterium oceny roślin okrywowych jest przede wszystkim zdolność tworzenia zwartej runy w możliwie krótkim czasie (Łukasiewicz 2003). Ceni się je także za niewielkie wymagania życiowe i pielęgnacyjne, wyrównany wzrost, wytrzymałość na przykrycie opadającymi liśćmi. O przydatności bylin okrywowych do wykorzystania na terenach zieleni i w ogrodach decydują również ich walory dekoracyjne, takie jak: wysokość i pokrój roślin, barwa, kształt i trwałość liści oraz długość i obfitość kwitnienia. Dzięki różnorodności barw, faktury i pokrojów – podnoszą estetykę wybranych miejsc, wprowadzają ład i harmonię oraz stanowią tło do eksponowania innych roślin.

Celem pracy była ocena cech morfologicznych i dekoracyjnych, w tym dynamiki kwitnienia, wybranych, mało poznanych w Polsce gatunków i odmian bylin przydatnych do zastosowania jako rośliny okrywowe.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenie zostało przeprowadzone w Stacji Badawczo-Dydaktycznej Roślin Warzywnych i Ozdobnych w Piastowie, należącej do Katedry Ogrodnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu od 12 kwietnia 2007 do 30 września 2009 r. Obiektem badań było 6 taksonów bylin, które posadzono w dwóch terminach: 12 kwietnia 2007 roku: krwawnik baldaszkowaty *Achillea umbellata* Sibth. et Sm., dąbrówka Tenora *Ajuga x tenorii* 'Valfreda', dziurawiec rogownicowaty *Hypericum cerastoides* (Spach) N. Robson. i 18 kwietnia 2008 r.: pszczelnik wąskolistny *Dracocephalum ruyschiana* L., penstemon sosnowaty *Penstemon pinifolius* Greene i pięciornik trójzębny *Potentilla tridentata* 'Nuuk'. Rośliny każdego taksonu badano w pierwszym i drugim roku uprawy (trzy pierwsze z wymienionych taksonów bylin w 2007 i 2008 r., a pozostałe w 2008 i 2009 r.). Rośliny posadzono na stanowisku słonecznym, na glebie piaszczysto-gliniastej o pH = 6,8.

Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach. Powtórzeniem było poletko o wymiarach 1,5 x 1,5 m, na którym posadzono 9 roślin w rozstawie 50 x 50 cm. Ocena dekoracyjności oparto na pomiarach: wysokości i średnicy roślin, długości i szerokości liści, liczby pędów kwiatostanowych, średnicy lub

długości kwiatów albo kwiatostanów i liczby kwiatów w kwiatostanie. Pomiarów dokonano raz w miesiącu, od maja do września. Ogólne wrażenie estetyczne roślin oceniono metodą bonitacyjną w skali dziewięciostopniowej od 1 do 9, gdzie 1 to ocena najniższa, a 9 - najwyższa. Określono również okrycie gleby przez rośliny w 5-stopniowej skali Brauna–Blanquetta. Każdego roku co miesiąc, od maja do września, oceny dokonywały niezależnie trzy osoby. Wyniki są średnią tych ocen.

Miesiąc po sadzeniu rośliny zasilono nawozem YaraMila Complex w dawce 30 g m⁻². Nazewnictwo łacińskie zostało zaczerpnięte ze słownika nazw roślin „ZANDER Handwörterbuch der Pflanzennamen” (Erhardt i wsp. 2008).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji dla doświadczenia jednoczynnikowego. Do oceny istotności różnic między średnimi użyto testu Studenta, przyjmującego poziom istotności $\alpha=0,05$.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Achillea umbellata Sibth. et Sm. – krwawnik baldaszkowy; astrowate (Asteraceae)

Pochodzi z Grecji (Erhardt i wsp. 2008). W maju, tj. terminie najobfitszego kwitnienia rośliny dorastały średnio do wysokości 33,3 cm i średnicy 40,7 cm (tab. 1). Rośliny tego gatunku miały liście łopatkowate, pierzastodzielne, pokryte srebrzystym kutnerem. Tworzyły liczne baldachokształtne kwiatostany o średnicy 4,7 cm (tab. 2), złożone z białych koszyczków, które rozwijały się od maja do początku lipca (tab. 3).

Ajuga x tenorii ‘Valfredda’ – dąbrówka Tenora ‘Valfredda’; jasnotowate (Lamiaceae)

Odmiana, znana również pod nazwą ‘Chocolate Chip’ (Hoffman 2005). W okresie najobfitszego kwitnienia rośliny dorastały do wysokości 13,1 cm i średnicy 20,7 cm (tab. 1). Według Dębicz (2009) średnica pod koniec wegetacji zwiększa się tylko nieznacznie, przy czym intensywniej rozrastają się rośliny ściółkowane korą sosnową. Badana odmiana miała dekoracyjne, purpurowozielone, błyszczące liście długości do 4,2 cm, gęsto osadzone na pędach. Kształt liści był lancetowato-łopatkowaty. Niebieskie kwiaty zebrane były w kłosowate kwiatostany długości ponad 7 cm (tab. 2). Niezależnie od roku rozwijały się one najobficiej w maju, przy czym liczniej w pierwszym roku uprawy (tab. 3).

Hypericum cerastoides (Spach) N. Robson – dziurawiec rogownicowaty; dziurawcowate (Clusiaceae)

Gatunek występuje w Grecji, Bułgarii i Turcji (Erhardt i wsp. 2008). W miesiącu najobfitszego kwitnienia, w lipcu, dorastał do wysokości 15,8 cm i średnicy 50,8 cm w drugim roku uprawy (tab. 1). Jajowate liście pokryte delikatnymi, szarymi włoskami, osadzone były naprzemianlegle. Miały długość 2,3–2,6 cm. Złotożółte kwiaty, ozdobione licznymi pręcikami, osiągały średnicę 3,3 cm (tab. 2). Rozwijały się stopniowo, dzięki czemu rośliny kwitły od maja do lipca (tab. 3).

Tabela 1

Table 1

Cechy morfologiczne sześciu gatunków bylin okrywowych w terminach najobfitszego kwitnienia (cm)

Morphological features of six covering perennial species in terms of the most abundant flowering

Takson Taxon	Termin pomiaru Date of measurement	Wysokość roślin Height of plants	Średnica roślin Diameter of plants	Długość liści Length of leaves	Szerokość liści Width of leaves
<i>Achillea umbellata</i> Sibth. et Sm.	Maj 2007	31,1 a	15,7 a	2,7 a	1,2 a
	Maj 2008 – May	33,3 a	40,7 a	3,7 a	1,1 a
Średnia Mean		32,2	28,2	3,2	1,2
<i>Ajuga x tenorii</i> 'Valfredda'	Maj 2007	11,7 a	16,4 a	4,2 a	1,5 a
	Maj 2008 – May	13,1 a	20,7 a	4,0 a	1,3 a
Średnia Mean		12,4	18,6	4,1	1,4
<i>Hypericum cerastoides</i>	Lipiec 2007	15,1 b	25,0 b	2,6 a	1,7 a
	Lipiec 2008 – July	15,8 a	50,8 a	2,3 a	2,0 a
Średnia Mean		15,5	37,9	2,5	1,9
<i>Dracocephalum russchiana</i> L.	Lipiec 2008	16,9 a	24,5 b	3,3 a	0,5 a
	Lipiec 2009 – July	15,9 a	53,1 a	3,0 a	0,5 a
Średnia Mean		16,4	38,8	3,2	0,5
<i>Penstemon pinifolius</i> Greene	Lipiec 2008	28,9 a	24,8 b	2,1 a	0,1 a
	Lipiec 2009 – July	30,1 a	54,0 a	2,3 a	0,1 a
Średnia Mean		29,5	39,4	2,2	0,1
<i>Potentilla tridentata</i> 'Nuuk'	Lipiec 2008	11,1 a	15,3 b	2,4 a	3,1 a
	Lipiec 2009 – July	12,3 a	26,2 a	2,3 a	3,2 a
Średnia Mean		11,7	20,8	2,4	3,2

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie na poziomie prawdopodobieństwa P=0,05
Means marked with the same letters did not differ significantly at the probability of P=0,05

Tabela 2

Table 2

Charakterystyka kwitnienia sześciu gatunków bylin okrywowych w terminie najobfitszego kwitnienia

Flowering characteristics six covering perennial species in term of the most abundant flowering

Takson Taxon	Termin pomiaru Date of measurement	Liczba pędów kwiatostanowych Number of inflorescence shoots	Liczba kwiatów w kwiatostanie Number of flowers in inflorescence	Długość lub średnica ¹ kwiatostanów, lub średnica kwiatów ² (cm) Length or diameter ² of inflorescences or flower diameter ²
<i>Achillea umbellata</i> Sibth. et Sm.	Maj 2007	114.7 a	6.6 a	3,8 ¹ a
	Maj 2008 – May	131.6 a	9.3 a	4.7 ¹ a
Średnia Mean		122,9	7,8	4,3¹
<i>Ajuga x tenorii</i> 'Valfredda'	Maj 2007	43.1 a	31.9 a	7.3 a
	Maj 2008 – May	30.7 a	34.5 a	7.6 a
Średnia Mean		36,9	32,9	7,5
<i>Hypericum cerastoides</i>	Lipiec 2007	56,8 a	3,8 a	3,2 ² a
	Lipiec 2008 – July	66,1 a	4,1 a	3,3 ² a
Średnia Mean		61,1	4,0	3,3²
<i>Dracocephalum ruyschiana</i> L.	Lipiec 2008	9.7 b	16.9 b	3.1 a
	Lipiec 2009 – July	15.2 a	19.5 a	3.6 a
Średnia Mean		12,5	18,2	3,4
<i>Penstemon pinifolius</i> Greene	Lipiec 2008	17.6 a	13.8 a	20.3 a
	Lipiec 2009 – July	24.2 a	16.8 a	19.5 a
Średnia Mean		20,9	15,3	19,9
<i>Potentilla tridentata</i> 'Nuuk'	Lipiec 2008	13.8 a	4.8 b	1.6 ² b
	Lipiec 2009 – July	17.2 a	7.5 a	1.8 ² a
Średnia Mean		15,5	6,2	1,9²

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie na poziomie prawdopodobieństwa P=0,05
Means marked with the same letters did not differ significantly at the probability of P=0,05

Tabela 3

Table 3

Dynamika kwitnienia sześciu taksonów bylin okrywowych wyrażona liczbą kwiatów na roślinie
Flowering dynamics of six taxa of covering perennials shown as number of flowers per plant

Takson Taxon	Rok Year	Termin pomiaru Date of measurement					NIR _{0,05} LSD _{0,05}	
		Maj May	Czer- wiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrze- sień Sep- tember	dla termi- nu for date	dla roku x termin for year x date
<i>Achillea umbellata</i> Sibth. et Sm.	2007	757,0	711,2	48,4*	0,0	0,0	138,1	195,4
	2008	1223,9	945,5	78,3*	0,0	0,0		
	Średnia Mean	990,5	828,4	63,4*	0,0	0,0		
<i>Ajuga tenorii</i> 'Valfredda'	2007	1374,9	821,9	240,0	76,3*	0,0	124,8	216,2
	2008	1059,2	908,8	320,1	54,4*	0,0		
	Średnia Mean	1217,1	865,4	280,1	65,4*	0,0		
<i>Hypericum cerastoides</i>	2007	170,6	210,3	215,0	0,0	0,0	28,8	r.n. n.s.
	2008	202,4	258,0	271,0	0,0	0,0		
	Średnia Mean	186,5	234,2	243,0	0,0	0,0		
<i>Dracocephalum russchiana</i> L.	2008	0,0	107,6	163,9	0,0	0,0	51,2	72,4
	2009	0,0	61,9	296,4	15,6*	0,0		
	Średnia Mean	0,0	84,8	230,2	7,8*	0,0		
<i>Penstemon pinifolius</i> Greene	2008	0,0	82,7	242,9	192,5	60,2	16,6	33,1
	2009	0,0	99,0	406,6	381,3	120,1		
	Średnia Mean	0,0	90,9	324,8	286,9	90,2		
<i>Potentilla tridentata</i> 'Nuuk'	2008	0,0	31,3	66,2	0,0	0,0	15,7	22,2
	2009	35,8*	90,2	129,0	29,9*	0,0		
	Średnia Mean	17,9*	60,8	97,6	15,0*	0,0		

r.n. – różnica nieistotna; n.s. – no significant difference

Dane oznaczone symbolem * oznaczają kwitnienie mniej niż 1/3 liczby roślin i nie zostały uwzględnione w analizie wariancji

Data signed with * mean flowering of less than 1/3 of number of plants and they were not taken to statistical analysis

Dracocephalum ruyschiana L. – pszczelnik wąskolistny; jasnotowate (Lamiaceae)

Ma szeroki zasięg występowania: od Europy, także w Polsce, po Azję Środkową (Erhardt i wsp. 2008). W drugim roku uprawy rośliny osiągały wysokość 31,9 cm i średnicę 53,1 cm (tab. 1). Według Marcinkowskiego (2002) mogą dorastać jednak do wysokości 50 cm. Na sztywnych, wyprostowanych pędach pszczelnika osadzone były wąskolancetowate liście długości 3,0–3,3 cm (tab. 1). Pędy zakończone były kłosowatymi kwiatostanami długości do 3,6 cm (tab. 2). Kwiaty miały czysto niebieską barwę. Rośliny kwitły krótko, najobficiej w lipcu (tab. 3).

Penstemon pinifolius Greene – penstemon sosnowaty; trędownikowate (Scrophulariaceae)

Pochodzi z Meksyku i południowych stanów USA (Erhardt i wsp. 2008). Rośliny gatunku tworzyły luźne kępy wysokości 30 cm i średnicy 54 cm w drugim roku uprawy. Igielkowate liście, długości 2,1–2,3 cm były gęsto osadzone na pędach. Czerwone, rurkowate kwiaty miały długość do 2,5 cm. Rośliny kwitły od czerwca do września, ale najobficiej w lipcu, tworząc do 25 pędów kwiatostanowych (tab. 2).

Potentilla tridentata Aiton ‘Nuuk’ – pięciornik trójzębny; różowate (Rosaceae)

Pochodzi z Ameryki Północnej (Erhardt i wsp. 2008). W czasie kwitnienia, w lipcu, rośliny badanej odmiany dorastały średnio do wysokości 12,3 cm (tab. 1). Po dwóch latach uprawy osiągały średnicę 26,2 cm, tworząc zwarte kępy. Rośliny tego gatunku miały charakterystyczne, trójlistkowe liście długości 2,4 cm (tab. 1). Listki zakończone były trzema ząbkami. Białe kwiaty pięciornika trójzębnego, średnicy 1,6–1,8 cm (tab. 2) pojawiały się w czerwcu i lipcu.

Gatunki bylin wykorzystane w doświadczeniu różniły się terminem i długością kwitnienia. Niezależnie od roku uprawy, najdłużej, do czterech miesięcy, kwitły penstemon sosnowaty i dąbrówka Tenora ‘Valfredda’ (tab. 3). Taksony te wyróżniały się także wysoką wartością dekoracyjną (tab. 4), wynikającą między innymi z obfitego kwitnienia. Ponadto penstemon sosnowaty po dwóch sezonach wegetacyjnych wytwarza zwarte runo (Dębicz, Bąbelewski 2010). W drugim roku uprawy długim kwitnieniem charakteryzował się także pięciornik trójzębny ‘Nuuk’, ale jego wartość estetyczną obniżało powolne i nierównomierne rozrastanie się. Wpłynęło to na ogólne wrażenie estetyczne, mimo iż gatunek ten wyróżniał się jesiennym przebarwianiem się liści (tab. 4). Słabiej rozrastał się także pszczelnik wąskolistny. Obydwa gatunki mogą znaleźć zastosowanie do okrywania małych powierzchni, pięciornik ponadto polecany jest do uprawy w ogrodach skalnych (Schmidt 2005). Najwyższą wartość dekoracyjną miał dziurawiec rogownicowaty. Wyróżniał się on obfitym i równomiernym kwitnieniem. Przez trzy miesiące rośliny kwitły niemal jednakowo obficie. Dziurawiec odznaczał się także bardzo dobrym okryciem powierzchni podłoża i równomiernym rozrastaniem się. Podobnie rozrastał się krwawnik baldaszkowaty. Szybkie rozrastanie się roślin obydwu gatunków potwierdzają badania Dębicz (2009), według której po dwóch latach uprawy tworzą one zwartą okrywę, osiągając pełny efekt pokrycia podłoża. Wartość estetyczna krwawnika baldaszkowatego w badaniach własnych również została oceniona wysoko. Szczególnie efektowne było

jego srebrzystoszare, zawsze zielone ulistnienie (tab. 4). Podobnie jak inne gatunki o srebrnych liściach krwawnik może być wykorzystywany w zestawieniach barwnych, np. na cmentarzach (Nobbman 2004) lub na rabatach jedno- albo dwubarwnych, np. biało-różowych lub biało-niebieskich (Brinkforth 1995).

Tabela 4

Table 4

Wartość dekoracyjna sześciu taksonów bylin okrywowych (średnia z dwóch lat)
Decorative value of six taxa of perennial plants (two year mean)

Takson Taxon	Charakterystyczna cecha gatunku Specific species feature	Stopień okrycia Degree of covering 1–5*	Równomierny rozrost Steady growth 1–9**	Ogólne wrażenie estetyczne General aesthetic impression 1–9**
<i>Achillea umbellata</i> Sibth. et Sm.	zimozielone, srebrzyste liście evergreen, silvery leaves	5	8,3	8,7
<i>Ajuga tenorii</i> ‘Valfredda’	zimozielone, bordowozielone liście evergreen, claret green leaves	4	7,3	8,3
<i>Hypericum cerastoides</i>	obfite kwitnienie profuse flowering	5	8,7	9,0
<i>Dracocephalum ruyschiana</i> L.	obfite kwitnienie profuse flowering	3	6,3	7,3
<i>Penstemon pini- folius</i> Greene	zimozielone, igielkowate liście evergreen, needle- like leaves	4	6,7	8,7
<i>Potentilla tridentata</i> ‘Nuuk’	przebarwiający się liście na jesień leaves changing colour for autumn	3	6,7	6,3

* 1 – ocena najniższa, 5 – ocena najwyższa – 1 – the lowest grade, 5 – the highest grade

** 1 – ocena najniższa, 9 – ocena najwyższa – 1 – the lowest grade, 9 – the highest grade

WNIOSKI

1. Niezależnie od roku uprawy najdłuższym kwitnieniem odznaczały się penstemon sosnowaty i dąbrówka Tenora ‘Valfredda’, a najkrótszym pszczelnik wąskolistny. Długo i równomiernie kwitł także dziurawiec rogownicowaty.

2. Wszystkie wybrane do doświadczenia gatunki bylin miały wysokie walory dekoracyjne, ale za najbardziej ozdobne uznano dziurawiec rogownicowaty oraz krwawnik baldaszkowaty i penstemon sosnowaty.

3. Spośród badanych gatunków szczególnie przydatne jako byliny okrywowe mogą być dziurawiec rogownicowaty, krwawnik baldaszkowaty i dąbrówka Tenora ‘Valfredda’.

PIŚMIENNICTWO

- Borowski J., Latocha P., 2005. Zastosowanie roślin pnących i okrywowych. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Brinkforth B., 1995. Bodendecker für Gärten und Parkanlagen. Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart.
- Czuchaj P., Szczepaniak S., 2008. Wpływ ściółkowania gleby na wzrost i kwitnienie kilku odmian żurawki drżączkowatej (*Heuchera x brizoides* hort. ex Lemoine). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 525, 63–71.
- Dębicz R., 2004. Dynamika rozrastania się wybranych bylin okrywowych. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura, 236 (94), 21–26.
- Dębicz R., 2008. Dynamika rozrastania się wybranych gatunków bylin na glebie ściółkowanej i nieściółkowanej korą sosnową. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 525, 73–79.
- Dębicz R., 2009. Dynamika rozrastania się wybranych gatunków bylin na glebie ściółkowanej i nieściółkowanej korą sosnową. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 539, 127–133.
- Dębicz R., Bąbalewski P., 2010. Dynamika rozrastania się wybranych gatunków bylin na glebie ściółkowanej i nieściółkowanej korą sosnową. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 551, 47–53.
- Erhardt W., Götz E., Bedeker N., Seybold S., 2008. ZANDER Handwörterbuch der Pflanzennamen. Ulmer, Stuttgart.
- Hoffman M.H.A., 2005. List of names of perennials. International standard 2005–2010. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV, Boskoop.
- Łukasiewicz A., 2003. Rośliny okrywowe. PWRiL, Poznań.
- Marcinkowski J., 2002. Byliny ogrodowe. PWRiL, Warszawa.
- Nobbman L., 2004. Stauden and Gehölze in der Grabgestaltung. Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart.
- Schmidt H.M., 2005. Steingärten. BLV Buchverlag GmbH & Co. KG, München.

EVALUATION OF DECORATIVE VALUE OF SIX COVERING PERENNIALS

Summary

Since there are numerous problems connected with maintaining lawn, particularly in places, where site conditions are disadvantageous, covering perennials become increasingly meaningful. The aim of the experiment was to assess morphological and functional features as well as the dynamics of flowering of less known perennials that can be planted as covering plants. The experiment with six taxa: *Achillea umbellata* Sibth. et Sm., *Ajuga x tenorii* 'Valfredda', *Hypericum cerastoides* (Spach) N. Robson., *Dracocephalum ruyschiana* L., *Penstemon pinifolius* Greene and *Potentilla tridentata* 'Nuuk' was conducted between the 12th of April 2007 and the 30th of September, 2009. The evaluation of decorating value was based on measurements of vegetative and generative parts of plants. Ornamental effect was assessed by using the quality classification system, while covering of soil by Braun–Blanquet's scale. Independently on the year, *Penstemon pinifolius* and *Ajuga x tenorii* 'Valfredda' characterized the longest flowering, while *Dracocephalum ruyschiana* flowered for the shortest time. All the taxa chosen to the experiment had high decorative value, but *Hypericum cerastoides*, *Achillea umbellata* and *Penstemon pinifolius* was classified as the most decorative. Among all taxa the greatest meaning as covering plant seem to have *Hypericum cerastoides*, *Achillea umbellata* and *Ajuga x tenorii* 'Valfredda'.

KEY WORDS: covering perennials, morphological features, flowering, decorative value

Recenzent – Rewiever: prof. dr hab. Mieczysław Czekalski, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Barbara Kutkowska, Tomasz Pilawka

**WDRAŻANIE INSTRUMENTÓW WSPÓLNEJ
POLITYKI ROLNEJ W GOSPODARSTWACH
WOJ. DOLNOŚLĄSKIEGO PO 2004 ROKU¹**

**IMPLEMENTATION OF COMMON AGRICULTURE POLICY
IN FARMS AFTER 2004 LOCATED ON TERRAINS
OF LOWER SILESIA PROVINCE**

*Katedra Ekonomii i Zarządzania, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Economics and Management, Wrocław University of Environmental and
Life Sciences*

W opracowaniu przedstawiono skalę i formy wsparcia rolnictwa dolnośląskiego po 2004 r. Na podstawie ankietyzacji 60 rolników gospodarujących na terenach 5 wybranych powiatów stwierdzono, że powszechnie korzystano z dopłat bezpośrednich, ze wsparcia z tytułu prowadzenia produkcji na obszarach o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW) oraz programów rolnośrodowiskowych. Oceniono poziom znajomości programów wspierających rolnictwo wśród producentów i zwiększenie dochodu rolniczego z tytułu wsparcia finansowego krajowego i z Unii Europejskiej. Dokonano także próby określenia barier w procesie wdrażania tych instrumentów.

SŁOWA KLUCZOWE: gospodarstwo, dopłaty bezpośrednie, instrumenty PROW, Dolny Śląsk

WSTĘP

Po roku 2004 rolnictwo polskie objęte zostało instrumentami finansowymi Wspólnej Polityki Rolnej². Do roku 2006 podstawowym instrumentem wsparcia był Europejski

¹ Opracowanie powstało w ramach projektu badawczego MNISW pt. Ocena realizacji celu produkcyjno-ekonomicznego rolnictwa dolnośląskiego w warunkach zrównoważonego rozwoju, nr N N114 207834 realizowanego przez IRWiR PAN w Warszawie.

² Piszą o tym m.in.: UKIE, 2004. Implikacje reformy Wspólnej Polityki Rolnej dla polskiego rolnictwa i obszarów wiejskich.

Fundusz Orientacji i Gwarancji Rolnej³, z którego pochodziły środki pieniężne na dopłaty bezpośrednie, interwencję rynkową oraz działania modernizacyjne i rozwojowe zebrane w dwa programy operacyjne, a mianowicie Sektorowy Program Operacyjny „Restrukturyzacja i modernizacja sektora żywnościowego i rozwój obszarów wiejskich” oraz Plan Rozwoju Obszarów Wiejskich⁴. Z Funduszu tego finansowany był również program SAPARD uruchomiony w okresie przedakcesyjnym, który wspierał programy dostosowawcze polskiego rolnictwa do warunków gospodarki rynkowej Unii Europejskiej. Od roku 2007 Europejski Fundusz Orientacji i Gwarancji Rolnej został zastąpiony przez dwa nowe, tj. Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFRROW) oraz Europejski Fundusz Gwarancji Rolnej (EFGR)⁵. Celem tego pierwszego jest finansowanie działań z zakresu polityki rozwoju wsi poprzez m.in.: równoważenie rozwoju sektora rolnego i leśnego, podnoszenia konkurencyjności gospodarki rolno-żywnościowej, polepszanie struktury zatrudnienia, poprawę stanu środowiska naturalnego, poprawę dostępności usług oraz podnoszenie jakości życia na terenach wiejskich. Środki finansowe w ramach EFGR przeznaczone są na wypłatę środków finansowych w ramach działań ujętych w I filarze Wspólnej Polityki Rolnej (płatności bezpośrednie oraz środki regulacji rynków rolnych, takie jak interwencja i refundacje wywozowe).

CEL I METODY BADAŃ

Celem opracowania było określenie skali wsparcia finansowego gospodarstw rolnych w województwie dolnośląskim po okresie integracji z UE oraz próba oceny wdrażania instrumentów PROW⁶ i dopłat bezpośrednich w gospodarstwach rolnych zlokalizowanych w wybranych powiatach województwa dolnośląskiego. Powiaty wybrane zostały w sposób celowy jako reprezentacja 5 regionów funkcjonalnych obszarów wiejskich Dolnego Śląska⁷. Są to powiaty: Bolesławiec, Chojnów, Góra, Kamienna Góra i Ząbkowice Śląskie.

Badania przeprowadzone były w latach 2008/2009, a dotyczyły danych liczbowych za lata 2004–2007. Do badań, na podstawie wyboru celowego⁸, wybrano 60 gospodarstw rolnych, po 12 w poszczególnych powiatach. Materiały empiryczne pochodziły z dwóch podstawowych źródeł, a mianowicie z dokumentacji Oddziału Terenowego Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, a także ze źródła pierwotnego, czyli z gospodarstw rolnych. W kwestionariuszu przy użyciu którego badano gospodarstwa, zawarto pytania dotyczące ogólnej ich charakterystyki, oceny funkcjonowania Wspólnej Polityki

³ Rozporządzenie Rady (WE) NR 1257/1999 z dnia 17 maja 1999. w sprawie wsparcia rozwoju obszarów wiejskich z Europejskiego Funduszu Orientacji i Gwarancji Rolnej.

⁴ PROW 2004–2006.

⁵ Rozporządzenie Rady (WE) 1290/2005 z dnia 21 czerwca 2005 roku w sprawie finansowania wspólnej polityki rolnej.

⁶ Plan Rozwoju Obszarów Wiejskich.

⁷ Regiony funkcjonalne zostały uwzględnione w Strategii Rozwoju Obszarów Wiejskich Województwa Dolnośląskiego z roku 2001.

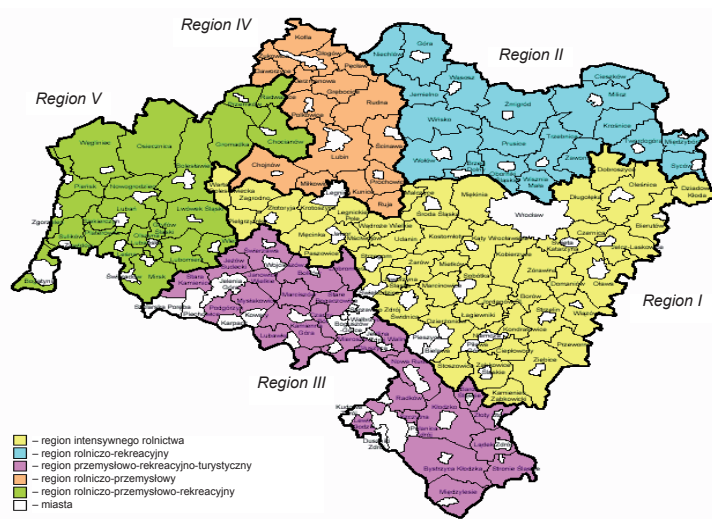
⁸ Kopeć B., 1983. Metodyka badań ekonomicznych w gospodarstwach rolnych, 110.

Rolnej oraz wykorzystania płatności obszarowych i instrumentów w ramach Planu Rozwoju Obszarów Wiejskich. Przy opracowywaniu materiałów sięgano również do statystyki powszechnej GUS, US we Wrocławiu, materiałów Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz informacji literaturowych.

CHARAKTERYSTYKA ROLNICTWA DOLNOŚLĄSKIEGO

Rolnicy dolnośląscy gospodarują na areale około 1 mln ha użytków rolnych, co stanowi 6,2% zasobu krajowego. Na Dolnym Śląsku funkcjonuje obecnie 115 tys. gospodarstw, z czego 73 tys. to gospodarstwa o powierzchni powyżej 1 ha UR. W ciągu kilku ostatnich lat, od roku 2002 ich liczba systematycznie zmniejsza się i do roku 2007 ubyło ich 18%, zwłaszcza w grupie obszarowej do 2 ha, w której spadek wyniósł aż 53%. O 21% natomiast wzrosła liczba gospodarstw dużych, powyżej 50-hektarowych. Działalność rolniczą prowadzi aktualnie aż 95% gospodarstw, podczas gdy w roku 2002 odsetek ten wynosił 71% (Materiały US we Wrocławiu 2008). W okresie transformacji gospodarczej ujawniło się zjawisko wycofywania się użytkowników gospodarstw z działalności rolniczej, jednak bez wyzbywania się zasobów ziemi. Po integracji z UE, a zwłaszcza po wprowadzeniu systemu dopłat bezpośrednich, gospodarstwa te wznowiły działalność rolniczą. Tylko dla 30% gospodarstw domowych z użytkownikiem gospodarstwa indywidualnego głównym źródłem dochodów jest produkcja rolnicza, dla 57% gospodarstw podstawą egzystencji rodzin rolniczych jest praca najemna.

Dolny Śląsk cechuje znaczne zróżnicowanie warunków do produkcji rolniczej. Występują tutaj obszary o sprzyjającym rolnictwu klimacie i doskonałych glebach, jak również rejony o charakterze problemowym z punktu widzenia działalności rolniczej (Sudety i Polesie). Region ten posiada walory krajobrazowe, turystyczne i lecznicze, które stwarzają znakomite podstawy rozwoju, także dla obszarów wiejskich (Kutkowska 2004). Duże regionalne zróżnicowanie rolnictwa i obszarów wiejskich Dolnego Śląska pod względem warunków przyrodniczych i poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego znalazło swój wyraz w *Strategii rozwoju obszarów wiejskich województwa dolnośląskiego* opracowanej przez Urząd Marszałkowski w 2001 r. (Strategia 2001). W jej założeniu Dolny Śląsk został podzielony na pięć regionów funkcjonalnych obszarów wiejskich (rys. 1). Rozmieszczenie użytków rolnych i gospodarstw w poszczególnych regionach jest nierównomierne. W regionie I – intensywnego rolnictwa jest 43% użytków rolnych i 41% ogółu gospodarstw w województwie. W regionie II – rolniczo-rekreacyjnym znajduje się 16% użytków rolnych i 17% gospodarstw, w regionie III – przemysłowo-rekreacyjno-turystycznym zlokalizowanych jest 14% UR i 15% gospodarstw, w regionie IV – rolniczo-przemysłowym 14% UR i 13% gospodarstw oraz w regionie V – rolniczo-przemysłowo-rekreacyjnym 13% UR oraz 14% ogólnej liczby gospodarstw rolnych (Kutkowska i wsp. 2007).



Źródło: Strategia 2001

Source: Strategy 2001

Rys. 1. Regiony funkcjonalne obszarów wiejskich Dolnego Śląska

Fig. 1. Functional Regions of rural areas on Lower Silesia

WYNIKI I OMÓWIENIE

Kluczowe znaczenie, ze względu na wielkość wsparcia, a także jego skalę, miały dopłaty bezpośrednie. W latach 2004–2006 do gospodarstw dolnośląskich skierowano kwotę dopłat wynoszącą łącznie 1,3 mld złotych, czyli 6% wsparcia krajowego z tytułu dopłat (Kutkowska 2009). Z dopłat bezpośrednich skorzystało 81% ogółu gospodarstw uprawnionych na Dolnym Śląsku⁹. Przeciętna płatność na 1 gospodarstwo wyniosła w 2006 r. 7 845 złotych. Badania ankietowe¹⁰ wykazały, że dopłaty bezpośrednie poprawiły dochód rolniczy w granicach 5–10%, zależnie od areалу gospodarstwa. Około 40% ankietowanych użytkowników gospodarstw o powierzchni powyżej 100 ha UR stwierdziło, że niekorzystne relacje cenowe, a zwłaszcza wysokie ceny środków produkcji, spowodowały, że dopłaty bezpośrednie nie zrekompensowały poniesionych w produkcji rolniczej strat. Gospodarstwa małe, do 10 ha, przeznaczyły dopłaty na zakup środków do produkcji oraz na potrzeby gospodarstwa domowego. Gospodarstwa powyżej 20-hektarowe część dopłat wykorzystały także na cele rozwojowe, dokonując zakupu sprzętu

⁹ Dane OT we Wrocławiu ARiWR 2007.

¹⁰ Praca magisterska Marty Krzyżowskiej pt. Oddziaływanie dopłat bezpośrednich na wyniki ekonomiczne gospodarstw rolniczych na Dolnym Śląsku, 2008 r. Praca magisterska Tomasza Pilawki pt. Skala i formy wspierania gospodarstw rolnych po wstąpieniu do Unii Europejskiej, 2009 r. Promotor: prof. dr hab. Barbara Kutkowska, Katedra Ekonomii i Zarządzania, UP we Wrocławiu.

rolniczego oraz remontów i budowy obiektów gospodarskich. W nowym okresie programowania w roku 2007 do gospodarstw dolnośląskich skierowano kwotę dopłat wynoszącą ponad pół miliarda złotych (tab. 1).

Połowę wszystkich płatności bezpośrednich stanowiła jednolita płatność obszarowa, finansowana w całości z I filaru budżetu WPR, znaczne kwoty (37%) wypłacano z tytułu płatności uzupełniających do roślin uprawnionych współfinansowanych z budżetu krajowego.

Tabela 1

Table 1

Zrealizowane w 2007 r. płatności obszarowe na terenie woj. dolnośląskiego
Realized area payments in 2007 on Lower Silesia province

Lp. No.	Rodzaj płatności Kind of payment	Kwota ogółem (zł) Total amount	Struktura płatności (%) Payment structure
1.	Jednolita płatność obszarowa (JPO) Equality area payment	263 240 312	49,9
2.	Uzupełniająca płatność obszarowa – inne rośliny Supplementary area payment – other plants	193 855 777	36,76
3.	Uzupełniająca płatność obszarowa – chmiel Supplementary area payment – hop	38 867	0,01
4.	Uzupełniająca płatność obszarowa – płatność zwierzęca Supplementary area payment – animal payment	22 042 841	4,18
5.	Płatność do produkcji buraków Sugar payment	47 119 161	8,94
6.	Płatność do roślin energetycznych Energy plants payment	1 026 065	0,19
7.	Razem Total payments	527 323 023	100,00

Źródło: Materiały OT we Wrocławiu ARiMR, 2009 r.

Source: ARiMR – Wrocław Division, 2009.

Plan Rozwoju Obszarów Wiejskich, jako jeden z dwóch podstawowych programów operacyjnych dla wsi rolnictwa, realizowany był w latach 2004–2006. W ramach PROW-u w tym czasie przewidziano dziewięć działań, tj.: *Renty strukturalne*, *Wspieranie gospodarstw niskotowarowych*¹¹, *Wspieranie działalności rolniczej na obszarach o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW)*, *Wspieranie przedsięwzięć rolno-środowiskowych i poprawy dobrostanu zwierząt*, *Zalesianie gruntów rolnych*, *Dostosowanie*

¹¹ Celem działania było wsparcie restrukturyzacji gospodarstw rolnych o niewielkim potencjale ekonomicznym oraz poprawa konkurencyjności polskiego sektora rolnego w warunkach integracji z Unią Europejską. Pomoc miała formę premii wypłacanej przez okres pięciu lat w wysokości 1 250 EURO/gospodarstwo/rok.

wanie gospodarstw rolnych do standardów Unii Europejskiej.¹² Grupy producentów rolnych¹³ Pomoc techniczna¹⁴ oraz Uzupelnienie płatności bezpośrednich.

W latach 2004–2006 do rolnictwa dolnośląskiego skierowano kwotę 563 mln złotych na wdrażanie powyższych działań. Kwota ta stanowiła 4% wsparcia krajowego (Kutkowska, Łabędzki 2008). Województwo dolnośląskie otrzymało najmniejszą sumę wsparcia w stosunku do udziału w zasobach krajowych gruntów rolnych (6,2%)¹⁵. W regionie dolnośląskim najwięcej środków finansowych (24%) skierowano na wspieranie rolnictwa obszarów o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW) (rys. 2). Kwota ta jest adekwatna do udziału tych terenów w zasobach gruntów rolnych na Dolnym Śląsku (Kutkowska 2006). Duże znaczenie miało także finansowanie rent strukturalnych (prawie 20%) oraz działań pozostałych, w tym dofinansowania do płatności obszarowych (34%). Działaniem nowatorskim było wdrażanie programów rolnośrodowiskowych. W latach 2004–2006 do gospodarstw podejmujących pakiety rolnośrodowiskowe skierowano 10% kwoty wojewódzkiej PROW. W nowym okresie programowania w ramach PROW 2007–2013 wypłacono w roku 2007 rolnikom dolnośląskim ponad 240 mln złotych. Działania rolnośrodowiskowe (programy rolnośrodowiskowe, zalesianie, wspieranie terenów ONW) stanowiły aż 62% ogólnej kwoty wsparcia (tab. 2).

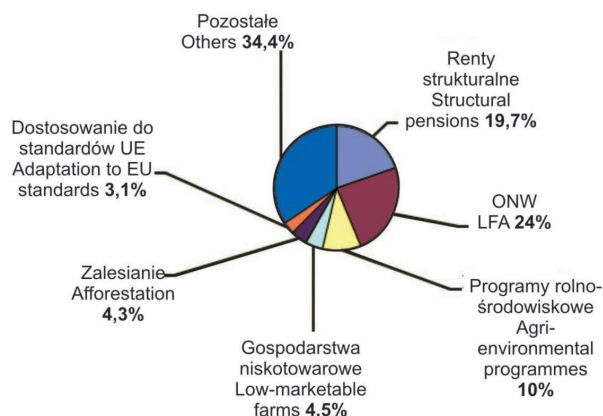
W wytypowanych do badań szczegółowych powiatach, w latach 2004–2006, najwięcej środków otrzymały powiaty o najlepszych warunkach klimatyczno-glebowych do produkcji rolnej, tj. legnicki, ząbkowicki oraz te gdzie duża część otrzymanych środków przypadła na wspieranie rolnictwa na obszarach górskich i innych obszarach o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW), czyli kamiennogórski i górowski (tab. 3). Podobna sytuacja przedstawia się w okresie programowania 2007–2013 (tab. 4).

¹² Miało na celu dostosowanie gospodarstw rolnych do standardów Unii Europejskiej w zakresie ochrony środowiska, zdrowia zwierząt i dobrostanu zwierząt. Działanie podejmowano dzięki pomocy ze środków publicznych w celu dostosowania warunków produkcji rolnej do standardów określonych przez wspólnotę. Wsparcie wynosiło do 25 tys. euro/gospodarstwo/rok.

¹³ Celem działania było koncentrowanie produkcji, jej dostaw, poprawa jakości produktów rolnych, co w konsekwencji przyczynia się do lepszego planowania i dostosowania produkcji do potrzeb rynku. Wsparcie finansowe mogło być udzielane na zakładanie i administracyjne koszty działania grupy producentów przez okres 5 lat. Wysokość pomocy uzależniona była od rocznej wartości netto sprzedanej produkcji.

¹⁴ Pomoc techniczna miała za zadanie wzmocnić procesy wdrażania PROW-u w ramach poszczególnych działań oraz zapewnić sprawną, skuteczną i zgodną z prawem i polityką wspólnotową jego realizację. Wsparcie kierowane było do instytucji wdrażających PROW 2004–2006.

¹⁵ Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 2009, Wstępna analiza realizacji Planu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2004–2006.



Źródło: Wstępna analiza..., 2009
Source: Introduced analysis..., 2009

Rys. 2. Struktura wykorzystania wsparcia dla gospodarstw rolnych PROW 2004–2006 wg działań w woj. dolnośląskim

Fig. 2. Structure of utilization of Rural Development Agricultural Areas Plan due to actions in Lower Silesia Province

Tabela 2

Table 2

Wykorzystanie środków finansowych w ramach PROW 2007–2013 w woj. dolnośląskim w latach 2007–2008

Using of financial support within Rural Development Plan 2007–2013 in Lower Silesia Province in 2007–2008 years

Lp. No.	Działanie Instrument	Kwota ogółem (zł) Total amount	Struktura płatności (%) Payment structure
1.	Renty strukturalne – Structural pensions	73 904 619,44	30,86
2.	Ułatwianie startu młodym rolnikom Financial support for young farmers	2 400 000,00	1,00
3.	Grupy producentów rolnych Agriculture producers group	3 514 160,44	1,47
4.	Programy rolnośrodowiskowe Agri-environmental programmers	64 538 804,08	26,88
5.	Wspieranie terenów ONW LFA	76 714 436,51	32,04
6.	Zalesianie – Forestry	6 557 983,60	2,74
7.	Z okresu 2004–2006 dla działania „wspieranie gospodarstw niskotowarowych” Low-marketable farms	11 997 784,17	5,01
8.	Razem – Total	239 447 788,24	100,00

Źródło: Materiały OT we Wrocławiu ARiMR, 2009
Source: ARiMR – Wrocław Division, 2009

Tabela 3
Table 3

Skala wsparcia gospodarstw rolnych po roku 2004 w ramach działań PROW w wybranych powiatach województwa dolnośląskiego
The scale of agriculture support of after 2004 within Rural Development Plan in chosen districts Lower Silesia

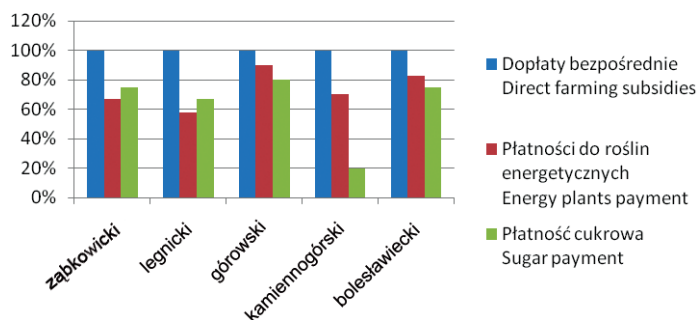
L.p. No.	Działania PROW Actions of Rural Development Plan					
	Powiaty Districts	Odsetek UR w woj. dolnośląskim Percent of agricultural land in Lower Silesia	2004–2006	% wsparcia w odniesieniu do województwa Percent of suport and its depend of voivodships	2007–2013	% wsparcia w odniesieniu do województwa Percent of suport and its depend of voivodships
1.	ząbkowicki	6,0	10 046 723,31	3,1	7 067 388,97	3,1
2.	legnicki	4,0	14 093 302,98	4,4	13 248 729,66	5,9
3.	górowski	5,0	18 502 542,01	5,8	5 569 050,75	2,5
4.	kamiennogórski	3,0	15 127 151,30	4,7	8 943 848,50	4,0
5.	bolesławiecki	4,0	8 111 905,61	2,5	5 466 989,47	2,4

Źródło: Materiały OT we Wrocławiu ARiMR, 2009
Source: ARiMR – Wrocław Division, 2009

Interesującym zagadnieniem jest proces wdrażania instrumentów WPR do gospodarstw rolniczych. Ankietyzacja 60 gospodarstw rolniczych zlokalizowanych w różnych regionach Dolnego Śląska umożliwiła próbę jego oceny¹⁶.

W analizowanych gospodarstwach produkcja roślinna dominowała w powiatach: ząbkowickim, legnickim i górowskim, gdzie występowały najlepsze warunki klimatyczno-glebowe do produkcji rolnej. W przypadku powiatu kamiennogórskiego z powodu niekorzystnych warunków klimatyczno-glebowych i dużego udziału trwałych użytków zielonych (60%) zaobserwowano dobrze rozwiniętą hodowlę bydła mlecznego. Wśród wszystkich ankietowanych rolników 50% to osoby w wieku od 41 do 60 lat. Były to osoby z długim stażem pracy. Gospodarze posiadali w głównej mierze wykształcenie średnie nierolnicze i średnie rolnicze. Wykształcenie wyższe zaobserwowano wśród ankietowanych rolników w powiatach: górowskim (20%), ząbkowickim (16%) i bolesławieckim, zwłaszcza w gospodarstwach powyżej 50 ha. Duża część rolników dokształcała się, uczestnicząc w kursach i szkoleniach.

¹⁶ Praca magisterska Tomasza Pilawki pt. Skala i formy wspierania gospodarstw rolnych po wstąpieniu do Unii Europejskiej, 2009 r. Promotor: prof. dr hab. Barbara Kutkowska, Katedra Ekonomii i Zarządzania, UP we Wrocławiu.



Źródło: badania własne
Source: Own reaserches

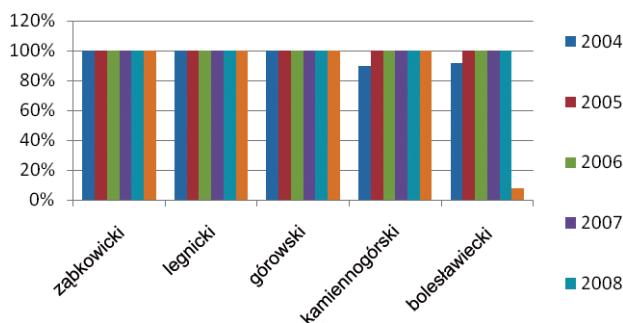
Rys. 3. Znajomość płatności obszarowych wśród ankietowanych rolników (% gospodarstw)
Fig. 3. Knowledge of area payments among questionaired farmers (% farms)

W trakcie ankietyzacji oceniono świadomość możliwości ubiegania się o instrumenty wsparcia finansowego wynikającego z WPR. We wszystkich rejonach badań najlepiej znaną formą wsparcia są dopłaty bezpośrednie będące sumą jednolitej płatności obszarowej i płatności do roślin uprawnionych (JPO, UPO), pochodzących zarówno z budżetu UE, jak i częściowo z budżetu krajowego. Znają je wszyscy ankietowani gospodarze. Różnie kształtuje się znajomość płatności do roślin energetycznych finansowanej ze środków krajowych. W powiecie górowskim znajomość tę deklaruje prawie 90% rolników, ponad 80% w powiecie bolesławieckim, zdecydowanie najmniej (poniżej 60%) w powiecie legnickim. W badanych gospodarstwach położonych w powiecie górowskim i bolesławieckim odnotowano najwyższą znajomość płatności cukrowej, co spowodowane jest zapewne większymi arealami upraw buraków cukrowych w tych rejonach (odpowiednio 80 i 75%) (rys. 3).

Od momentu przystąpienia naszego kraju do Unii Europejskiej każdy polski rolnik, który posiadał nie mniej niż 1 ha powierzchni uprawnionej, miał prawo ubiegać się o dopłaty bezpośrednie do produkcji rolnej. Z badań wynika, że w kolejnych latach 2004–2008 o dopłaty wnioskowali wszyscy ankietowani rolnicy, tylko w przypadku powiatu kamiennogórskiego i bolesławieckiego o takie dopłaty starało się w 2004 r. około 90% gospodarzy. Spowodowane to było niespełnieniem wszystkich formalnych kryteriów. W kolejnych latach spełnili oni wszystkie warunki i tym samym wszystkie badane gospodarstwa otrzymywały dopłaty bezpośrednie (rys. 4).

W badanych gospodarstwach wysokość otrzymywanych dopłat bezpośrednich była zróżnicowana. Wynikało to z wielkości gospodarstwa oraz z warunków gospodarowania. W powiecie bolesławieckim, gdzie liczba dużych gospodarstw była znaczna, zanotowano najwyższe dopłaty, powyżej 50 tys. złotych rocznie na gospodarstwo. Kwoty w tej skali otrzymało ponad 30% obserwowanych gospodarstw. W powiecie legnickim ponad 70% badanych gospodarstw uzyskiwało rocznie dofinansowanie w granicach od 10 do 50 tys. złotych, pozostali otrzymali dopłaty w granicach 1–5 tys. złotych. W powiatach kamiennogórskim i żąbkowskim najwięcej rolników otrzymało płatności w granicach od

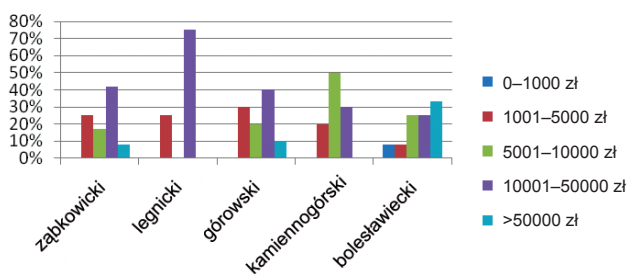
5 do 10 tys. złotych rocznie (rys. 5). Uzyskane dopłaty bezpośrednie przyczyniły się do zwiększenia dochodu rolniczego najczęściej w granicach około 5%, w gospodarstwach do 20 ha. W powiecie legnickim i bolesławieckim rolnicy stwierdzili, że dochód ten powiększony został dzięki dopłatom o 10%. Według opinii gospodarzy w gospodarstwach o areale powyżej 20 ha dopłaty bezpośrednie przyczyniły się wzrostu dochodu o 10%.



Źródło: badania własne
Source: Own reaserches

Rys. 4. Ubieganie się o dopłaty bezpośrednie w wybranych latach (% gospodarstw)

Fig. 4. Applications for direct payments in selected years (% farms)



Źródło: badania własne
Source: own reaserches

Rys. 5. Wysokość otrzymanych dopłat bezpośrednich w badanych gospodarstwach (% gospodarstw)

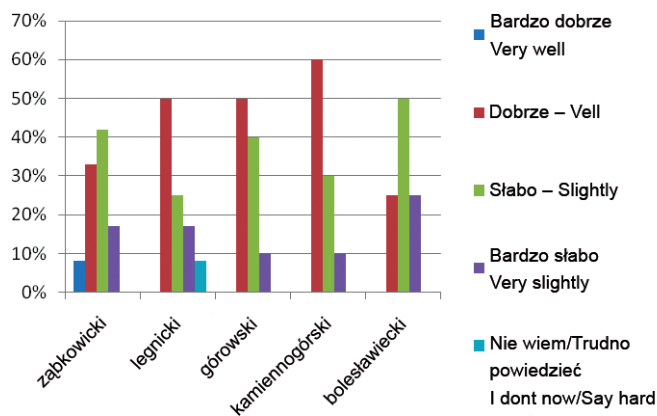
Fig. 5. Value of received direct payments in the examined farms (% farms)

Analizując wdrażanie poszczególnych działań PROW-u, stwierdzono, że powszechnym instrumentem z jakiego korzystali rolnicy, zwłaszcza z powiatu kamiennogórskiego, górowskiego i ząbkowickiego, były dopłaty do obszarów o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW) (odpowiednio: 58, 50, 100% ankietowanych gospodarzy). Tak wysoki odsetek rolników spowodowany był stosunkowo prostymi procedurami uzyskania środków finansowych, w odróżnieniu od innych działań. W przypadku powiatów: ząbkowickiego i legnickiego korzystano także z programów rolnośrodowiskowych

(50, 17% rolników). Programy rolnośrodowiskowe są działaniem znacznie trudniejszym, często wymagającym pomocy doradcy, wiedzy i umiejętności gospodarzy. W powiecie legnickim 18% ankieterów sięgnęło po środki na wspieranie gospodarstw niskotowarowych. Uzyskanie pomocy finansowej w ramach tego działania jest najtrudniejsze, ponieważ wiąże się to z aktywnym udziałem rolnika w staraniu się o pomoc jak i z przygotowaniem biznesplanu (co sprawia największe trudności).

Analizując wykorzystanie instrumentów PROW według grup obszarowych, można zauważyć, że w obiektach o areale powyżej 20 ha dominowały programy rolnośrodowiskowe oraz wspieranie terenów ONW. W powiecie bolesławieckim, górowskim i ząbkowickim w gospodarstwach powyżej 50 ha znaczny udział miały także programy zalesieniowe. Renty strukturalne dominowały w gospodarstwach mniejszych obszarowo (do 10 ha) powiatu górowskiego.

Badania Pentora „Polska wieś i rolnictwo 2007”¹⁷ pokazują, iż polscy rolnicy czują się słabo lub bardzo słabo poinformowani o instrumentach wsparcia rolnictwa i obszarów wiejskich (60%). Inaczej przedstawia się sytuacja w badanych gospodarstwach, gdzie w powiatach legnickim, kamiennogórowskim i górowskim większość rolników czuje się dobrze na ten temat poinformowana. W pozostałych rejonach odsetek gospodarzy nie znających instrumentów wsparcia jest większy niż tych, którzy orientują się w możliwości skorzystania ze wsparcia finansowego. Wśród respondentów z powiatu ząbkowickiego około 10% deklaruowało bardzo dobrą znajomość wszystkich form wsparcia, ale również aż około 60% zna te instrumenty słabo i bardzo słabo (rys. 6).

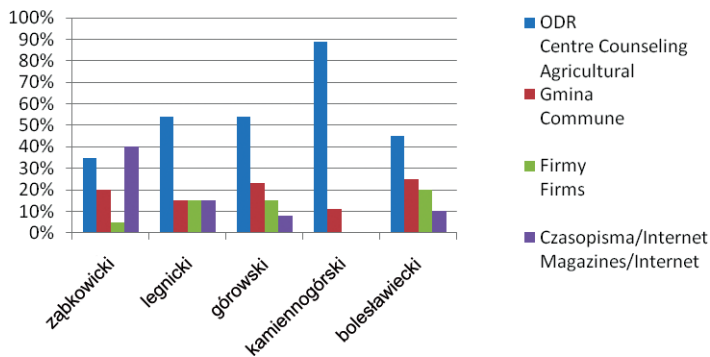


Źródło: badania własne
Source: own reaserches

Rys. 6. Znajomość instrumentów wsparcia rolnictwa i obszarów wiejskich (% gospodarstw)
Fig. 6. Knowledge of agriculture and rural areas support instruments (% farms)

¹⁷ Por. Research International Pentor, 2007. Polska wieś i rolnictwo 2007, Raport z badań, s. 156.

Jak wykazały badania, podstawowym źródłem informacji dla gospodarzy są przede wszystkim ośrodki doradztwa rolniczego (rys. 7). Szczególnie ważną rolę jako źródło wiedzy dla rolników z powiatu kamiennogórskim odgrywają właśnie ODR-y. W powiecie ząbkowickim natomiast mamy do czynienia z gospodarstwami wyspecjalizowanymi i to właśnie tam często źródłem informacji o funduszach Unii Europejskiej są czasopiśma specjalistyczne oraz Internet. Coraz większą rolę w doradztwie odgrywają prywatne firmy, których udział w dostarczaniu rolnikom informacji kształtuje się na poziomie około 10%. Ankietowani gospodarze najlepiej znają w kolejności następujące instrumenty wsparcia: płatności obszarowe, renty strukturalne, dopłaty do obszarów o niekorzystnych warunkach gospodarowania oraz programy rolnośrodowiskowe.



Źródło: badania własne
Source: own reaserches

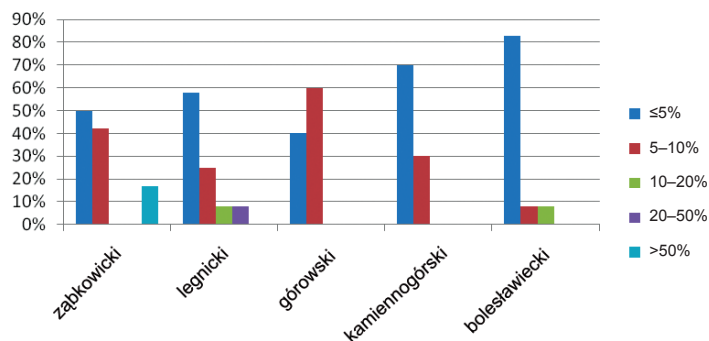
Rys. 7. Źródła pozyskiwania informacji o funduszach pomocowych Unii Europejskiej dla rolnictwa (% gospodarstw)

Fig. 7. Sources of information of European Union funds (% farms)

Większość rolników otrzymuje wsparcie zarówno z budżetu UE, jaki z budżetu krajowego np. w formie zwrotu akcyzy zawartej w cenie oleju napędowego i nie potrafią oni ocenić udziału poszczególnych instrumentów w zwiększaniu dochodów z gospodarstwa rolniczego. Z tego powodu dokonano próby oceny łącznej, czyli dopłat bezpośrednich, pozostałych instrumentów finansowanych z UE oraz pomocy krajowej oddziaływania na dochodowość ankietowanych gospodarstw. W odczuciu rolników wsparcie finansowe zarówno krajowe, jak i z Unii Europejskiej spowodowało zwiększenie dochodu do 5%. W powiecie legnickim i bolesławieckim kilka procent rolników uważało, że dochód ten wzrósł o 10%. Tylko w przypadku powiatu ząbkowickiego 15% rolników stwierdziło, że ich dochód wzrósł o ponad 50%¹⁸. Były to głównie gospodarstwa powierzchniowo

¹⁸ Badania prowadzone przez IERiGŻ w Warszawie dzięki systemowi rachunkowości FADN wskazują, że udział dopłat z UE w dochodach kształtuje się w granicach 40–50%. Wystąpienie prof. dr. hab. A. Kowalskiego w MRiRW, kwiecień 2009; „Polski sektor żywnościowy 5 lat po akcesji”.

małe i średnie. Rolnicy nie mają świadomości, iż udział dopłat w dochodach w sektorze gospodarstw rolnych w latach 2003–2008 wynosił 9,4%, 2004 – 39%, 2005 – 47%, 2006 – 52%, 2007 – 43%, 2008 – 50%, na co wskazują badania Floriańczyka zaprezentowane przez Goraja (rys. 8).



Źródło: badania własne
Source: own reaserches

Rys. 8. Procentowe zwiększenie dochodu rolniczego z tytułu wsparcia finansowego krajowego i z Unii Europejskiej (% gospodarstw)

Fig. 8. Percentage increase of agricultural income from title of national financial support and from European Union (% farms)

Gospodarstwa małe, do 10 ha, przeznaczały większość środków wsparcia na zakup środków do produkcji oraz na potrzeby domu. Natomiast gospodarstwa powyżej 20 ha znaczną część wsparcia finansowego wykorzystywały na cele inwestycyjne, rozwojowe. Rolnicy drogą inwestycji unowocześniali park maszynowy oraz przeprowadzili remont i budowę budynków gospodarskich. Według nich te tendencje utrzymają się także w najbliższych latach.

W opinii rolników sytuacja ekonomiczna w rolnictwie ulega stopniowej poprawie. Tak w większości twierdzą respondenci z powiatów: żabkowskiego i legnickiego, gdzie występują bardzo dobre warunki klimatyczno-glebowe do produkcji rolniczej. Największy odsetek osób twierdzących, że sytuacja w rolnictwie pogorszyła się, wystąpił w powiatach bolesławieckim i kamiennogórskim o najtrudniejszych warunkach gospodarowania. W opinii większości rolników Wspólna Polityka Rolna ma ogromny wpływ na sytuację ekonomiczną w ich gospodarstwach.

Podczas starania się o pomoc z funduszy unijnych rolnicy napotykali na szereg trudności spośród których najczęściej wymienianą w ankietach była biurokracja, co związane było z koniecznością wypełniania skomplikowanej dokumentacji. Innymi istotnymi trudnościami była zbyt mała wiedza i niespełnienie wszystkich formalnych warunków koniecznych do otrzymania pomocy finansowej.

WNIOSKI

1. Po roku 2004 rolnictwo dolnośląskie uzyskało wsparcie finansowe w ramach WPR z budżetu UE. Największe znacznie, ze względu na skalę finansowania, miały dopłaty bezpośrednie (JPO, UPO – inne rośliny) oraz płatności z tytułu realizacji działań PROW i SPO „Restrukturyzacja i modernizacja sektora żywnościowego i rozwój obszarów wiejskich”. Na Dolny Śląsk trafiło 4% kwoty krajowej, czyli relatywnie mniej niż w innych województwach w stosunku do udziału powierzchni użytków rolnych. Znikome znaczenie odgrywały UPO do chmielu oraz płatność zwierzęca i do roślin energetycznych.

2. W analizowanych powiatach dolnośląskich największe kwoty wypłacono rolnikom w ramach płatności obszarowych oraz z tytułu wspierania rolnictwa na terenach o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW), a także rent strukturalnych i programów rolnośrodowiskowych.

3. W opinii rolników gospodarujących na terenach powiatów: legnickiego, kamiennogórskiego i górskiego są oni dobrze poinformowani o instrumentach wsparcia rolnictwa i obszarów wiejskich. Inaczej sytuacja przedstawia się wśród rolników z powiatu bolesławieckiego i ząbkowickiego, którzy stwierdzają, że zasady wsparcia w ramach WPR znają słabo.

4. Podstawowym źródłem informacji o pomocy unijnej dla gospodarzy są ośrodki doradztwa rolniczego, a także Internet.

5. Zdaniem ankietowanych rolników finansowe wsparcie gospodarstw z budżetu UE i z budżetu krajowego zwiększa ich dochody w granicach 5–10%, czyli w znacznie mniejszym stopniu, niż wskazują na to krajowe analizy ekonomiczne.

6. W opinii rolników sytuacja ekonomiczna w rolnictwie ulega stopniowej poprawie, a Wspólna Polityka Rolna ma ogromny wpływ na sytuację ekonomiczną w ich gospodarstwach.

PIŚMIENNICTWO

Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, 2007. Dane OT we Wrocławiu.

Czyżewski A., Sebastian S., 2008. Finansowanie wsparcia obszarów wiejskich: Zag. Ekon. Rol., 2, 9–11.

Kopeć B., 1983. Metodyka badań ekonomicznych w gospodarstwach rolnych.

Krzyżowska M., 2008). Oddziaływanie dopłat bezpośrednich na wyniki ekonomiczne gospodarstw rolniczych na Dolnym Śląsku. Promotor: prof. dr hab. Barbara Kutkowska, Katedra Ekonomii i Zarządzania, UP we Wrocławiu.

Kutkowska B., Łabędzki H., 2008. Finansowe wsparcie rolnictwa i obszarów wiejskich regionu dolnośląskiego z Europejskiego Funduszu Orientacji i Gwarancji Rolnej. Roczniki Naukowe SERiA IX, z. 1, 226–232.

Kutkowska B., 2004. Perspektywy Rozwoju Obszarów Wiejskich w Polsce na przykładzie Dolnego Śląska. Wieś i Rol., 2(123), 119–133.

Kutkowska B., 2006. Ocena skuteczności wspierania gospodarstw położonych na terenie ONW na Dolnym Śląsku. Wieś i Rol., 4, 50–102.

- Kutkowska B., Parylak D., Patkowska-Sokoła B., Kordas L., 2007. Diagnoza stanu i kierunki rozwoju rolnictwa na Dolnym Śląsku. Dolnośląskie Centrum Studiów Regionalnych. Politechnika Wrocławska Praca naukowa, Wrocław, 55–60.
- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi; Plan Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007–2013 (PROW2004–2006).
- Pilawka T., 2009. Skala i formy wspierania gospodarstw rolnych po wstąpieniu do Unii Europejskiej. Promotor: prof. dr hab. Barbara Kutkowska, Katedra Ekonomii i Zarządzania, UP we Wrocławiu.
- Por. Research International Pentor, 2007. Polska wieś i rolnictwo 2007, Raport z badań, 156.
- Rowiński J., 2004. Wspólna Polityka Rolna, [w:] Unia Europejska, tom I: 148–151.
- SAPER/FAPA, 2006. Wsparcie rolnictwa i obszarów wiejskich środkami krajowymi w krajach Unii Europejskiej, 4–5, 25–28.
- Strategia Rozwoju Obszarów Wiejskich Województwa Dolnośląskiego w 2001. Studia nad rozwojem Dolnego Śląska 25(12) Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego, Wrocław, 3–60.
- Urząd Statystyczny we Wrocławiu, 2008. Wyniki badania struktury gospodarstw rolnych w województwie dolnośląskim w 2007 r., 3, 6–10.
- Wstępna analiza realizacji Planu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2004–2006. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Warszawa 2009.

IMPLEMENTATION OF COMMON AGRICULTURE POLICY IN FARMS AFTER 2004 LOCATED ON TERRAINS OF LOWER SILESIAN PROVINCE

S u m m a r y

In the study the scale and forms of financial support of Lower Silesian agriculture after 2004 were introduced. On the basis of 60 agricultural farms located on 5 Poviats the researches confirmed that direct payments, farming on Less Favoured Areas and agri-environmental programmes were usually used. The level of acquaintance of supporting programmes for agriculture among farm producers and increasing of agricultural income from the title of the financial national support and from European Union was estimated. The analysis of barriers in the process of implementation of these instruments were also executed.

KEY WORDS: rural farm, direct farming subsidies, instruments Rural Development Plan, Lower Silesia

Recenzent – Rewiever: prof. dr hab. Wiesław Musiał, Uniwersytet Przyrodniczy w Krakowie

Tomasz Barbeka

**WYBRANE ASPEKTY FUNKCJONOWANIA
GOSPODARSTW ROLNYCH NA DOLNYM ŚLĄSKU¹**
**SELECTED ASPECTS OF AGRICULTURAL FARMS
FUNCTIONING ON LOWER SILESIA**

Katedra Ekonomii i Zarządzania, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Economics and Management, Wrocław University of Environmental and
Life Science

Funkcjonowanie gospodarstw indywidualnych w ramach Wspólnej Polityki Rolnej nakłada na nie konieczność ciągłych dostosowań do zmieniających się wymogów. Kryterium celu prowadzonej działalności nie może stanowić jedynie określonej kategorii dochodowej, ale również musi uwzględniać kryteria środowiskowe, niejednokrotnie stanowiące o bezpieczeństwie produkcji żywności. Wobec zwiększającej się konkurencji na jednolitym rynku UE w sektorze rolniczym mamy do czynienia z naturalnym procesem spadku dochodów rolniczych. Ponadto, niejednakowy poziom wsparcia gospodarstw w ramach dopłat bezpośrednich oraz zróżnicowane limity finansowe na 1 beneficjenta w poszczególnych krajach Unii Europejskiej będą powodowały osłabienie pozycji ekonomicznej polskich gospodarstw.

SŁOWA KLUCZOWE: gospodarstwo indywidualne, dopłaty bezpośrednie, dochodowość

WSTĘP

Szansą rolnictwa polskiego, w tym dolnośląskiego – zdaniem wielu autorów – na jednolitym rynku europejskim ma pozostać jego niskonakładowy charakter przyczyniający się w sposób naturalny do wypełniania zasad rozwoju zrównoważonego. Rolnictwo

¹ Opracowanie powstało w ramach projektu badawczego MNISW pt. Ocena realizacji celu produkcyjno-ekonomicznego rolnictwa dolnośląskiego w warunkach zrównoważonego rozwoju, nr N N114 207834 realizowanego przez IRWiR PAN w Warszawie.

Do cytowania – For citation: Barbeka T., 2010. Wybrane aspekty funkcjonowania gospodarstw rolnych na Dolnym Śląsku. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCVII, 578, 205–214.

zrównoważone to systematyczny rozwój gospodarstwa i zwiększanie poziomu produkcji, umożliwiające wzrost dobrobytu, unowocześnienie wyposażenia technicznego, zwiększanie wydajności i bezpieczeństwa pracy oraz bezpieczeństwa socjalnego². Realizacja celu produkcyjnego winna odbywać się z poszanowaniem dla zasobów naturalnych (produkcyjnych) a nie jedynie z uwzględnieniem jak największej możliwej w ramach ekonomicznej optymalizacji masy towarowej. Gospodarstwo rolnicze realizujące koncepcję rolnictwa zrównoważonego powinno przestrzegać zasad Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej.³ Paradoksalnie, aktualny stan rolnictwa w Polsce oraz zapowiadane zmiany we WPR po roku 2013 mogą okazać się korzystniejsze dla ekstensywnego systemu gospodarowania pod warunkiem zachowania w miarę ujednoliconego poziomu wsparcia na szczeblu budżetu krajowego. Na podstawie danych publikowanych przez ARiMR O/T we Wrocławiu w regionie badań złożono 60 000 wniosków o dopłaty obszarowe⁴. Podana wartość jest niższa aniżeli publikowana przez GUS liczba gospodarstw uprawnionych do tej pomocy finansowej.

METODYKA BADAŃ

W opracowaniu przedstawiono częściowe wyniki badań ankietowych uzyskanych w gospodarstwach indywidualnych na Dolnym Śląsku. Badaniu poddano 52 gospodarstwa prowadzące typową produkcję rolniczą. Gospodarstwa wybrano w 5 regionach funkcjonalnych zgodnie z dokumentem opracowanym przez Urząd Marszałkowski województwa dolnośląskiego⁵. Dobór losowy uwzględnił również kryterium dostępności. Pominięto gospodarstwa ekologiczne oraz te, w których zidentyfikowano działy specjalnej produkcji rolniczej. W opracowaniu materiałów posłużono się metodą opisową i porównawczą. Do prezentacji wyników wykorzystano technikę tabelaryczną⁶.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Gospodarstwa przedziału obszarowego od 1 do 50 ha reprezentowało 30 jednostek, natomiast powyżej 50 ha 22 jednostki. Zgodnie z danymi zawartymi w tabeli 1 gospodarstwa z grupy obszarowej 1–10 ha stanowiły ponad 19% ogólnej ich liczby, zajmując

² Fotyma M., 2000. Problematyka rolnictwa zrównoważonego. *Biul. Inform. IUNG*, Puławy, nr 14, 3–8.

³ Ziętara W., 2000. Tradycyjne i współczesne podejście do równowagi w gospodarstwach i przedsiębiorstwach rolniczych. *Pam. Puł.*, z. 120 (II), 553–563.

⁴ Raport roczny ARiMR: Liczba gospodarstw, które złożyły wnioski o płatności obszarowe w roku 2009.

⁵ Strategia Rozwoju Obszarów Wiejskich Dolnego Śląska, Wrocław 2001.

⁶ Kopeć B., 1983. *Metodyka badań ekonomicznych w gospodarstwach rolnych*. Skrypt AR Wrocław, 166–199.

jedynie niespełna 2,5% powierzchni ogólnej badanych obiektów. W przedziale obszarowym powyżej 100 ha znalazło się ponad 21% jednostek zajmujących jednocześnie blisko 50% całkowitej powierzchni będącej przedmiotem analizy.

Tabela 1
Table 1

Struktura badanych gospodarstw według grup obszarowych
Structure of farms under investigation due to area groups of UAA

Lp. No.	Grupa obszarowa w ha UR Area group in ha of UAA	Gospodarstwa Farms	
		Liczba – Number	Razem powierzchnia Total area
1.		(%)	(%)
2.	1,00–9,99	19,23	2,37
3.	10,00–29,99	19,23	6,86
4.	30,00–49,99	19,23	13,56
5.	50,00–99,99	21,15	27,63
6.	powyżej 100	21,15	49,58
7.	Razem Total	100,00	100,00

Źródło: badania własne – Source: own researches

Badane gospodarstwa zlokalizowano w ujęciu regionalnym zgodnie ze Strategią Rozwoju Obszarów Wiejskich Dolnego Śląska, ich liczebność, wskaźnik bonitacji gruntów przedstawiono w tabeli 2. Najliczniejszą grupę reprezentowały jednostki w III Regionie funkcjonalnym (12 szt.). W pozostałych regionach liczebnościowy rozkład próby był jednakowy (po 10 szt.). Średni wskaźnik bonitacji gruntów rolnych wyniósł 0,99 pkt.

Tabela 2
Table 2

Wybrane charakterystyki badanych gospodarstw wg regionów*
Selected characteristics of farms under investigation due to regions

Lp. No.	Wyszczególnienie Specification	Liczba Number	Gospodarstwa – Farms		
			Średnia powierzchnia Average area	Średnia powierzchnia przeliczeniowa Average count area	Wskaźnik bonitacji Bonitation ratio
			(ha)	(ha)	(pkt)
1.	Region I	10	57,44	66,70	1,16
2.	Region II	10	67,64	66,9	0,99
3.	Region III	12	56,40	40,1	0,71
4.	Region IV	10	53,23	57,2	1,07
5.	Region V	10	49,46	50,01	1,01
6.	Razem – Total	52	56,82	56,18	0,99

Źródło: badania własne – Source: own researches

*Regiony wyodrębniono w Strategii Rozwoju Obszarów Wiejskich Dolnego Śląska.

W badanej zbiorowości gospodarstw w strukturze użytków rolnych dominują grunty orne, których udział wahał się od ponad 78% w grupie obszarowej 30,00–49,99 ha do niemal 95% w gospodarstwach największych (powyżej 100 ha). Największą powierzchnię łąk i pastwisk zanotowano w jednostkach o powierzchni 30,00–49,99 ha oraz 1,00–9,99 ha natomiast najmniejszą – w jednostkach największych obszarowo (tab. 3).

Tabela 3
Table 3

Struktura użytków rolnych w grupach obszarowych badanych gospodarstw
Structure of utilised agricultural land in area groups of farms under investigation

Lp. No.	Wyszczególnienie Specification	Grupy obszarowe gospodarstw Area groups of farms				
		1,00–9,99	10,00–29,99	30,00–49,99	50,00–99,99	powyżej 100
1.	Razem GO Total AL	77,4	84,7	78,3	82,9	94,7
2.	Łąki Meadows	20,3	7,8	21,4	10,6	2,9
3.	Pastwiska Pastures	0,8	7,5	0,0	6,5	2,1
4.	Sady, inne Orchards, others	1,5	0,0	0,3	0,0	0,3
5.	Razem UR Total UAA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Źródło: badania własne
Source: own researches

W strukturze zasiewów gruntów ornych zdecydowanie dominującą pozycję zajmowały zboża w szczególności w jednostkach o powierzchni 1–10 ha oraz 30–49,99 ha (tab. 4). W badanej próbie gospodarstw w miarę wzrostu powierzchni obiektów malał udział zasiewów zbóż. Rośliny okopowe pod względem udziału były zbliżone w grupach obszarowych 1–10 ha, 30–49,99 ha oraz powyżej 100 ha. Mniej istotne i zbliżone znaczenie odegrały w przedziałach 10–29,99 ha oraz 50–99,99 ha.

Dochody uzyskiwane w gospodarstwach są jednymi z najbardziej podstawowych mierników efektywności ekonomicznej. Struktura dochodów uzyskiwanych w badanych jednostkach była uzależniona od ich powierzchni.

Z danych zawartych w tabeli 5 wynika, że wraz z przechodzeniem do wyższych grup obszarowych rośnie udział dochodu uzyskiwanego z działalności rolniczej. Wyjątek stanowią gospodarstwa największe (powyżej 100 ha), gdzie wartość ta maleje. Regułę tę potwierdzają również badania autora⁷ przeprowadzone na próbie 644 gospodarstw na Dolnym Śląsku. Gospodarstwa większe obszarowo zatracają charakter rodzinnych

⁷ Barbeka T., Przemiany agrarne na Dolnym Śląsku w latach 1988–2002. Praca doktorska. AR Wrocław.

pomimo ustalonej ustawowo wysokiej normy obszarowej do 300 ha dla warunków Polski. Dla porównania we Francji, gdy struktura obszarowa gospodarstw była podobna do krajowej, maksymalna norma obszarowa wynosiła 22 ha na jedną osobę władającą gospodarstwem. W badanej próbie praca zarobkowa poza rolnictwem najistotniejszą rolę odegrała w gospodarstwach najmniejszych, natomiast inne dochody w jednostkach 10,00–29,99 ha.

Głównym ekonomicznym skutkiem globalizacji produkcji będzie obniżenie dochodów z działalności rolniczej dla części rolników. Natomiast głównym skutkiem społecznym – wzrost bezrobocia⁸.

Tabela 4
Table 4

Struktura zasiewów (%) w grupach obszarowych gospodarstw
Sowing structure (%) in area groups of farms

Lp. No.	Wyszczególnienie Specification	Grupy obszarowe gospodarstw (ha) Area groups of farms				
		1,00–9,99	10,00–29,99	30,00–49,99	50,00–99,99	powyżej 100 over 100
1.	Zboża Cereals	90,0	77,9	81,9	76,3	68,8
2.	Okopowe Root plants	10,0	5,4	11,7	4,8	9,6
3.	Przemysłowe Industrial	0,0	9,9	6,4	11,0	19,1
4.	Strączkowe Pulses	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
5.	Pastwne polowe Fodder plants	0,0	6,8	0,0	2,7	2,2
6.	Kukurydza na ziarno Corn for grain	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0
7.	Razem GO Total AL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Źródło: badania własne
Source: own researches

⁸ Sobiecki R., 2007. Globalizacja a funkcje polskiego rolnictwa. SGH w Warszawie, 67.

Tabela 5
Table 5Struktura dochodów w badanych gospodarstwach w grupach obszarowych
Income structure of farms under investigation in area groups

Lp. No.	Grupa obszarowa Area group	Dochód z działalności rolniczej Income from agricultural activity	Praca zarobkowa poza rolnictwem Work outsider of agriculture	Inne dochody (poza rolnictwem) Other Incomem (non agricultural)	Razem Total
		(%)			
1.	1,00–9,99	34,00	54,00	12,00	100,00
2.	10,00–29,99	61,50	13,50	25,00	100,00
3.	30,00–49,99	83,50	13,00	3,50	100,00
4.	50,00–99,99	98,55	1,00	0,45	100,00
5.	powyżej 100 over 100	81,82	7,27	10,91	100,00
6.	Średnio Average	71,87	17,75	10,37	100,00

Źródło: badania własne
Source: own researches

Powszechną rolę jaką mają realizować dopłaty bezpośrednie w rolnictwie, stanowi rekompensata (przynajmniej części) ponoszonych przez producentów koszty prowadzonej działalności. Z wywiadu przeprowadzonego w badanej zbiorowości gospodarstw wynika, że wszystkie korzystały ze wsparcia oferowanego w ramach WPR. Deklarowane zmiany w zakresie dopłat bezpośrednich wynikały przede wszystkim z zamiaru zwiększenia udziału grup roślin podstawowych (ze względu na wyższe wsparcie sumaryczne na 1 ha) oraz planów powiększenia powierzchni gospodarstwa (tab. 6). W każdej z rozpatrywanych grup obszarowych zamiary wykorzystywania kwot są wyższe aniżeli w okresie 2004–2007 – ale wynikały również z subiektywnego przewidywania rolników co do kursu EURO/PLN. Kolejnym elementem, który został uwzględniony przy szacowaniu wielkości wsparcia, była struktura produkcji rolniczej w przyszłych latach.

W tabeli 7 przedstawiono wybrane wyniki efektywności produkcyjno-ekonomicznej badanej zbiorowości gospodarstw. Nadwyżki bezpośrednie podstawowych roślin uprawianych wykazały wyższe wartości we wszystkich przypadkach aniżeli opublikowane dla regionu Wielkopolska i Śląsk dla roku 2004 (SGM dla regionów). Istotnym jest fakt kategorii zysku netto bez dopłat bezpośrednich. W przypadku pszenicy, żyta i rzepaku subsydiowany zysk zwiększyłby się o 608 zł/ha, tzn. średni wzrost zysku o około 75%. W przypadku produkcji ziemniaka wpływ byłby zdecydowanie niższy – na poziomie około 5% z uwagi na jedynie JPO oraz dużą wartość nadwyżki bezpośredniej. Wyniki produkcyjne w zakresie plonów roślin były ponadprzeciętne, a ceny zbytu tych płodów zdecydowanie korzystniejsze aniżeli na początku roku 2010.

Tabela 6
Table 6Wsparcie finansowane w ramach WPR w badanych gospodarstwach
Financial support within CAP in farms under investigation

Lp. No.	Grupa obszarowa wg powierzchni UR Area group due to UAA surface	Dopłaty bezpośrednie JPO Direct payments: Equality area payment		Dopłaty bezpośrednie UPO Direct payments: Supplementary area payment	
		Było wykorzystane w 2004–2007 (zł)* Was used in 2004–2007	Zamiar wykorzystania w 2007–2013 (zł)* Intention of using in 2007–2013	Było wykorzystane w 2004–2007 (zł)* Was used in 2004–2007	Zamiar wykorzystania w 2007–2013 (zł)* Intention of using in 2007–2013
1.	1,00–9,99	2068,84	2308,48	1641,92	1721,80
2.	10,00–29,99	6088,80	9443,42	6170,69	8935,12
3.	30,00–49,99	10431,75	18172,00	10284,42	14197,03
4.	50,00–99,99	13885,12	19023,71	13830,76	15901,94
5.	Powyżej 100 Over 100	109193,28	45186,75	26127,08	32780,14
6.	Razem Total	28333,56	18826,87	11610,97	14707,21

Źródło: badania własne – Source: Own researches

*Wysokości wsparcia dotyczą średniego na gospodarstwo

Tabela 7
Table 7Wybrane wyniki efektywności ekonomicznej produkcji
Selected ratios of economic production efficiency

Lp. No.	Wyszczególnienie Specification Gatunek Cultivar	Kategoria – Category				
		Nadwyżka bezpśrednia (zł/ha) Gross margin	Koszty bezpśrednie zł/ha Direct costs	Zysk netto (bez dopłat bezpśrednich) (zł/ha) Net income (direct payments not included)	Plon (dt/ha) Field	Cena sprzedaży (zł/dt) Sales price
1.	Pszenica – Wheat	1716,58	1314,49	821,78	49,69	55,38
2.	Żyto – Rye	957,09	727,52	577,31	35,75	44,19
3.	Rzepak – Canola	1482,06	1767,41	806,02	30,74	117,43
4.	Ziemniaki – Potatoes	7171,29	3559,02	4260,54	238,21	64,05

Źródło: badania własne – Source: own researches

Dane zawarte w tabeli 8 wskazują na korzystanie przez gospodarstwa z kredytów długoterminowych jak i krótkoterminowych. Fakt ten świadczy również o postępujących procesach inwestycyjnych w środki trwałe, a nie jedynie w środki obrotowe do produkcji rolnej. W wielu przypadkach korzystano ze wsparcia krajowego kredytu preferencyjnego wspomagającego działanie PROW-u. Z punktu widzenia wolumenu zaciągniętego kredytu najczęściej zanotowano w przedziale 10 000–30 000 zł, następnie powyżej 100 000 zł oraz 30 000–50 000 zł.

Tabela 8
Table 8

Liczba gospodarstw w grupach obszarowych korzystających z kredytów
Number of farms using credits in area groups

Lp. No.	Wyszczególnienie Specification	Wysokość kredytu (zł) Level of credit (PLN)						
		do 3 000 up to 3 000	3 000– 5 000	5 000– 10 000	10 000– 30 000	30 000– 50 000	50 000– 10 000	Powyżej 100 000 Over 100 000
	1,00–9,99	2	0	1	0	0	0	0
1.	10,00–29,99	1	0	2	3	1	1	0
2.	30,00–49,99	0	0	1	2	1	2	0
3.	50,00–99,99	0	0	1	1	4	1	3
4.	powyżej 100	0	0	0	3	0	1	4
5.	Razem Total	3	0	5	9	6	5	7

Źródło: badania własne
Source: own researches

Kredyty obrotowe krótkoterminowe były zaciągane na zakup środków do produkcji rolnej. W skali całej populacji z kredytów krótko- i długoterminowych korzystało niemalże 70% obiektów.

WNIOSKI

W badanej próbie gospodarstw prowadzono typową produkcję rolniczą typową dla gospodarstw konwencjonalnych. Badaniu poddano 52 gospodarstwa zlokalizowane w Regionach Funkcjonalnych Dolnego Śląska. Jakość gleb była zbliżona do średniej

wojewódzkiej. Badane jednostki były obszarowo większe i liczniej reprezentowały grupy obszarowo większe aniżeli dostępne dane statystyczne. W gospodarstwach uprawiano przede wszystkim zboża, następnie rośliny przemysłowe i okopowe. W strukturze użytków rolnych dominowały grunty orne, na drugim miejscu uplasowały się trwałe użytki zielone. Poziom dochodów uzyskiwanych z działalności rolniczej był zróżnicowany i największy ich udział przypadł na jednostki z przedziału obszarowego 30,00–99,00 ha. Wszystkie gospodarstwa korzystały z dopłat bezpośrednich, natomiast ich zróżnicowane kwoty na jednostkę wynikały ze struktury prowadzonej produkcji oraz zasad naliczania wysokości tego wsparcia. Standardowe nadwyżki bezpośrednie podstawowych upraw były wyższe aniżeli średnie wartości dla regionów według nomenklatury Farm Accountancy Data Network. Powszechnie korzystano z kredytów krótkoterminowych i długoterminowych i świadczy to o postępujących procesach inwestycyjnych w badanych gospodarstwach.

PIŚMIENNICTWO

- Berbeka T., *Przemiany agrarne na Dolnym Śląsku w latach 1988–2002*. Praca doktorska. AR Wrocław.
- Fotyma M., 2000. Problematyka rolnictwa zrównoważonego. *Biul. Inform. IUNG, Puławy*, nr 14, 3–8.
- Kopeć B., 1983. *Metodyka badań ekonomicznych w gospodarstwach rolnych*. Skrypt AR Wrocław, 166–199.
- Raport roczny ARiMR: Liczba gospodarstw, które złożyły wnioski o płatności obszarowe w roku 2009.
- Sobiecki R., 2007. *Globalizacja a funkcje polskiego rolnictwa*. SGH w Warszawie.
- Strategia Rozwoju Obszarów Wiejskich Dolnego Śląska*, Wrocław 2001.
- Ziętara W., 2000. Tradycyjne i współczesne podejście do równowagi w gospodarstwach i przedsiębiorstwach rolniczych. *Pam. Puł.*, z. 120 (II), 553–563.

SELECTED ASPECTS OF AGRICULTURAL FARMS FUNCTIONING ON LOWER SILESIA

Summary

In the study chosen economic and productive results of agricultural individual farms located on Lower Silesia were introduced. Functioning of farms within the Common Agricultural Policy puts on it the necessity of permanent adaptation continuous to changing requirements. The criterion of led activity aim can't make up only definite profitable category, but also taking into account food safety and environmental criteria. The natural process of increasing competition on uniform market of UE in agricultural sector the incomes in agriculture sector dropping from year to year. The different level of financial support of farms within direct payments and lower financial limits on 1 beneficiary cause the weakness of the economic position of Polish farms. To the analysis the partial results of questionnaire investigations carried in individual farms on Lower Silesia were

introduced. 52 objects leading the typical agricultural production were chosen to researches. Organic farms and with speciality production profile were skipped to the analysis. The greatest impact on incomes in individual farms had direct payments within Common Agricultural Policy.

KEY WORDS: individual farm, direct payments, profitability

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Wiesław Musiał, Uniwersytet Przyrodniczy w Krakowie

Barbara Chrzanowska-Drożdż

**PLONOWANIE OZIMEJ PSZENICY TWARDEJ
(*TRITICUM DURUM* DESF.) W ZALEŻNOŚCI
OD POZIOMU NAWOŻENIA AZOTEM**

**THE YIELDING OF WINTER HARD WHEAT
(*TRITICUM DURUM* DESF.) AS DEPENDENT
ON LEVEL NITROGEN FERTILIZATION**

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Plant Cultivation, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

W pracy przedstawiono wyniki trzyletnich badań nad wpływem wzrastających dawek azotu na plonowanie ozimej pszenicy twardej odmiany Komnata. W latach 2005–2008 w RZD Pawłowice, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, przeprowadzono ściśle doświadczenie polowe, na glebie kompleksu pszennego dobrego, w stanowisku po rzepaku ozimym. Czynnikiem doświadczenia były poziomy nawożenia azotem : 60, 90 i 120 kg·ha⁻¹ oraz obiekt kontrolny bez azotu mineralnego. Przechimowanie odmiany Komnata było zadowalające w każdym roku badań. Średni plon ziarna z trzech lat badań odmiany Komnata wynosił 4,01 t·ha⁻¹ i był istotnie zróżnicowany w latach badań i pod wpływem nawożenia azotem. Zastosowanie 60_(BBCH29) kg N·ha⁻¹ powodowało istotny o 1,03 t·ha⁻¹ (35%) przyrost plonu ziarna, w porównaniu z kontrolą. Wyższa dawka azotu N = 90 kg ha⁻¹ z podziałem (60_{BBCH 29} + 30_{BBCH 32}) przyczyniła się do dalszego wzrostu plonu ziarna o 0,61 t·ha⁻¹ (16%). Najwyższa z zastosowanych dawek azotu 120 kg z podziałem (60_{BBCH 29} + 60_{BBCH 32}) nie była efektywna dla plonu ziarna. Dawka 120 kg N·ha⁻¹ w porównaniu z 90 kg N·ha⁻¹ nie miała wpływu na wzrost liczby kłosów produkcyjnych z jednostki powierzchni, których liczba nie rekompensowała niskiej produktywności pojedynczego kłosa, powodowanej spadkiem masy 1 000 ziaren. Produktywność netto azotu z dawek 60 i 90 kg N·ha⁻¹ była średnio wysoka. Efektywność krańcowa nawożenia w przedziale 0–60 oraz 60–90 kg N była wysoka, a powyżej 90 kg zmniejszała się do zera. Wykazano wzrost plonu słomy do dawki 90 kg N·ha⁻¹.

SŁOWA KLUCZOWE: ozima pszenica twarda, dawki azotu, struktura plonu, plon ziarna i słomy, efektywność rolnicza N

Praca finansowana ze środków na naukę w latach 2006–2009 jako projekt badawczy nr 2 P06R 032 30

Do cytowania – For citation: Chrzanowska-Drożdż B., 2010. Plonowanie ozimej pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od poziomu nawożenia azotem. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCVII, 578, 215–228.

WSTĘP

Pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* L.) ma obecnie największe znaczenie gospodarcze w świecie spośród gatunków z rodzaju *Triticum*, natomiast pszenica twarda (*Triticum durum* Desf.) ma niewielkie znaczenie i spełnia rolę uzupełniającą w ogólnej produkcji ziarna pszenicy. Z powodu unikalnych cech jakościowych ziarna pszenicy *durum*, które wyrażają się wysoką zawartością białka i glutenu, wysoką szklistością, twardością i występowaniem karotenoidów, uważana jest za najlepszy surowiec do produkcji makaronów (Obuchowski i wsp. 2007, Rachoń 2001, Rachoń, Szumiło 2002). Większość światowej produkcji pszenicy *durum* pochodzi z upraw form jarych. Odznaczają się one bardzo dobrą jakością, ale niskim poziomem plonowania. Najlepszą jakościowo semolinę uzyskuje się z ziarna pochodzącego z rejonów o klimacie kontynentalnym, suchym.

W Polsce, jak dotychczas, nie uprawia się pszenicy durum na skalę przemysłową. Potrzeby surowcowe dotyczące tego gatunku zaspokaja import, głównie z USA i Kanady (Jurga 2009).

Wyniki nielicznych badań agrotechnicznych w Polsce dotyczą też najczęściej odmian zagranicznych tego gatunku (Sulewska i wsp. 2007, Woźniak 2005, 2006), linii form jarych (Rachoń, Szumiło 2006) i linii form ozimych (Rachoń i wsp. 2009a, Szumiło, Rachoń 2008).

Polska hodowla stawia sobie jednak za cel wyhodowanie form ozimych i jarych pszenicy twardej, które z powodzeniem można byłoby uprawiać w naszych warunkach klimatycznych (Bojarczuk 2007, Rachoń i wsp. 2009b, Szwed-Urbaś i wsp. 1995). Odmiana Komnata jest pierwszą taką odmianą pszenicy twardej hodowli smolickiej (HR Smolice Grupa IHAR), którą wpisano w 2009 r. do Krajowego Rejestru.

W hipotezie roboczej założono, że zróżnicowanie poziomu nawożenia azotem ujawni reakcję nowego genotypu ozimej pszenicy twardej Komnata na ten składnik pokarmowy. Założono, że wpływ ten zostanie skwantyfikowany w najkorzystniejszych warunkach agroklimatycznych dla tej formy w Polsce.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenie polowe z pszenicą twardą odmiany Komnata przeprowadzono w latach 2005–2008 w RZD Pawłowice koło Wrocławia (51°10' N, 17°06' E). Założono je metodą losowanych bloków, w 4 powtórzeniach. Czynnikiem doświadczenia były poziom i termin nawożenia N w ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): a) bez nawożenia – kontrola, b) 60_(BBCH 29), c) 90 (60_{BBCH 29} + 30_{BBCH32}), d) 120 (60_{BBCH 29} + 60_{BBCH32}). Doświadczenie polowe zlokalizowano na glebie rzędu brunatno-ziemnych, typu płowego, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej III b, w stanowisku po rzepaku ozimym. Zawartość fosforu w glebie w latach 2005 i 2006 była wysoka (66 i 69 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), w 2007 r. średnia (49 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). We wszystkich latach badań zasobność w potas była średnia (124 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), natomiast w magnez średnia (58 i 60 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w 2005 i 2007 r. oraz wysoka 72 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w roku 2006. Odczyn gleb był w trzech latach

badan lekko kwaśny pH_{KCL} (5,7). Uprawę roli przeprowadzono w sposób typowy, przewidziany dla zbóż ozimych: podorywka pielęgnowana, orka przedsewna, doprawianie przedsewna agregatem uprawowym. Azot stosowano w formie 34% saletry amonowej. Nawozy fosforowo-potasowe w dawce $18 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ i $58 \text{ K}\cdot\text{ha}^{-1}$ zastosowano przedsewnie. Ziarno do siewu pochodziło z HR Smolice Grupa IHAR. Pszenicę twardą wysiewano 26.09.2005, 23.09.2006 i 26.09.2007 r., w gęstości $500 \text{ ziaren}\cdot\text{m}^{-2}$ i rozstawie rzędów $12,5 \text{ cm}$, na głębokość 3 cm . Ziarno siewne zaprawiono preparatem Panocrine 350 LS ($0,17 \text{ dm}^3\cdot 100 \text{ kg}$ ziarna) w 2005 i 2006 r. oraz Maxim 025 FS ($0,20 \text{ dm}^3\cdot 100 \text{ kg}$ ziarna) w 2007 roku. Przeciwno chwastom stosowano jesienią w roku 2005 i 2006 Cougar 600 SC ($1,2 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$) oraz w 2007 r. Maraton SC 375 ($0,8 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$). Wiosną w 2007 i 2008 r. zastosowano Aminopielik D 450 ($3 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$). Przed kłoszeniem przeciw chorobom powodowanym przez grzyby zastosowano mieszaninę fungicydów: Alert 375 SC ($0,8 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$) + Talius 200 EC ($0,15 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$). Preparaty stosowano zgodnie z zaleceniami IOR – PIB dla pszenicy zwyczajnej. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła $16,5 \text{ m}^2$. Obsadę roślin policzono 14 dni po wschodach na powierzchni 1 m^2 oraz wczesną wiosną i na tej podstawie obliczono % roślin po przezimowaniu. Przed zbiorem określono liczbę kłosów produkcyjnych na powierzchni 1 m^2 . Na 20 kłosach wykonano pomiary biometryczne. Plon ziarna podano przy stałej wilgotności 13% oraz słomy przy zawartości 15% wody. Zbiór pszenicy przeprowadzono kombajnem poletkowym: 24.07.2006, 9.07.2007 i 22.07.2008 r. Warunki termiczne w okresie prowadzenia badań przedstawiono w postaci odchyłań temperatury od średniej wieloletniej, a opady jako procent średniej sumy opadów z lat 1975–2005.

Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie przy zastosowaniu analizy wariancji, istotność różnic oceniono testem T-Studenta na poziomie $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Układ warunków pogodowych w latach badań był bardzo zróżnicowany (tab. 1). W pierwszym roku badań stwierdzono wyższą temperaturę z wyjątkiem listopada, stycznia, lutego i marca niż w wieloleciu (odchylenie $+0,8^\circ \text{C}$ – okres ciepły). W drugim roku wegetacji we wszystkich miesiącach temperatura przekraczała średnią wieloletnią i odchylenie temperatury było najwyższe ($+2,6^\circ \text{C}$ – okres bardzo ciepły). W trzecim sezonie wegetacji poza wrześniem, październikiem i listopadem średnia temperatura powietrza przekraczała średnią wieloletnią (odchylenie $+1,0^\circ \text{C}$ – okres ciepły). Jednocześnie suma opadów w I roku wegetacji stanowiła 89% wieloletniej średniej sumy z lat 1975–2005. Okres ten odznaczał się bardzo suchą jesienią, mokrą zimą i bardzo suchą wiosną (poza kwietniem) oraz znacznymi niedoborami opadów w lipcu. Sezon 2006–2007 w przeciwieństwie do poprzedniego charakteryzował się bardzo mokrą jesienią i zimą, bardzo suchą wiosną i obfitymi opadami w czerwcu i lipcu. Suma opadów przekraczała o 25% średnią wieloletnią. III sezon wegetacji 2007–2008 odznaczał się bardzo mokrą jesienią i zimą, wyjątkowo dużo opadów notowano w kwietniu; maj i czerwiec były suche, a I i II dekada lipca bardzo mokre. Suma opadów okresu wegetacji była wyższa o 12% od średniej dla tego okresu z wielolecia.

Tabela 1

Table 1

Warunki meteorologiczne w okresach wegetacyjnych 2005/2006–2006/2007–2007/2008
Weather conditions over the 2005–2008 vegetation periods

Miesiąc Month	Średnia temperatura z lat 1975–2005 Mean temperature for 1975–2005	Odchylenie temperatury od średniej z lat 1975–2005 Deviation of temperature from the 1975–2005			Średnia suma opadów z lat 1975–2005 Mean total rainfall for 1975–2005	Procent wieloletniej średniej sumy opadów Percentage of many-year mean total rainfall		
		2005/ 2006	2006/ 2007	2007/ 2008		2005/ 2006	2006/ 2007	2007/ 2008
IX	13,3	+1,9	+2,8	-0,4	45,3	45	39	102
X	9,2	+0,7	+1,8	-0,9	32,3	17	179	67
XI	3,7	-0,5	+2,9	-0,9	36,6	72	187	147
XII	0,2	+0,6	+4,1	+0,8	37,4	256	94	56
I	-1,0	-4,8	+3,9	+3,9	31,9	74	163	178
II	0,1	-1,8	+2,6	+3,8	26,7	147	221	76
III	3,7	-3,2	+2,9	+0,9	31,7	69	154	104
IV	8,3	+1,5	+2,6	+0,6	30,5	167	9	285
V	14,1	+0,2	+2,1	+0,2	51,3	31	98	73
VI	16,9	+1,5	+2,3	+1,9	59,3	95	116	61
VII	18,7	+4,7	+0,5	+1,1	78,9	15	117	83
Średnia/ Suma Mean/ Sum	7,9	+0,8	+2,6	+1,0	462,1	89	125	112

Niekorzystne – skrajnie suche i skrajnie wilgotne warunki przedstawiono w tabeli 2. Warunki termiczno-wilgotnościowe zaprezentowano za pomocą współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa (Molga 1986) według wzoru: $k = P/0,1 \sum t$, gdzie P – suma miesięczna opadów atmosferycznych w mm; $\sum t$ – miesięczna suma temperatur powietrza $> 0^{\circ} \text{C}$. Za warunki ekstremalne przyjęto takie wartości k, które mieszczą się w przedziałach niższych od 0,5, a więc skrajnie suche i bardzo suche oraz powyżej 2,5 warunki bardzo wilgotne i skrajnie wilgotne. Wartości współczynnika k w miesiącach IV–VII w badanym trzyleciu (tab. 2) pozwoliły wydzielić miesiące, w których panowały warunki ekstremalne. W 2006 r. w V i VII wystąpiły warunki skrajnie suche bądź bardzo suche, a wartość współczynnika k była niższa od 0,5. W 2007 r. w kwietniu wykazano warunki skrajnie suche. W 2008 r. w kwietniu stwierdzono warunki skrajnie wilgotne.

W trzech latach badań nie odnotowano wylegania roślin odmiany Komnata.

Pszenica twarda ma duże wymagania termiczne i świetlne, a stosunkowo małe wilgotnościowe, jest bardzo odporna na suszę, jej współczynnik transpiracji wynosi średnio 300 dm^3 na wyprodukowanie 1 kg s.m i jest znacznie mniejszy od pszenicy zwyczajnej.

Szczególnie niekorzystne dla jakości semoliny są długotrwałe opady w fazach wykształcania, dojrzewania i zbioru, natomiast dla wysokości plonu ziarna potrzebuje najwięcej wody w fazie strzelania w źdźbło, kłoszenia i kwitnienia, o czym donoszą Gąsiorowski i Obuchowski (1978), Rachoń (2001) oraz Szwed-Urbaś i wsp. (1995).

Tabela 2

Table 2

Współczynnik Sielianinowa k*
Sielianinov coefficient k

Lata Years	Miesiąc – Month			
	IV	V	VI	VII
2006	1,72	0,35	1,02	0,16
2007	0,08	1,00	1,20	1,55
2008	3,27	0,84	0,64	1,06

* Objaśnienie – Explanation

0–0,5 – okres suszy – drought period

0,51–1,0 – okres półsuszy – semi-drought period

1,01–2,0 – okres względnie wilgotny – relatively moist period

> 2,01 – okres o dużym uwilgotnieniu – high-moist period)

W badaniach własnych plon ziarna ozimej pszenicy twardej mieścił się w przedziałach od 3,23 t·ha⁻¹ w 2007 r. – bardzo wilgotnym (suma opadów IV–VII wynosiła 214 mm); 4,28 t·ha⁻¹ w wilgotnym 2008 r. (suma opadów 226 mm) i najwyższy 4,53 t·ha⁻¹ w suchym 2006 r. (suma opadów IV–VII wynosiła 135 mm). Duży zapas wody po zimie, mokry i ciepły kwiecień oraz niedobór opadów w maju, czerwcu i lipcu sprzyjały uzyskaniu takiego poziomu plonu, co świadczy o znacznej odporności tego genotypu na suszę. Dla pszenicy zwyczajnej suma opadów (240 mm) w okresie wegetacji wiosenno-letniej uznawana jest za optimum. Rachoń i Szumiło (2006) stwierdzili, że formy jare pszenicy twardej plonowały na poziomie od 57,3 do 80,1% plonu pszenicy zwyczajnej w latach o najmniejszej ilości opadów w okresie wegetacji, natomiast w latach wilgotnych osiągnęły jedynie 60% plonu pszenicy zwyczajnej. Odmienne wyniki uzyskała Sulewska i wsp. (2007). Autorzy tych badań wykazali niższy plon odmian pszenicy twardej w suchym roku. Również Woźniak (2005) uzyskał niższy plon ziarna w roku ciepłym przy niedoborach opadów w kwietniu i czerwcu.

Jednym z czynników, od których zależy wykorzystanie potencjału plonotwórczego pszenicy twardej, jest zaopatrzenie w podstawowe składniki pokarmowe, szczególnie w azot. Z badań Rachonia (1999) wynika, że ze wzrostem dawek azotu zwiększa się plon ziarna, jednakże tylko do pewnego granicznego poziomu. Nadmiar tego składnika może powodować spadek plonu z powodu wylegania roślin. Wyniki badań wskazują na wyraźną zależność plonowania pszenicy twardej od czynnika odmianowego (Rachoń, Szumiło 2002), gęstości siewu (Chrzanowska-Drożdż i wsp. 2009, Sulewska i wsp. 2007), przedplonu (Woźniak 2005), udziału pszenicy w zmianowaniu (Woźniak, Staniszewski 2007),

ochrony chemicznej roślin (Rachoń i Szumiło 2009a) oraz terminu siewu (Szumiło, Rachoń 2008).

W badaniach własnych liczba roślin po wschodach w 2005 i 2006 r. była najwyższa i stanowiła 94 i 91% planowanej gęstości siewu, na co miał wpływ znaczący zapas wilgoci w glebie po wysokich opadach w sierpniu 2005 r. i wrześniu 2006 r. Najniższą liczbę roślin po wschodach (406 szt. · m⁻²), w stosunku do zaplanowanej gęstości siewu – 500 ziaren · m⁻², stwierdzono w 2007 r. (tab. 3), kiedy to występowały nadmierne i nierównomiernie rozłożone opady po siewie, czego efektem były słabe i opóźnione wschody roślin.

Tabela 3

Table 3

Liczba roślin po wschodach, przezimowanie oraz krzewienie produkcyjne
The number of plants after emergence, overwintering and productive tillering

Wyszczególnienie Specification	Rok Year	Dawka azotu (kg·ha ⁻¹) Nitrogen dose				Średnia Mean
		0	60	90	120	
Liczba roślin po wschodach Number of plants after emergence	2005–2006	466	470	468	470	468
	2006–2007	452	453	448	460	453
	2007–2008	402	402	400	420	406
Średnia – Mean		440	441	438	450	442
% wschodów – emergence		88	89	88	90	89
Liczba roślin po przezimowaniu Number of plants after overwintering	2005–2006	443	455	450	467	454
	2006–2007	437	436	439	456	442
	2007–2008	397	386	399	404	396
Średnia – Mean		426	425	429	442	431
% przezimowania overwintering		96	96	97	98	96
Krzewienie produkcyjne Productive tillering	2005–2006	0,80	0,96	1,04	1,00	0,95
	2006–2007	1,01	1,14	1,18	1,13	1,11
	2007–2008	0,91	1,14	1,11	1,13	1,07
Średnia – Mean		0,91	1,08	1,11	1,09	
NIR _(0,05) – LSD _(0,05) : lata – years – 0,07; nawożenie – fertilization – 0,08; lata x nawożenie – years x fertilization – r.n.						

ns – różnica nieistotna – non significant difference

Podczas łagodnych zim przezimowanie roślin odmiany Komnata było zadowalające (tab. 3). Ze względu na bardzo dobre przezimowanie roślin ich liczba po zimie układała się podobnie jak liczba roślin po wschodach. Odmiana Komnata w trzech sezonach wegetacyjnych krzewiła się bardzo słabo, jedna roślina wykształcała średnio 1 źdźbło z kłosem. Współczynnik krzewienia produkcyjnego wzrastał istotnie w obiektach, w których dawka wczesnowiosenna (BBCH-29) wynosiła 60 kg N w stosunku do kontroli, natomiast wyższe dawki azotu jedynie stabilizowały wartość tej cechy. W bardzo ciepłych i mokrych okresach wegetacyjnych pszenicy w 2007 i 2008 r. stwierdzono silniejsze krzewienie produkcyjne niż w okresie ciepłym i suchym w 2006 r. W badaniach nad liniami pszenicy twardej wyhodowanymi w AR w Lublinie (Rachon 1999) i z odmianami zagranicznymi (Sulewska i in. 2007) stwierdzono również bardzo słabe krzewienie produkcyjne pszenicy *durum*.

Pszenica twarda wykształcała w 2006 r. najdłuższe źdźbła, ale krótkie kłosa o przeciętnej liczbie kłosek w kłosie. Nawożenie dawką $N \cdot ha^{-1}$ (60_{BBCH29}) wpływało istotnie na wzrost długości źdźbła i kłosa oraz liczbę kłosek w kłosie. Kolejno wyższe dawki azotu ($90 (60_{BBCH29} + 30_{BBCH32})$) i $120 (60_{BBCH29} + 60_{BBCH32})$ nie różnicowały wartości cech morfologicznych kłosa pszenicy (tab. 3).

Wartości elementów struktury plonu zależały od przebiegu pogody w latach badań i poziomu nawożenia azotem (tab. 4). Średnio z trzech lat liczba kłosek produkcyjnych odmiany Komnata wynosiła $453 \text{ szt.} \cdot m^{-2}$. Najmniej kłosek pszenica wykształcała na obiektach kontrolnych bez azotu ($388 \text{ szt.} \cdot m^{-2}$). Na dawce $60 \text{ kg } N \cdot ha^{-1}$ wykazano istotny (o 20%) wzrost wartości tej cechy. Wyższe dawki – (90 i $120 \text{ kg } N \cdot ha^{-1}$) – nie wpływały istotnie na wzrost liczby kłosek produkcyjnych. Najwięcej kłosek stwierdzono w 2007 r., w którym panowały korzystne warunki podczas krzewienia roślin.

Liczba ziaren w kłosie wzrastała istotnie do dawki $60 \text{ kg } N \cdot ha^{-1}$, po czym przy kolejno wyższych dawkach 90 i $120 \text{ kg } N \cdot ha^{-1}$ nie wykazano ich zróżnicowania. Dorodność ziarna wyrażona masą 1000 ziaren ulegała zwiększeniu o $1,6 \text{ g}$ pod wpływem 60 i $90 \text{ kg } N \cdot ha^{-1}$. Przy najwyższej z zastosowanych dawek $120 \text{ kg } N \cdot ha^{-1}$ ulegała o $0,6 \text{ g}$ obniżce. W 2007 r. (tab. 4) pszenica twarda wykształcała najwięcej kłosek, które charakteryzowały się najniższą liczbą ziaren w kłosie ($19,8$) i najniższą masą 1000 ziaren ($58,8 \text{ g}$). Powyższe zależności znalazły potwierdzenie w masie ziarna z 1 kłosa, która była w 2007 r. najniższa i wynosiła $1,14 \text{ g}$. Wartość jej ulegała zwiększeniu do wczesnowiosennej (BBCH-29) dawki $60 \text{ kg } N \cdot ha^{-1}$. Odmiana Komnata charakteryzowała się bardzo wysoką masą 1000 ziaren (średnio $63,6 \text{ g}$), która zależała głównie od przebiegu pogody i w mniejszym stopniu od nawożenia azotem (tab. 4). Najwyższą masą 1000 ziaren odznaczała się pszenica w I i III roku ($66,0$ i $66,1 \text{ g}$) oraz istotnie niższą w II roku ($55,8 \text{ g}$), w którym okres wiosenno-letni charakteryzował się wysoką temperaturą i niskimi opadami. W wyniku suszy skracała się długość trwania poszczególnych faz rozwojowych, co w efekcie powodowało słabe wypełnienie bielma skrobnią. Dawka azotu $60 \text{ kg } N \cdot ha^{-1}$ powodowała istotny wzrost wartości masy 1000 ziaren w stosunku do kontroli, wyższa dawka $90 \text{ kg } N \cdot ha^{-1}$ stabilizowała wartość liczbową tej cechy, a przy $120 \text{ kg } N$ uległa nieistotnej obniżce. W badaniach Sulewskiej i wsp. (2007) nawożenie azotem pszenicy *durum* w dawkach 50 , 100 – $150 \text{ kg } N \cdot ha^{-1}$ wpływało korzystnie na liczbę kłosek produkcyjnych, liczbę ziaren w kłosie i masę 1000 ziaren.

Tabela 4

Table 4

Cechy morfologiczne roślin oraz cechy struktury plonu pszenicy twardej w zależności od nawożenia azotem
Morphological characters of plants and yield structure components in durum wheat depending on the nitrogen fertilization

Wyszczególnienie Specification	Rok Year			Dawka azotu (kg·ha ⁻¹) Nitrogen dose				Średnia Mean
	2006	2007	2008	0	60	90	120	
Długość źdźbła (cm) Stem length	77,5	73,0	64,7	66,9	72,2	73,7	73,6	71,7
NIR _(0,05) – LSD _(0,05) : lata – years 2,16; nawożenie – fertilization – 2,49								
Długość kłosa (cm) Spike length	5,62	5,27	6,13	5,09	5,82	5,90	5,89	5,67
NIR _(0,05) – LSD _(0,05) : lata – years – 0,18; nawożenie – fertilization – 0,20								
Liczba kłosków w kłosie Number of spikelets per spike	15,3	12,2	16,6	13,7	14,9	15,1	15,2	14,7
NIR _(0,05) – LSD _(0,05) : lata – years – 0,53; nawożenie – fertilization – 0,61								
Liczba kłosów (szt.·m ²) Number of ears per (m ²)	434	496	428	388	462	478	482	453
NIR _(0,05) – LSD _(0,05) : lata – years 19,9; nawożenie – fertilization – 22,9								
Liczba ziaren kłosie Number of grains per spike	21,3	19,8	22,4	17,9	22,1	22,3	22,4	21,2
NIR _(0,05) – LSD _(0,05) : lata – years – 1,19; nawożenie – fertilization – 1,37 lata x nawożenie – years x fertilization – 2,38								
Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight	66,0	58,8	66,1	62,6	64,2	64,2	63,6	63,6
NIR _(0,05) – LSD _(0,05) : lata – years – 0,68; nawożenie – fertilization – 0,78 lata x nawożenie – years x fertilization – 1,36								
Masa ziarna z kłosa (g) Grain weight per spike	1,44	1,14	1,42	1,10	1,39	1,42	1,41	1,33
NIR _(0,05) – LSD _(0,05) : lata – years – 0,04; nawożenie – fertilization – 0,04 lata x nawożenie – years x fertilization – 0,08								

Plon ziarna pszenicy twardej z obiektów kontrolnych – bez nawożenia azotem mineralnym należy ocenić jako dość niski ($2,94 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), co mogło wynikać z niskiej zasobności gleby w N mineralny. Plon ziarna odmiany Komnata był istotnie zróżnicowany w latach badań (tab. 5). Średnio za 3 lata przyrost plonu ziarna pod wpływem $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ wyniósł $1,03 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (35%). Dalsze zwiększanie dawki o 30 kg aplikowanej w stadium strzelania w źdźbło (BBCH32) powodowało przyrost plonu o $0,61 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (16%). Poziom $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ nie miał już wpływu na wysokość plonu. W 2006 r. plon ziarna był najwyższy – $4,53 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, w 2008 r. istotnie niższy o 6% i najniższy w 2007 r. ($3,21 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Dla plonu ziarna wykazano interakcję lat z nawożeniem, która polegała na tym, że w pierwszym roku znaczący statystycznie przyrost stwierdzono do wczesnowiosennej dawki $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. W roku drugim plon ziarna wzrastał do dawki $90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ a przy wyższej jej wysokości ulegał obniżeniu. W 2008 r. wykazano ciągły wzrost plonu do $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, ale istotny statystycznie przyrost odnotowano tylko do dawki $90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Tabela 5
Table 5

Plon ziarna i słomy pszenicy twardej ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)
Durum wheat grain and straw yields

Wyszczególnienie Specification	Rok badań Year of investigation	Dawka azotu ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) Nitrogen dose				Średnie Mean
		0	60	90	120	
Plon ziarna Grain yield	2005–2006	3,82	4,66	4,85	4,81	4,53
	2006–2007	2,02	3,13	3,92	3,78	3,23
	2007–2008	2,99	4,12	4,98	5,05	4,28
Średnie – Mean		2,94	3,97	4,58	4,54	4,01
NIR _(0,05) – LSD _(0,05) lata – years – 0,17; nawożenie – fertilization – 0,20 lata x nawożenie – years x fertilization – 0,35						
Plon słomy Straw yield	2005–2006	2,24	4,36	5,26	5,15	4,25
	2006–2007	5,95	6,97	7,03	7,20	6,79
	2007–2008	3,68	5,31	5,95	6,00	5,24
Średnie – Mean		3,96	5,55	6,08	6,11	5,42
NIR _(0,05) – LSD _(0,05) lata – years – 0,43; nawożenie – fertilization – 0,49 lata x nawożenie – years x fertilization – r.n.						

rs – różnica nieistotna – non significant difference

Sulewska i wsp. (2007) stwierdzili istotny wzrost plonu do dawki $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ w korzystnym roku dla plonowania odmian zagranicznych pszenicy twardej, a w roku suchym nawet do poziomu $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ była jeszcze efektywna. Rachoń (1999) wykazał, że nawożenie w dawkach od 60 do $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ nie miało istotnego wpływu na poziom plonowania jarych linii pszenicy twardej. W badaniach Rachonia i Szumiło (2002) notowano spadek plonu przy wzroście dawki z 90 do 180 , natomiast Woźniak (2006) stwierdził spadek plonu przy wzroście dawki z 90 do $140 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. W innych badaniach, których

przedmiotem były linie ozime pszenicy *durum* (wyhodowane w Stacji Hodowli Roślin w Strzelcach), uzyskano zadowalający plon ziarna ($5,82 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) przy stosowaniu $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, z podziałem dawki 70 po ruszeniu wegetacji + 30 w fazie strzelania w źdźbło. Warto podkreślić, że wcześniejsze wyniki badań agrotechnicznych (Rachoń, Szumiło 2009a) oraz rejestracyjnych (Lista Opisowa... 2009) wyceniają plon odmiany Komnata na poziomie 65–66% wydajności wzorca pszenicy zwyczajnej.

W niniejszych badaniach, w mniej korzystnym dla plonu ziarna 2007 r. stwierdzono najwyższy plon słomy $6,79 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 5), który wynikał między innymi z nieco silniejszego krzewienia ogólnego roślin, dłuższych źdźbeł i lepszego zwarcia łanu. Plon słomy wzrastał do najwyższej z zastosowanej dawki $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, ale różnice w wartości tej cechy pomiędzy 90 i $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ nie były istotne statystycznie.

Efektywność rolnicza netto 1 kg azotu wynosiła średnio 16 kg ziarna (tab. 6), przy czym w 2006 r. w największym przedziale 0 – 120 zmniejszała się regularnie o 30% w stosunku do zakresów 0 – 60 i 0 – 90 ; zdecydował o tym między innymi wysoki plon ziarna z obiektów bez N. Najwyższą produktywność netto 1 kg azotu stwierdzono z dawek 60 i 90 kg tego składnika (17 i 18 kg ziarna).

Tabela 6
Table 6

Rolnicza efektywność netto (kg ziarna na 1 kg N) w różnych przedziałach dawek
The nitrogen efficiency (kg grain on 1 kg nitrogen) in various ranges of doses

Rok badań Year of investigation	Przedziały dawek azotu ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) Ranges of nitrogen doses			Średnie Mean
	0–60	0–90	0–120	
Efektywność netto azotu – net efficiency of nitrogen				
2006	14	11	8	11
2007	18	21	14	17
2008	18	22	17	19
Średnie – Mean	17	18	13	16
Efektywność krańcowa azotu – marginal effectiveness of nitrogen				
	>60	>60–90	>90–120	
1	14	6	-1,3	6
2	18	26	-4,6	12
3	18	28	2,3	16
Średnie – Mean	17	20	-3,6	11,3

Efektywność krańcowa azotu w przedziale 0 – 60 kg N wynosiła 17 kg ziarna, w przedziale 60 – 90 była nawet wyższa o 3 kg . Po przekroczeniu poziomu 90 kg N nawożenie tym składnikiem było nieefektywne,

Budzyński i wsp. (2004) stwierdzili, że krańcowa efektywność rolnicza odmian pszenicy zwyczajnej, w przedziale dawek 90 – 120 – 150 była na tym samym poziomie. Przekroczenie poziomu $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ było nieefektywne. Lopez-Belido i wsp. (2006)

wykazali wzrost efektywności azotu przy stosowaniu dzielonych dawek w porównaniu z dawką jednorazową. W badaniach Fotymy (1999) średnia efektywność 1 kg azotu na dawce 125 kg wynosiła 16 kg ziarna. W innych badaniach Budzyński i wsp. (2008) stwierdzili spadek efektywność od 31 do 18 kg w miarę zwiększania (30–90) wysokości dawki N, natomiast efektywność krańcowa w przedziale 120–180 kg wynosiła jeszcze 7,5 kg ziarna na każdy 1 kg N.

Dawki nawozów N i ich podział należy dostosować do potrzeb pokarmowych pszenicy w taki sposób, aby zapewnić produkt o wysokich walorach konsumpcyjnych i technologicznych. Trzeba podkreślić, że zagadnienie to w odniesieniu do wpływu N na wysokość i jakość plonu pszenicy twardej jest bardzo mało poznane. Dlatego odmiana Komnata otwiera nowe pole badawcze w tym kontekście – w różnych warunkach środowiskowych.

WNIOSKI

1. W warunkach łagodnych zim (2005–2008) pszenica twarda odmiany Komnata zimowała bardzo dobrze (96% roślin). Najwyższy plon ziarna ozimej pszenicy twardej stwierdzono w suchym sezonie wegetacyjnym, w którym wystąpiły niedobory opadów w maju oraz w lipcu.

2. Podstawowe elementy struktury plonu ziarna pszenicy twardej były zróżnicowane przez przebieg pogody w latach badań i poziom zastosowanego nawożenia azotem. Wszystkie elementy struktury plonu, tj. liczba kłosów, liczba ziaren w kłosie i masa 1 000 ziaren wzrastały istotnie do dawki 60 kg N ha⁻¹.

3. Zwiększenie dawki N do 120 kg było nieuzasadnione, ponieważ nie wpływało na przyrost plonu ziarna. Produktywność netto azotu z dawek 60 i 90 kg była średniowysoka. Efektywność krańcowa nawożenia w przedziale 0–60 oraz 60–90 kg N była wysoka, a powyżej 90 kg N zmniejszała się do zera.

3. W rejonie Wrocławia racjonalna dawka azotu dla odmiany Komnata wynosiła 90 kg, którą aplikowano w podziale na: 60 kg wczesną wiosną + 30 w początku fazy strzelania w źdźbło.

PIŚMIENNICTWO

- Bojarczuk J., 2007. www.ihar.edu.pl/a_moze_pszenica_twarda.php.
- Budzyński W., Gleń A., Bielski S., 2004. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 133: 33–44.
- Budzyński W., Bielski S., 2008. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 1, 25–36.
- Chrzanowska-Drożdż B., Kotecki A., Bojarczuk J., 2009. Effect of selected agrotechnical factors on winter durum wheat yielding. *Electron. J. Pol. Agric. Univ.*, 12 (3).
- Fotyma E., 1999. Pobranie i wykorzystanie azotu przez pszenicę ozimą i jara. *Pam. Puł.*, 118, 143–152.

- Gąsiorowski H., Obuchowski W., 1978. Pszenica makaronowa durum. *Post. Nauk Rol.*, 1: 35–52.
- Jurga R., 2009. Produkcja, podaż i popyt na ziarno pszenicy oraz jej jakość ze zbiorów 2008 roku w USA. *Prz. Zboż. Młyn.*, 1, 9–10.
- Lista Opisowa Odmian. Rośliny Rolnicze. COBORU, Słupia Wielka, 2009.
- Lopez-Bellido L., Lopez-Bellido R.J., Lopez-Bellido F.J., 2006. Fertilizer nitrogen efficiency in durum wheat under rainfed Mediterranean conditions: Effect of split application. *Agron. J.*, 98, 99–21.
- Molga M., 1986. Podstawy klimatologii rolniczej. PWRiL, Warszawa, 544–547.
- Obuchowski W., Makowska A., Łuczak M., Sulewska H., 2007. Agrotechniczne i logistyczne aspekty uprawy pszenicy durum w Polsce. *Prz. Zboż. Młyn.*, 10, 33–35.
- Rachoń L., 1999. Plonowanie i jakość pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.*, 118, 349–355.
- Rachoń L., 2001. Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Rozpr. Nauk. AR Lublin*, 248.
- Rachoń L., Szumiło G., 2002. Plonowanie i jakość niektórych polskich i zagranicznych odmian i linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Pam. Puł.*, 130, 619–624.
- Rachoń L., Szumiło G., 2006. Plonowanie a opłacalność uprawy pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Pam. Puł.*, 142, 403–409.
- Rachoń L., Szumiło G., 2009a. Plonowanie ozimych linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w warunkach zróżnicowanego poziomu ochrony roślin. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 8 (3), 15–22.
- Rachoń L., Szumiło G., Nita Z., 2009 b. Plonowanie ozimych rodów *Triticum durum* i *Triticum aestivum* ssp. *spelta* w warunkach Lublina. *Annales UMCS, Sec. E* 64, 103–112.
- Sulewska H., Koziara W., Bojarczuk J., 2007. Kształtowanie plonu i jakości ziarna wybranych genotypów (*Triticum durum* Desf.) w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu. *Biul. IHAR* 245, 17–18.
- Szumiło G., Rachoń L., 2008. Reakcja wybranych gatunków pszenicy ozimej na termin siewu. *Annales UMCS, Sec. E* 63, 103–112.
- Szwed-Urbaś K., Segit, Z., Grundas S., 1995. Wstępna ocena jakości ziarna pszenicy twardej w warunkach Lubelszczyzny. *Biul. IHAR* 194, 149–154.
- Woźniak A., 2005. Wpływ przedplonów na plon ziarna i jakość technologiczną ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Annales UMCS, Sec. E* 60, 103–112.
- Woźniak A., 2006. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) i twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od poziomu agrotechniki. *Acta Agroph.* 8(3), 755–763.
- Woźniak A., Staniszewski M., 2007. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od jej udziału w zmianowaniu. *Acta Agroph.* 9(3), 809–816.

THE YIELDING OF WINTER HARD WHEAT (*TRITICUM DURUM* DESF.) AS DEPENDENT ON LEVEL NITROGEN FERTILIZATION

Summary

The work presents the results of three – year investigation involving the effect of increasingly higher nitrogen doses on the yielding of winter hard wheat of Komnata cultivar. In the years 2005–2008 in Research – Development Plant Station Pawłowice, owned by Wrocław University of Environmental and Life Sciences, there was conducted strict field experiment established on the soil of good wheat complex, at the stand after winter rape. The factors in this experiment were the levels of nitrogen fertilization: 60, 90 I 120 kg·ha⁻¹ and control object without mineral nitrogen. Winter survival of Komnata cultivar was satisfactory in each year of the investigation. Average grain yield of this cultivar from the whole examination period amounted 4,01 t·ha⁻¹ and was significantly diversified as a result of nitrogen fertilization.. Application of 60_(BBCH 29) kg N·ha⁻¹ did bring about considerable increase in grain field by 1,03 t·ha⁻¹ (35%) in comparison to the control treatment. Higher dose of nitrogen N = 90, divided according to the pattern (60_{BBCH 29} + 30_{BBCH 32}) kg·ha⁻¹, provided for further increase in yield size 0,61 t·ha⁻¹ (16%). The highest dose introduced to the experiment equaled 120 kg, divided as follows: (60_{BBCH 29} + 60_{BBCH 32}), proved to be not effective regarding grain yield size. The dose of 120 kg N ha⁻¹, as compared to 90 kg N·ha⁻¹, effected on the increase in production spikes per an area unit (non significant difference), yet their number did not compensate low productivity of a single spike per area unit resulting from the decrease in 1000 seed weight. The net productivity of nitrogen dose of 60 i 90 was medium – high, and over 90 kg has decreased to zero. There was recorded the increase in straw yield up to the dose of 90 kg N·⁻¹

KEY WORDS: winter hard wheat, nitrogen dose, yield stricture, grain and straw yield, agronomical efficiency

Recenzent – Rewiever: prof. dr hab. Wojciech Budzyński, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Piotr Prus, Bogdan M. Wawrzyniak

**KIERUNKI PRZEMIAN W PRYZYNAWANIU
ROLNICZYCH RENT STRUKTURALNYCH W POLSCE**
**CHANGES IN GRANTING STRUCTURAL PAYMENTS
IN POLISH AGRICULTURE**

Katedra Doradztwa w Agrobiznesie, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
Faculty of Agriculture and Biotechnology, University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz

Przedmiotem badań było działanie systemu rent strukturalnych w rolnictwie polskim. W wyniku przeprowadzonej analizy wyodrębniono trzy fazy ich funkcjonowania, które różnią się między sobą okresem trwania, liczbą beneficjentów oraz warunkami otrzymywania rent przez rolników. W pierwszym okresie przypadającym na lata 1991–2003 podejmowano próby wprowadzenia najpierw wcześniejszych emerytur, a potem (od 2001 r.) rent strukturalnych.

Druga faza przypadająca na lata 2004–2006. Stanowiła ona najbardziej efektywny pod względem aplikacji środków unijnych okres, który wpłynął pozytywnie na przemiany agrarne. Trzeci wyodrębniony okres przypadający na lata 2007–2013 jest tożsamy z realizacją nowego Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich. Zawarte w programie pogorszenie warunków uzyskiwania rent strukturalnych nie zniechęciło rolników do występowania z wnioskami o uzyskanie tego wsparcia.

SŁOWA KLUCZOWE: rolnictwo, emerytury rolnicze, renty strukturalne

WSTĘP

Procesy zmian w rolnictwie odbywają się pod wpływem wielu czynników, w tym zwłaszcza czynnika ludzkiego i ziemi. W polskich warunkach mniejszą rolę odgrywa kapitał. W dłuższym okresie czasu zaobserwowano, że rolnicy mają tendencję zarówno do koncentracji, jak i rozdrobnienia gruntów, co nie zawsze było zjawiskiem pożądanym. Ekonomisci doszli do wniosku, że z punktu widzenia procesów produkcyjnych, organi-

Do cytowania – For citation: Prus P., Wawrzyniak B.M., 2010. Kierunki przemian w przyznawaniu rolniczych rent strukturalnych w Polsce. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCVII, 578, 229–244.

zacji produkcji i jej kosztów występuje określona struktura agrarna, która opiera się na poprawnych relacjach między zasobami pracy, kapitału i ziemi.

Zmiany struktury agrarnej nie zależą jedynie od woli rolników, lecz kształtowane są poprzez odpowiednią politykę państwa, której celem jest zapobieganie niekontrolowanemu przepływowi ziemi i dostaniu się jej w niepożądane ręce, między innymi osób bez kwalifikacji rolniczych (ustawa o kształtowaniu ustroju rolnego). Jednym ze sposobów trwałego wiązania rolników z gospodarstwem rolnym był system ubezpieczenia społecznego rolników, a ponadto, aby zachęcić ich do wcześniejszego przekazywania młodemu pokoleniu swoich gospodarstw, system wcześniejszych emerytur.

CEL I METODY BADAŃ

Podstawowym celem badań była analiza wdrażania systemu wcześniejszych emerytur, zwanych obecnie rentami strukturalnymi. Powyższa analiza pozwoliła na wyraźne wyodrębnienie trzech okresów (faz) ich występowania. Pierwszy z nich przypadał na lata 1991–2003, kiedy weszły w życie przepisy ustawy o ubezpieczeniu społecznym rolników z 1990 r. Na mocy tej ustawy wprowadzono system wcześniejszych emerytur, znowelizowany ustawą o rentach strukturalnych z 2001 r.

Druga faza przypadała na lata 2004–2006 i była realizowana w ramach Planu Rozwoju Obszarów Wiejskich. Z uwagi na wprowadzone korzystne instrumenty wsparcia cieszyła się dużym zainteresowaniem rolników. Z racji dużego znaczenia strukturalnego i pokoleniowego – renty znalazły się na pierwszym miejscu PROW 2004–2006 i były finansowane przy znacznym wsparciu ze środków Unii Europejskiej (80%).

Trzeci okres przypada na lata 2007–2013 i charakteryzuje się znacznie gorszymi parametrami ich przyznawania w związku z obniżeniem wysokości świadczeń i trudnymi warunkami ich uzyskania.

W badaniach zastosowano metody statystyczne, analityczne, porównawcze i opisowe. Badania zmierzały do analizy zjawisk występujących w sferze rent strukturalnych, które stanowiły istotny czynnik przemian agrarnych. Badania pozwoliły na poznanie procesów zmian w funkcjonowaniu rent strukturalnych, które realizowano na przestrzeni dłuższego okresu czasu.

1. Instytucja wcześniejszych emerytur rolniczych (1991–2003)

Instytucję wcześniejszych emerytur wprowadzono na mocy ustawy z 1990 r. o ubezpieczeniu społecznym rolników. Takie świadczenie mógł otrzymać rolnik na 5 lat przed terminem osiągnięcia ustawowego wieku emerytalnego wynoszącego 60 lat dla kobiet i 65 lat dla mężczyzn. Dodatkowym warunkiem było legitymowanie się 30-letnim okresem podlegania ubezpieczeniu i zaprzestanie działalności rolniczej. Warunki postawione osobom ubiegającym się o takie emerytury miały charakter restrykcyjny, ponieważ wykazanie się tak długim stażem jako płatnika składek było niezmiernie trudne. Ponadto egzekwowano z całą bezwzględnością zrzeczenie się prowadzenia gospodarstwa i to na zasadzie notarialnej oraz wykreślenie z rejestru płatnika podatku rolnego, co było dla rolnika decyzją trudną.

Wcześniejszą emeryturę oceniano jako instytucję mającą charakter socjalny, ponieważ pozwalała żyć nadal w gospodarstwie (działka do 1 ha), ale nie można było pełnić w nim funkcji decyzyjnej czy kierowniczej. Taka konstrukcja prawna wcześniejszych emerytur nie była atrakcyjna dla rolnika ze względu na niższe początkowe świadczenia, wyższe niż normalne wymagania dotyczące stażu ubezpieczeniowego, brak możliwości skorzystania ze zniżkowych opłat za akt notarialny itp. (Ostrowski 2000).

Powyższe uwarunkowania spowodowały, że wcześniejsze emerytury nie cieszyły się dużą popularnością, tak jak można było się tego spodziewać. Z jednej strony mogły przyczynić się do rotacji pokoleń, z drugiej jednak nie wpływały w istotny sposób na poprawę struktury agrarnej, ponieważ gospodarstwo w całości przechodziło na następcę. Natomiast w sensie napływu środków finansowych z emerytur zjawisko to wpływało pozytywnie na ogólną dochodowość gospodarstw z uwagi na niską w owym czasie opłacalność produkcji rolniczej i niepewność istniejącej w rolnictwie sytuacji.

Pod względem liczby świadczeń wcześniejsze emerytury zajmują niską pozycję w stosunku do ogólnej liczby przyznawanych emerytur i rent. Z informacji KRUS wynika, że średniorocznie z wcześniejszych emerytur korzystało około 16 tys. rolników, co stanowiło zaledwie 0,8% ogólnej liczby gospodarstw rolnych. Suma tych świadczeń w latach 1993–1998 wynosiła 75,5 tys., zaś ich udział w ogólnej liczbie emerytur i rent wynosił 3,8% (tab. 1).

Z uwagi na fakt, że ustawa o ubezpieczeniu społecznym nie sprostawała stawianym przed nią wymaganiom, 26 kwietnia 2001 r. przyjęto ustawę o rentach strukturalnych. Jej głównym celem były poprawa struktury obszarowej gospodarstw rolnych i ich rentowności oraz dostosowanie polskiego rolnictwa do standardów obowiązujących w Unii Europejskiej. Ponadto ustawa miała również na celu nakłonienie rolników w wieku zbliżonym do emerytalnego, aby swoje gospodarstwa rolne przekazywali rolnikom młodszym, którzy zechcą rozwijać działalność rolniczą w powiększonych gospodarstwach rolnych (Wawrzyniak, Wojtasik 2005). Ponadto wspieranie wcześniejszego przechodzenia na emeryturę w rolnictwie miało przyczynić się do realizacji następujących celów:

- zapewnienie dochodu starszym rolnikom, którzy decydują się na zaprzestanie gospodarowania;
- wydzielenie fragmentów do produkcji nierolniczej z terenów rolnych oraz z terenów, gdzie produkcja nie jest rentowna.

Warunki stawiane rolnikom przekazującym gospodarstwa rolne były następujące:

- ukończenie 55 lat i nieosiągnięcie 60 lat w przypadku kobiet, zaś dla mężczyzn ukończenie 60 lat i nieosiągnięcie 65 lat;
- podleganie ubezpieczeniu emerytalno-rentowemu określonymu w przepisach o ubezpieczeniu społecznym rolników przez okres wymagany do uzyskania emerytury rolniczej tzw. wcześniejszej, tj. przez 120 kwartałów;
- prowadzenie działalności rolniczej stanowiącej jedyne lub główne źródło utrzymania w okresie ostatnich 10 lat bezpośrednio poprzedzających zgłoszenie wniosku i podleganie w tym czasie ubezpieczeniu przez co najmniej 5 lat, z czego co najmniej 2 lata tego ubezpieczenia powinny przypadać na okres bezpośrednio przed złożeniem wniosku;
- zaprzestanie w sposób trwały działalności rolniczej;

- posiadanie tytułu własności co najmniej przez okres ostatnich 5 lat przed złożeniem wniosku na grunty wchodzące w skład gospodarstwa rolnego, które ma być przekazane;
- przekazanie gospodarstwa rolnego o łącznej powierzchni wynoszącej co najmniej 3 ha.

Tabela 1
Table 1Wcześniejsze emerytury w Polsce
Early retirement in Poland

Wyszczególnienie Description	Średnio w latach 1993–1998 On average in the years 1993–1998	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Emerytury i renty rolnicze ogółem (tys.) Agricultural retirement and pensions in total (thou.)	2017,5	2 039,0	2051,5	2 047,0	2019,0	1 992,0	1 956,0
Wcześniejsze emerytury i renty ogółem (tys.) Early retirement and pensions in total (thou.)	75,5	55,5	68,8	78,3	82,0	83,8	84,3
Udział procentowy wcześniejszych emerytur w ogólnej liczbie emerytur i rent The percentage of early retirement in total number of pensions	3,8	2,7	3,4	3,8	4,1	4,2	4,3
Wydatki na emerytury i renty ogółem (mln zł) Spending on retirement and pensions in total	x	–	1 297,1	4 647,3	5 544,6	6 547,6	7 265,8
Wydatki na wcześniejsze emerytury (mln zł) Spending on early retirement	x	–	63,0	253,5	323,0	401,4	463,8
Udział procentowy wcześniejszych emerytur w wydatkach na emerytury ogółem The percentage of early retirement in spending on pensions in general	X	–	4,9	5,4	5,8	6,1	6,4

Źródło: Biuletyny Statystyczne KRUS – Source: Statistical Bulletins ASIF

Warunek przekazania gospodarstwa rolnego uważa się za spełniony, jeśli grunty wchodzące w jego skład przekazane zostały na powiększenie (do co najmniej 15 ha) jednego lub kilku gospodarstw już istniejących. Wynika z tego, że gospodarstwo przekazywane może być podzielone, o ile w wyniku tego podziału kilka gospodarstw rolnych zostanie powiększonych do powierzchni co najmniej 15 ha. W intencji ustawodawcy taki zapis miał spełniać rolę instrumentu przemian agrarnych.

W trakcie prac nad ustawą występowało duże zainteresowanie nowymi regulacjami prawnymi rolników (ustawa o rentach strukturalnych w rolnictwie). Atrakcyjność renty strukturalnej polegała głównie na jej wymiarze finansowym – miała wynosić ona 1,5 najniższej emerytury. Spodziewano się, że w pierwszym roku obowiązywania ustawy (2002) wpłynie około 8 000 wniosków, gdy tymczasem faktycznie wpłynęło ich tylko ponad 1 200. W wyniku weryfikacji wniosków wydano 769 (63,8%) postanowień o spełnieniu warunków oraz 437 (36,2%) decyzji odmawiających (Ociepa 2002).

Najczęstszymi przyczynami wydawania decyzji odmownych były:

- posiadanie ustalonego prawa do emerytury lub renty z ubezpieczenia społecznego czy zaopatrzenia emerytalnego (zjawisko dublowania świadczeń),
- niespełnienie warunku wieku jednocześnie przez oboje małżonków,
- podleganie innemu niż rolnicze ubezpieczeniu społecznemu.

Ponadto na renty strukturalne zostały przeznaczone zbyt skromne środki z budżetu państwa. W 2002 r. wydatki na renty miały wynieść 68 mln zł, a faktycznie wydano 34 mln zł.

Renty strukturalne w wersji pierwotnej przewidziano jedynie dla rolników i ich małżonków, którzy jednocześnie spełniali wszystkie wymagane ustawą warunki. Inaczej mówiąc, niespełnienie choćby jednego warunku, np. wieku przez któregoś z małżonków, pozbawiało oboje możliwości uzyskania prawa do renty strukturalnej (Wawrzyniak, Wojtasik 2005).

Rygoryzm ustawy o rentach strukturalnych w wersji z 2001 r. spowodował zmniejszenie zainteresowania tymi świadczeniami, a w konsekwencji faktyczne odstąpienie od realizacji ustawy. Ograniczenie możliwości przekazania gruntów tylko do osób posiadających kwalifikacje rolnicze zawężyło liczbę potencjalnych nabywców gruntów. Nie pozostawało to bez wpływu na liczbę osób ubiegających się o renty strukturalne.

Założono również zbyt duże obszary gruntów, jakie należało przekazać za rentę. Przekazaniu podlegać powinno całe gospodarstwo rolne, które musiało mieć co najmniej 3 ha fizyczne. Rolnik mógł sobie pozostawić na własność nieruchomość rolną niepodlegającą opodatkowaniu podatkiem rolnym, czyli taką, której ogólna powierzchnia nie przekracza 1 ha fizycznego. Przykładowo rolnicy mający tylko 3 ha musieli przekazać całe gospodarstwa. Zapowiedź pojawienia się nowych regulacji prawnych związanych z wejściem Polski do Unii Europejskiej była prawdopodobnie przyczyną tego, że w 2003 r. rolnicy zaprzestali składania wniosków o wcześniejsze emerytury.

2. Renty strukturalne w ramach Planu Rozwoju Obszarów Wiejskich (2004-2006)

Renta strukturalna nie jest wcześniejszą emeryturą, emeryturą pomostową czy rentą inwalidzką, lecz wyodrębnionym działaniem w obrębie Planu Rozwoju Obszarów Wiejskich, realizowanym w ramach wsparcia rozwoju wsi przez Europejski Fundusz Orientacji i Gwarancji w Rolnictwie (Sekcja Gwarancji). Podobieństwa i różnice między ustawą o rentach strukturalnych z 2001 r. a rozporządzeniem Rady Ministrów o rentach strukturalnych 2004 r. przedstawia tabela 2.

Tabela 2

Table 2

Porównanie ustawy o rentach strukturalnych z 2001 r. oraz rozporządzenia Rady Ministrów o rentach strukturalnych z 2004 r.

Comparison of the act of structural pensions from 2001 and the Council of Ministers regulation on structural pensions from 2004

	Ustawa z 2001 r. Act from 2001	Rozporządzenie z 2004 r. Regulation from 2004
Urząd przyjmujący wnioski The office receiving applications	KRUS	ARiMR
Wiek rolnika – Farmer's age	60 lat	55 lat
Obszar gospodarstwa – Farm area	3 ha	1 ha
Wysokość renty The amount of pension	150%*	210–440%
Składki na KRUS Contributions to the ASIF	nie	tak
Podatek od renty – Tax on pensions	nie	tak

* wysokość renty strukturalnej ustala się jako odpowiedni procent kwoty najniższej emerytury określonej w przepisach o emeryturach i rentach z Funduszu Ubezpieczeń Społecznych (FUS) – structural pension is being calculated as an appropriate percentage of the lowest pension specified in the regulations on pensions from the Social Insurance Found (SIF)

Źródło: opracowanie własne na podstawie ustawy o rentach strukturalnych z 2001 r. oraz rozporządzenia Rady Ministrów o rentach strukturalnych 2004 r. – Source: own calculations based on the act of structural pensions from 2001 and the Council of Ministers regulation on structural pensions from 2004

Przyjęcie nazwy i programu rent strukturalnych wzorem Unii Europejskiej oznacza, że po takim programie oczekuje się określonych skutków społeczno-gospodarczych, polegających z jednej strony na wywołaniu określonych przemian agrarnych, z drugiej zaś na przyspieszeniu rotacji pokoleń. Polska charakteryzuje się niekorzystną strukturą agrarną, porównywalną jedynie ze strukturą panującą w Grecji czy Portugalii, której cechą jest nadmierne rozdrobnienie i duży udział gospodarstw małych i bardzo małych. Te gospodarstwa z kolei zatrudniają zbyt dużo pracowników, przez co wydajność pracy jest niska, a co więcej, występuje nawet zjawisko względnego bezrobocia (Wawrzyniak, Wojtasik 2004).

Ponadto w gospodarstwach rodzinnych panowała stagnacja w kwestii pełnienia funkcji kierowniczych, które sprawowały przez długie lata te same osoby będące w podeszłym wieku. Renty strukturalne miały sprzyjać przejęciu gospodarstw przez nową generację młodych rolników, którzy obok niskiego wieku byli często lepiej wykształceni, dynamiczni i otwarci na innowacje. Podstawowym celem wprowadzenia rent strukturalnych było:

- zapewnienie dochodu rolnikom, którzy zrezygnują z prowadzenia działalności rolniczej w wieku przedemerytalnym;
- obniżenie średniej wieku osób prowadzących działalność rolniczą (przyspieszenie procesu wymiany pokoleń);
- przeznaczenie gruntów rolnych na cele nierolnicze w przypadku, gdy działalność rolnicza nie może być prowadzona w zadowalających ekonomicznie warunkach.

Renty strukturalne miały zachęcać rolników do zaprzestania prowadzenia działalności rolniczej w wieku przedemerytalnym i przekazania posiadanych gospodarstw rolnych w sposób służący poprawie żywotności gospodarstw rolnych w Polsce oraz zapewnić im wystarczające źródło dochodu po zaprzestaniu tej działalności.

Renty strukturalne skierowane były do beneficjentów w wieku przedemerytalnym, podlegającym ubezpieczeniu społecznemu rolników, którzy prowadzą działalność rolniczą w gospodarstwie będącym ich własnością (lub własnością ich małżonka), którzy zdecydowali się na przekazanie posiadanego gospodarstwa innemu rolnikowi lub następcy, jeżeli w wyniku tego przekazania żywotność ekonomiczna gospodarstwa ulegnie poprawie.

Uznaje się, że żywotność ekonomiczna gospodarstwa rolnego uległa poprawie, jeżeli zaistnieje jedna z poniższych sytuacji:

- a) grunty wchodzące w skład przekazanego gospodarstwa rolnego zostały przejęte na powiększenie gospodarstwa rolnego innego rolnika (lub kilku innych rolników), którzy spełniają następujące warunki:
 - jest młodszy od przekazującego;
 - posiada odpowiednie kwalifikacje zawodowe do prowadzenia działalności rolniczej;
 - nie ma ustalonego prawa do emerytury lub renty z ubezpieczenia społecznego bądź zaopatrzenia emerytalnego;
 - zobowiąże się do prowadzenia działalności rolniczej na przejętych gruntach przez okres co najmniej 5 lat;
- b) grunty wchodzące w skład przekazanego gospodarstwa rolnego zostały przejęte w całości przez następcę, który spełnia następujące warunki:
 - nie ukończył 40. roku życia;
 - posiada odpowiednie kwalifikacje zawodowe do prowadzenia działalności rolniczej;
 - nie ma ustalonego prawa do emerytury lub renty z ubezpieczenia społecznego bądź zaopatrzenia emerytalnego;
 - zobowiąże się do prowadzenia działalności rolniczej na przejętych gruntach przez okres co najmniej 5 lat.

Następca jest to osoba fizyczna rozpoczynająca działalność rolniczą na własny rachunek po raz pierwszy z chwilą przejęcia gospodarstwa rolnego od rolnika ubiegającego się o rentę strukturalną.

Uznaje się, że warunek przekazania gospodarstwa rolnego został spełniony do uzyskania prawa do renty strukturalnej, jeżeli rolnik oraz jego małżonek przekazali wszystkie posiadane grunty (nie licząc działki, którą rolnik może pozostawić sobie na potrzeby własne) wchodzące w skład ich gospodarstwa rolnego o łącznej powierzchni nie mniejszej niż 1 ha UR.

Gospodarstwo rolne może być przekazane w sposób trwały lub w formie umowy dzierżawy zawartej na co najmniej 10 lat. Umowa dzierżawy musi być sporządzona w formie aktu notarialnego lub zarejestrowana w ewidencji gruntów i budynków.

Za przekazanie gospodarstwa rolnego w sposób trwały uznaje się odpłatne lub nieodpłatne przeniesienie własności nieruchomości wchodzących w skład tego gospodarstwa na drodze umowy sporządzonej w formie aktu notarialnego na rzecz innego rolnika. Gospodarstwo może być przekazane w sposób trwały lub w formie umowy dzierżawy, jednakże tylko w przypadku, gdy rolnikiem przejmującym jest:

- zstępny lub pasierb przekazującego,
- osoba pozostająca z przekazującym we wspólnym gospodarstwie domowym,
- małżonek osoby wymienionej w jednym z dwóch poprzednich punktów, gospodarstwo musi być przekazane w sposób trwały (Paszkowski 2006).

W przypadku przekazania gospodarstwa rolnego następcy musi być ono przekazane w całości (nie licząc działki, którą rolnik może pozostawić sobie na potrzeby własne) w sposób trwały.

Jeżeli rolnik lub jego małżonek ubiegający się o rentę strukturalną prócz własnego gospodarstwa rolnego posiada także grunty wydzierżawione, przejmujący wstępuje w prawa dzierżawcy, jeżeli właściciel gruntów wyrazi na to zgodę. W innym przypadku ubiegający się o rentę strukturalną zwraca grunty wydzierżawione właścicielowi.

Warunek przekazania gospodarstwa rolnego w celu uzyskania prawa do renty strukturalnej uważa się także za spełniony, jeżeli rolnik przekaze grunty wchodzące w skład jego gospodarstwa rolnego w sposób trwały osobie prawnej lub jednostce organizacyjnej nieposiadającej osobowości prawnej, jeżeli działalność rolnicza należy do zakresu jej działania.

Rolnik ubiegający się o rentę strukturalną, przekazując gospodarstwo rolne, zobowiązany jest również przekazać odpłatnie lub nieodpłatnie posiadany inwentarz żywy (z wyjątkiem zwierząt hodowanych na własne potrzeby) oraz przysługujące mu prawa i obowiązki związane z prowadzoną działalnością rolniczą na tych gruntach (np. dopłaty obszarowe, kwoty produkcyjne, zobowiązania rolnośrodowiskowe itp.). Pierwszeństwo w przejęciu inwentarza oraz praw związanych z przekazywanym gospodarstwem rolnym ma przejmujący gospodarstwo rolne.

W celu uzyskania prawa do renty strukturalnej grunty wchodzące w skład gospodarstwa rolnego wnioskodawcy mogą być także przekazane:

- nieodpłatnie na Skarb Państwa na mocy decyzji Prezesa Agencji Nieruchomości Rolnych,

- w sposób trwały na cele związane z ochroną środowiska przez osobę prawną lub jednostkę organizacyjną nieposiadającą osobowości prawnej, zgodnie z ustawą o ochronie przyrody,
- w sposób trwały do zalesienia przez osobę fizyczną, prawną lub jednostkę organizacyjną nieposiadającą osobowości prawnej, jeżeli jest to zgodne z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego.

Aby rolnik mógł uzyskać rentę, musiał on wypełnić wniosek o przystąpienie do programu rent strukturalnych. Wniosek wraz z załącznikami składał w Biurze Powiatowym Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa. Wymaganymi załącznikami do wniosku były:

- aktualny nakaz płatniczy w sprawie wymiaru podatku rolnego,
- aktualny wypis z ewidencji gruntów i budynków,
- inne dokumenty potwierdzające aktualny stan prawny gospodarstwa rolnego,
- wyciąg z aktu cywilnego potwierdzający datę zawarcia małżeństwa w przypadku wnioskodawców będących w związku małżeńskim,
- dokumenty dotyczące przejmującego gospodarstwo rolne, w tym w szczególności:
 - aktualny wypis z ewidencji gruntów i budynków, w przypadku gdy przejmującym jest rolnik,
 - dokument potwierdzający kwalifikacje rolnicze,
 - inne dowody i oświadczenia w zależności od okoliczności niezbędnych do wyjaśnienia.

Wnioski były rozpatrywane w kolejności ich złożenia (Paszkowski 2006).

Po pozytywnej weryfikacji wniosku o przyznanie renty strukturalnej beneficjent był zobowiązany przekazać grunty rolne przejmującemu. Następnie beneficjent składał dowody dotyczące przekazania gospodarstwa rolnego i zaprzestania towarowej działalności rolniczej wraz z wnioskiem o kontynuowanie postępowania o rentę strukturalną w Biurze Powiatowym Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa. Pierwsza płatność przysługiwała za miesiąc, w którym beneficjent przekazał gospodarstwo rolne i zaprzestał prowadzenia działalności towarowej. Dalsze płatności wykonywane były automatycznie co miesiąc przez okres do 10 lat (w wariantcie podstawowym – tylko świadczenie z tytułu renty strukturalnej) lub po wejściu w wiek emerytalny – zmniejszone o wysokość świadczenia emerytalnego. W przypadku gdy uprawniony w trakcie pobierania renty strukturalnej nabył prawo do emerytury ustawowej, renta strukturalna wypłacana była w wysokości pomniejszonej o kwotę tej emerytury. Wypłata renty strukturalnej ulegała zawieszeniu w całości, jeżeli uprawniony podjął pracę zarobkową podlegającą obowiązkowi ubezpieczenia społecznego, bez względu na wysokość osiąganego z tego tytułu dochodu, z wyjątkiem prowadzenia pozarolniczej działalności gospodarczej.

W przypadku nabycia prawa do renty z ubezpieczenia społecznego lub zaopatrzenia emerytalnego w trakcie pobierania renty strukturalnej, uprawnionemu wypłacano jedno wybrane przez niego świadczenie. Wniosek o rezygnację z renty z ubezpieczenia społecznego lub zaopatrzenia emerytalnego, zgodnie z przepisami o ubezpieczeniu społecznym, musiał być zgłoszony nie później niż w ciągu miesiąca od dnia otrzymania decyzji przyznającej rentę z ubezpieczenia społecznego lub zaopatrzenia emerytalnego.

Uprawniony do renty strukturalnej traci prawo do wypłaty dodatku na małżonka, jeżeli ten małżonek:

- nabędzie prawo do renty z ubezpieczenia społecznego lub zaopatrzenia emerytalnego
- podejmie pracę zarobkową podlegającą obowiązkowi ubezpieczenia społecznego, z wyjątkiem prowadzenia pozarolniczej działalności gospodarczej.

W razie śmierci uprawnionego do pobierania renty strukturalnej świadczenie wypłaca się jego małżonkowi, jeśli przekazane w ramach programu rent strukturalnych gospodarstwo rolne stanowiło źródło utrzymania obojga małżonków oraz jeśli małżonek spełnia wszystkie następujące warunki:

- ukończył 55 lat,
- nie ma ustalonego prawa do emerytury lub renty z ubezpieczenia społecznego lub zaopatrzenia emerytalnego,
- nie prowadzi działalności rolniczej.

Zasady dotyczące wypłat, zmniejszania lub zawieszania renty strukturalnej stosuje się odpowiednio do renty wypłacanej małżonkowi po śmierci uprawnionego. Po śmierci uprawnionego do pobierania renty strukturalnej płatność z tego tytułu wypłaca się małżonkowi, lecz nie dłużej niż do dnia, do którego świadczenie pobierałby uprawniony. Jeżeli uprawniony do renty strukturalnej pobierał dodatek na małżonka, wysokość świadczenia wypłacanego małżonkowi po śmierci uprawnionego zmniejsza się o ten dodatek.

Zasady przyznawania rent strukturalnych rząd przedstawił w styczniu 2004 r. w Planie Rozwoju Obszarów Wiejskich. Dokument ten został 20 lipca 2004 r. zaakceptowany przez unijny Komitet ds. Struktur Rolnych i Rozwoju Obszarów Wiejskich, tzw. STAR. Rozporządzenie naszego rządu, na podstawie którego renty mogły być przyznawane, weszło w życie 1 sierpnia 2004 r. Od 2 sierpnia 2004 r. rolnicy zaczęli składać wnioski.

ARiMR w ciągu 40 dni od złożenia wniosku przez rolnika weryfikował, czy wniosek jest kompletny i zasadniczy (to znaczy, czy rolnik spełniał wymagane kryteria). Te 40 dni to także czas na uzupełnienie dokumentów.

ARiMR przeprowadzał też kontrolę administracyjną. Jeżeli wypadała ona pomyślnie, spełnione były kryteria i wniosek był kompletny, agencja wydawała postanowienie o spełnieniu warunków o przyznanie renty. Była to swego rodzaju promesa – w ciągu 6 miesięcy od otrzymania postanowienia rolnik musiał przekazać gospodarstwo, zaprzestać prowadzenia działalności rolniczej i złożyć potwierdzające to dokumenty w biurze ARiMR.

3. Charakterystyka przebiegu i rozmiaru przyznawanych rent strukturalnych w latach 2004–2006

Uruchomienie działań w zakresie rent strukturalnych w ramach PROW (od 1 sierpnia 2004 r.) spotkało się z istotnym zainteresowaniem rolników, czego wyrazem było składanie dużej liczby wniosków o przyznanie tego świadczenia. Termin złożenia wniosków miał istotne znaczenie proceduralne, ponieważ renty przyznawane były do wysokości limitu środków finansowych przewidzianych na dany rok, ale nie w układzie powiatu czy województwa, lecz w skali całego kraju. Kwestie te regulowało rozporządzenie Rady

Ministrów z 2004 r. mówiące, że kolejność zarejestrowanych wniosków generuje system komputerowy (IACS).

Wprowadzenie rent strukturalnych zbiegło się w czasie ze zjawiskiem odłożonego popytu na możliwość przekazania gospodarstwa następcy. Ponadto rolnicy słusznie oczekiwali, że poprzez system rent do gospodarstw napłyną dodatkowe środki finansowe, które wzmocnią je ekonomicznie. W pierwszym roku (2004) funkcjonowania rent strukturalnych złożono 27 596 wniosków o ich przyznanie, zaś pozytywne decyzje do końca grudnia 2006 r. otrzymało tylko 1825 beneficjentów, co stanowiło 61%. Przyczyną tak niskiego wykonania zadań były dość skomplikowane procedury wykonawcze określone w załącznikach do rozporządzenia RM, konieczność złożenia wielu zaświadczeń, załączników i wreszcie trwałego zbycia się gospodarstwa. Na te czynności rolnik miał 6 miesięcy, co powodowało, że na ostateczną decyzję administracyjną czekał on do kolejnego roku. W sumie w latach 2004–2006 przyznano rolnikom 53 164 rent strukturalnych, co wobec liczby złożonych wniosków w wysokości 56 221 stanowiło 94,6%. Analizując podejmowanie decyzji w poszczególnych latach, okazuje się, że najczęściej wydano ich w 2004 r. – 20 875 (39,3%). Potem liczba decyzji systematycznie spadała – z 17 138 (32,2%) w 2005 r. do 15 161 (28,5%) w 2006 r. (Ocena programu... 2007).

Początkowo limit środków przyznaczonych na działanie w sferze rent strukturalnych na lata 2004–2006 określono na poziomie 640,5 mln euro. Mimo dużego napływu wniosków od rolników, w kolejnym roku (2005) obniżono środki do poziomu 534,5 mln euro. Stąd zapewne nabór przyjmowania nowych wniosków zawieszono już 1 sierpnia 2006 r. Tak więc praktycznie rolnicy mogli składać wnioski w ramach trzyletniego programu tylko przez dwa lata.

Analizując w liczbach bezwzględnych otrzymane renty strukturalne w układzie wojewódzkim, najczęściej ich przyznano w woj. mazowieckim – 9935 (18,7%), woj. łódzkim – 6 105 (11,5%) i woj. lubelskim – 5 604 (10,5%). Na drugim biegunie, najmniej przyznaczonych rent strukturalnych było w woj. lubuskim – 582 (1,1%), woj. zachodniopomorskim – 1 403 (2,6%) i woj. śląskim – 1 587 (3,0%).

Według danych ARiMR w ramach rent strukturalnych zostało przekazane 503,9 tys. gruntów rolnych, w tym na rzecz następców 211,2 tys. ha (41,9%) oraz na powiększenie gospodarstw rolnych kolejnych 244,0 tys. ha UR. Tak więc średnia wielkość przekazywanych gospodarstw rolnych w zamian za rentę strukturalną wynosiła 9,48 ha i była zbliżona do średniej krajowej (9,57 ha).

Interpretując otrzymane wyniki, można powiedzieć, że program rent strukturalnych spełnił swoją rolę z uwagi na fakt, że 26,2 tys. gospodarstw przeszło w ręce młodych rolników, którzy charakteryzowali się wyższym wykształceniem od osób zdających gospodarstwa i większą otwartością na innowacje. Poza tym, w ponad 29,9 tys. gospodarstwach rolnych, zdołano poprawić strukturę agrarną. Niebagatelną rolę odegrał fakt napływu do gospodarstw rolnych środków finansowych w postaci rent strukturalnych o średniej wysokości 1 572 zł miesięcznie, co stanowiło prawie trzykrotność tych otrzymywanych z KRUS. Jeśli do tego dodamy, że renty te będą napływać do rolnika przez okres 10 lat, wówczas okaże się, jak wysoki był stopień korzyści wynikających z tych rozwiązań prawnych.

4. Renty strukturalne w ramach PROW na lata 2007–2013

W latach 2007–2013 obowiązuje Program Rozwoju Obszarów Wiejskich, w ramach którego pozostawiono nadal, jako jedno z działań, renty strukturalne. Przy konstruowaniu systemu rent strukturalnych posłużono się nawet podobną argumentacją jak w poprzednim planie, która uzasadniała potrzebę wprowadzenia tego typu działania. Mianowicie, program „renty strukturalne” ma na celu poprawę struktury agrarnej kraju oraz przyspieszenie procesu wymiany pokoleniowej wśród osób prowadzących gospodarstwa rolne, a także poprawę rentowności i konkurencyjności gospodarstw rolnych poprzez przejmowanie ich przez osoby młodsze, dobrze przygotowane do zawodu. Z danych GUS wynika, że w ogólnej liczbie ponad 780 tys. gospodarstw indywidualnych powyżej 1 ha, których użytkownicy są ubezpieczeni w Kasie Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego, ponad 260 tys. (33,3%) jest kierowanych przez rolników będących w wieku od 50 do 59 lat, a więc w przedziale wiekowym umożliwiającym ubieganie się o rentę strukturalną w latach 2007–2013. Także struktura wiekowa rolników ubiegających się o płatności bezpośrednie w 2006 r. wskazuje, że około 20% osób pozostających w wieku powyżej 55 lat jest nadal aktywnymi kierownikami gospodarstw rolnych (Włodarska 2007).

Przy konstruowaniu nowego programu zdecydowano się wprowadzić odpowiednie korekty, co w przypadku rent strukturalnych oznacza regres w stosunku do uprzednio obowiązujących regulacji prawnych. Teżę tę najlepiej zilustrować, przedstawiając warunki pozwalające na ubieganie się o rentę na mocy rozporządzenia Rady Ministrów z 2004 r. i rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 2007 r.

	Wg rozporządzenia RM	Wg rozporządzenia MRiRW
Wiek rolnika	55	55
Ubezpieczony w KRUS	5 lat	5 lat
Działalność rolnicza	10 lat	10 lat
Wielkość przekazywanego gosp.	1 ha	3 ha
Wysokość renty	210% *	150% *
Za związek małżeński	60%	100%
Zwiększenie renty za areał	3 ha	10 ha
Maksymalna renta	440% *	250% *

* wysokość renty strukturalnej ustala się jako odpowiedni procent kwoty najniższej emerytury określonej w przepisach o emeryturach i rentach z Funduszu Ubezpieczeń Społecznych (FUS)

Powyższe porównania wymagają komentarza. W przepisach prawnych obejmujących lata 2004–2006 jest więcej istotnych różnic w stosunku do tych, które obowiązują w latach 2007–2013. Poprzez rozporządzenie RM z 2004 r. dążono do celowego i zgodnego z interesem gospodarczym premiowania rolników, o ile spełnią określone warunki. I tak podstawowa wysokość renty strukturalnej wynosiła 210% najniższej emerytury i ulegała zwiększeniu o 50%, jeśli rolnik przekazał gospodarstwo rolne o powierzchni co najmniej 3 ha. Ponadto renta rosła po 3% kwoty najniższej emerytury za każdy kolejny przekazany na własność hektar UR, o ile te grunty przekazano na powiększenie innego gospodarstwa lub gdy przekazanie nastąpiło na rzecz rolnika będącego w wieku poniżej 40 lat. Nali-

czenie składników renty ulegało sumowaniu, lecz ostateczna kwota nie mogła wynosić więcej niż 440% najniższej emerytury. Pozytywnym walorem tych przepisów było to, że renta strukturalna jest wypłacana przez 10 lat, a więc zazębia się z mniejszymi emeryturami wypłacanymi przez KRUS i jest korzystniejsza dla rolników (Rozporządzenie Rady Ministrów 2004).

Wysokość renty strukturalnej wynosi obecnie, według rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 2007 r., 150% najniższej emerytury (poprzednio 210%), którą co prawda zwiększa się o 100%, a nie 60% jak było poprzednio, jeśli rolnik pozostaje w związku małżeńskim, a ponadto oboje małżonkowie spełniają warunki do przyznania renty strukturalnej. Wysokość renty zwiększa się o 15% kwoty najniższej emerytury, jeśli przekazywane jest gospodarstwo rolne o łącznej powierzchni większej niż 10 ha osobie w wieku poniżej 40 lat. W celu otrzymania renty strukturalnej rolnik musi przekazać gospodarstwo o powierzchni 3 ha. Ta zasada nie dotyczy wszystkich województw. Wyjątek od tej reguły obowiązuje w 4 województwach, a mianowicie w woj. małopolskim, podkarpackim, śląskim i świętokrzyskim, gdzie wystarczy przekazać 1 ha, aby móc ubiegać się o rentę strukturalną. Kolejna różnica polega na tym, że rolnik korzysta z preferencyjnej renty tylko do osiągnięcia wieku 65 lat (poprzednio przez 10 lat niezależnie od wieku) (Rozporządzenie MRiRW 2007). To rozwiązanie legislacyjne nie jest korzystne ani dla rolnika, ani dla budżetu państwa. Dla rolnika między innymi dlatego, że nadal obowiązuje zasada „kto pierwszy, ten lepszy”, która wyklucza realizację rozsądnej polityki rolnej państwa. Z możliwości ubiegania się o rentę wyklucza małe gospodarstwa, które dominują w naszym kraju. Ponadto niepotrzebnie obciąża budżet państwa poprzez dotacje w KRUS i zmusza rolników do przyjęcia o wiele mniejszej emerytury KRUS, co może wywoływać u nich poczucie krzywdy.

W uzasadnieniu do rozporządzenia MRiRW argumentowano, że działania dotyczące renty strukturalnej w ramach PROW będą oszczędniejsze, gdyż przy znacznie obniżonych środkach finansowych na ten cel, pozwoli objąć świadczeniami podobną liczbę beneficjentów, jak to było w latach 2004–2006. Resort zakłada, że z działania skorzysta 50,4 tys. rolników, czyli 7 200 rocznie, a więc tylko 20% potencjalnej liczby rolników, którzy mogliby ubiegać się o wsparcie w postaci renty strukturalnej.

Dnia 25 czerwca 2007 r. rozpoczęto przyjmowanie wniosków związanych z rentami strukturalnymi w PROW na lata 2007–2013. Mimo znacznego pogorszenia warunków finansowych dotyczących tych rent, w ciągu zaledwie 35 dni rolnicy złożyli 5 859 wniosków, czyli 81,4% rocznego planu. Taka sytuacja zaskoczyła zarówno MRiRW, jak i ARiMR.

Tymczasem w budżecie programu „renty strukturalne” przewidziano na to działanie zaledwie kwotę ponad 2,2 mld euro, przy czym 1,64 mld euro pochodzić będzie z budżetu wspólnotowego, a ponad 0,5 mld euro z budżetu krajowego.

ZAKOŃCZENIE

W warunkach polskich stosunkowo późno wprowadzono instytucję wcześniejszych emerytur, a potem rent strukturalnych. Opóźnienia w stosunku do Europy Zachodniej

brały się z tego, że w naszym kraju problematyczna była w przeszłości kwestia, czy rolnikowi indywidualnemu w ogóle należy się emerytura. Dopiero rozwiązanie ustawowe z 1990 r. wprowadziło częściowe rozwiązania związane z wcześniejszymi emeryturami. Następnie w ślad za rozwiązaniami istniejącymi w Unii Europejskiej w 2001 r. wprowadzono ustawę o rentach strukturalnych, która była nie do końca korzystna dla rolników. Z uwagi na fakt, że zarówno wcześniejsze emerytury, jak i renty były wypłacane przez KRUS, okres ten zaliczono do pierwszej fazy rozwoju omawianego zjawiska.

Druga faza obejmuje lata 2004–2006. Należy ją łączyć z faktem przystąpienia Polski do Unii Europejskiej i wprowadzeniem rent strukturalnych, nie na mocy ustawy, lecz na podstawie rozwiązań prawnych związanych ze wspieraniem rozwoju obszarów wiejskich. Renty strukturalne znalazły się na pierwszym miejscu działań zawartych w Planie Rozwoju Obszarów Wiejskich 2004–2006. Na ten cel zaplanowano początkowo 640 mln euro, co z kolei pozwoliło na wydanie korzystnego rozporządzenia wykonawczego. Ustalenie wysokości renty strukturalnej na poziomie 210% najniższej emerytury i najwyższego pułapu na poziomie 440% było satysfakcjonujące dla rolników i dobrze przyjęte przez środowisko wiejskie. Wpłatę rent strukturalnych od KRUS przejęła Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa.

Wyodrębnienie trzeciej fazy łączy się ze zjawiskiem rozpoczęcia realizacji nowego Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich, przypadającego na lata 2007–2013. Renty strukturalne znalazły się co prawda w tzw. pierwszej osi priorytetowej „Poprawa konkurencyjności sektora rolnego i leśnego”, ale poziom wsparcia uległ radykalnemu obniżeniu. Jako argumentu użyto fakt zmniejszenia puli środków finansowych przypadających na to działanie, co miało pozwolić na objęcie programem większej liczby beneficjentów.

Pogorszenie warunków finansowych uzyskania renty strukturalnej nie zniechęciło rolników do ubiegania się o to świadczenie. Co więcej, istnieje presja środowiska rolniczego do przekazywania gospodarstw w ręce młodego pokolenia rolników, a renty strukturalne sprzyjają temu procesowi.

PIŚMIENNICTWO

- Ocena programu rent strukturalnych jako jednego z działań Planu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2004–2006, 2007. Biuletyn Informacyjny Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 2–3.
- Ociepa M., 2002. Polski system rent strukturalnych. Ubezpieczenia w Rolnictwie, 3.
- Ostrowski L., 2000. Wcześniejsze i strukturalne emerytury w rolnictwie. Ubezpieczenia w Rolnictwie, 7.
- Paszkowski S., 2006. Renty strukturalne w rolnictwie. Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa. PAN, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 19 czerwca 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu przyznawania pomocy finansowej na działania „Renty strukturalne” objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007–2013 (Dz. U. Nr 109, poz. 750).

- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 kwietnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu udzielania pomocy finansowej na uzyskanie rent strukturalnych objętej planem rozwoju obszarów wiejskich (Dz. U. Nr 1191, poz. 23).
- Wawrzyniak B.M., Wojtasik B., 2005. Polski system rent strukturalnych w rolnictwie. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego, 3.
- Wawrzyniak B.M., Wojtasik B., 2004. Znaczenie rent strukturalnych dla przemian agrarnych w rolnictwie polskim. Problemy rozwoju przedsiębiorczości na obszarach wiejskich i małych miast w aspekcie zrównoważonego rozwoju. AR, Szczecin.
- Wawrzyniak B.M., Wojtasik B., 2005. Ubezpieczenie społeczne rolników. Włocławskie Towarzystwo Naukowe, Włocławek.
- Władarska M., 2007. Renty strukturalne w ramach PROW 2007–2013. Biuletyn Informacyjny Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, nr 6.

CHANGES IN GRANTING STRUCTURAL PAYMENTS IN POLISH AGRICULTURE

Summary

The aim of the paper was to analyze functioning of structural payments in Polish agriculture. As a result of the analysis there were separated three stages of their functioning which were distinguished from each other by the period of duration, number of beneficiaries, as well as conditions of granting the payments by farmers. The first period falling in 1991–2003 was characterized by a timid attempt of bringing earlier pensions and then (in 2001) structural payments introduction.

The second phase falling in 2004–2006 was the most valuable period as regards of European Union means application and influenced very favourably on agrarian changes. And finally the third period falling in 2007–2013 is being identified with the new PROW realization schedule. A deterioration of granting structural payments' conditions included in the programme did not discourage farmers to apply for structural payments.

KEY WORDS: agriculture, agricultural pensions, structural payments

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Barbara Kutkowska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Barbara Sawicka

**WARTOŚĆ ENERGETYCZNA SŁONECZNIKA BULWIASTEGO
(*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.) JAKO ŹRÓDŁA BIOMASY**

**ENERGY VALUE JERUSALEM ARTICHOKE
(*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.) AS A SOURCE
OF BIOMASS**

*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Department of Crop Production, University of Life Sciences in Lublin*

W pracy przeanalizowano możliwości wykorzystania roślin słonecznika bulwiastego, cechujących się dużą zawartością suchej masy, jako odnawialnego źródła energii. Czynnikiem eksperymentu były: odmiany słonecznika bulwiastego Albik i Rubik oraz zróżnicowane nawożenie azotem, w warunkach stałego nawożenia fosforowo-potasowego i pełnej dawki obornika. Przedstawiono wyniki badań suchej masy części nadziemnych i wartości opałowej słonecznika bulwiastego. Największy plon suchej masy i najwyższą wartość opałową części nadziemnych słonecznika bulwiastego uzyskano w obiektach nawożonych dawką 50 kg N·ha⁻¹ na tle stałego poziomu nawożenia fosforowo-potasowego.

SŁOWA KLUCZOWE: słonecznik bulwiasty, nawożenie, odmiany, plon suchej masy, ciepło spalania, wartość opałowa

WSTĘP

W strategiach rozwoju energetyki krajów rozwiniętych coraz większy nacisk kładzie się na pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych. W Polsce, według przyjętej przez sejm Strategii rozwoju energetyki odnawialnej, jej udział powinien osiągnąć 7,5% w roku 2010 i 14% w roku 2020. Aby temu sprostać, trzeba zagospodarować biomasę roślinną i zwierzęcą. Spośród wielu rodzajów biomasy największe znaczenie ma biomasa pocho-

Do cytowania – For citation: Sawicka E., 2010. Wartość energetyczna słonecznika bulwiastego (*Heliantuhus tuberosus* L.) jako źródła biomasy. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. XCVII, 578, 245–256.

dzenia roślinnego. Liczne badania wykazały, że rośliny dające lignocelulozową biomasę, pozwalają osiągnąć dużo lepsze wyniki w produkcji biomasy niż rośliny uprawiane do produkcji żywności (Scholz, Ellerbrock 2002, Niedziółka, Zuchniarz 2006, Kościk 2007, Piskier 2009, Sawicka, Skiba 2009). Jednym z takich gatunków jest słonecznik bulwiasty (*Helianthus tuberosus* L.) charakteryzujący się dużą zdolnością wiązania energii słonecznej i przetwarzania jej na masę organiczną. Jest to możliwe dzięki temu, że poza komórkami mezofilu w liściach tego gatunku występują także ściśle upakowane wokół wiązek przewodzących komórki pochwy okołowiązkowej, w których zachodzi cykl Calvina. Słonecznik bulwiasty pomimo konieczności zużycia dodatkowej energii w postaci ATP cechuje się większą wydajnością fotosyntezy i szybszą produkcją biomasy (Sawicka, Michałek 2005, 2008, Pokorska, Urbański 2009). Rośliny *Helianthus tuberosus* w związku z tym cechują się wysokim plonem suchej masy z hektara, który można wykorzystywać jako surowiec do spalania i produkcji paliw formowanych czy poddawać fermentacji alkoholowej lub przerabiać na biogaz (Scholz, Ellerbrock 2002, 2004, Kościk 2007, Stolarski i wsp. 2008, Piskier 2006, 2009, Khan i wsp. 2009, Sawicka, Skiba 2009). Ze względu na jego małe wymagania glebowe istnieje możliwość uprawiania go na glebach odłogowanych Polski, których powierzchnia wynosi ok. 2 mln ha (Piskier 2009). Spalanie jest najprostszym sposobem pozyskiwania energii cieplnej i elektrycznej. Ciepło spalania oraz wartość opałowa surowca, zdaniem Scholz i Ellerbrock (2002, 2004), Kościka (2007), Fabera i wsp. (2007), Sawickiej i Skiby (2009) oraz Augustynowicz i wsp. (2010), są uzależnione od czynników agrotechnicznych, takich jak: termin założenia plantacji, zabiegi pielęgnacyjne i ochronne, poziom nawożenia mineralnego, termin zbioru. Ich wpływ na te wskaźniki nie jest jednak jednoznaczny. Stąd też podjęte badania miały na celu określenie oddziaływania nawożenia mineralnego na plon suchej masy oraz wartość opałową dwu odmian słonecznika bulwiastego.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenie polowe przeprowadzono w Polowej Stacji Doświadczalnej w Parczewie w latach 2003–2005, na glebie kompleksu żytniego dobrego. Czynnikiem I rzędu były odmiany Albik i Rubik, a II rzędu – nawożenie mineralne. Utworzono następujące obiekty doświadczalne: obiekt kontrolny $N_0P_0K_0$, nawożenie mineralne $N_{100}P_{44}K_{125}$, $N_{50}P_{44}K_{125}$, $N_{100}P_{44}K_{125}$, $N_{150}P_{44}K_{125}$, $N_{200}P_{44}K_{125}$ w przeliczeniu na formę pierwiastkową nawozów na tle pełnej dawki obornika ($30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Doświadczenie założono metodą losowanych podbłoków w trzech powtórzeniach. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 40 m^2 . Doświadczenie zakładano corocznie, w połowie kwietnia, w obsadzie $40 \text{ tys. szt.} \cdot \text{ha}^{-1}$. Wszystkie zabiegi agrotechniczne wykonano zgodnie z wymaganiami tego gatunku. Zbiór masy nadziemnej przeprowadzono pod koniec ostatniej dekady października. W czasie zbioru oznaczono plon świeżej masy części nadziemnych oraz pobrano próby części nadziemnych z 20% roślin każdego poletka do oznaczenia zawartości suchej masy. Wilgotność surowca określono metodą suszarkowo-wagową. Rozdrobnioną biomasę suszono do uzyskania stałej wagi w temperaturze 105°C . Ciepło spalania i wartość opałową

części nadziemnych słonecznika bulwiastego określono zgodnie z Polskimi Normami PN-81/G-04513 oraz PNISO 1928:2002 za pomocą kalorymetru KL-3. Pomiarów dokonano w 6 powtórzeniach. Badane próbki zostały wysuszone do tej samej wilgotności w celu otrzymania porównywalnych wielkości wartości opałowej, a przyjęta metoda badań miała posłużyć tylko do celów porównawczych uzyskanych wyników.

W glebie oznaczono: skład granulometryczny – metodą areometryczną, pH w roztworze 1 mol KCl dm⁻³, procentową zawartość węgla organicznego (C_{org}) – metodą Tiurina i na jej podstawie oznaczono zawartość próchnicy w glebie, a także zasobność gleby w przyswajalne fosfor, potas i magnez – zgodnie z metodami przyjętymi w stacjach chemiczno-rolniczych.

Statystyczne opracowanie wyników wykonano za pomocą analizy wariancji i regresji wielomianowej. Istotność źródeł zmienności testowano testem „F” Fischera-Snedecora, a wartość NIR_{0,05} oceniono testem Tukey’a. Wyniki plonu suchej masy i wartości opałowej słonecznika bulwiastego poddano analizie regresji wielomianowej z redukcją zmiennych nieistotnych. Estymacji parametrów modelu dokonano przy użyciu Metody Najmniejszych Kwadratów (MNK) z zachowaniem statystycznych reguł doboru zmiennych, oceny istotności szacowanych parametrów i ogólnej poprawności sporządzanego modelu. Weryfikację istotności przeprowadzono za pomocą testu t Studenta.

Przebieg pogody w latach badań był zróżnicowany, co ilustruje tabela 1. W 2003 r. pierwsza połowa okresu wegetacji była wilgotna i ciepła, czerwiec, sierpień i wrzesień – ze słabą posuchą, zaś październik, który decydował o jesiennym przyroście masy nadziemnej – mokry. W 2004 r. początek wegetacji (kwiecień–maj) był wilgotny i chłodny, czerwiec i lipiec – posuszne, w sierpniu i październiku nie było posuchy, a we wrześniu panowała skrajna susza. W 2005 r. okres maj–czerwiec okazał się mokry i chłodny, a pozostałe miesiące, z wyjątkiem sierpnia – suche bądź posuszne i ciepłe.

Tabela 1

Table 1

Wartości współczynników Sielaninowa (k) według stacji meteorologicznej w Uhninie
Sielianinov's coefficient values (k) according to meteorological station in Uhnin

Lata Years	Miesiące – Months							Średnia Mean
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
2003	2,2	1,4	0,9	1,3	0,6	0,5	2,4	1,3
2004	4,1	1,3	0,9	0,5	1,1	0,2	1,3	1,4
2005	0,7	1,9	1,9	0,7	1,2	0,3	0,2	1,0

k ≤ 0,50 – silna posucha – strong drought; 0,50 ≤ k ≤ 0,69 – posucha – drought; 0,70 ≤ k ≤ 0,99 – słaba posucha – slight drought; k ≥ 1 – brak posuchy – no drought (za: Bac i wsp. 1993)

WYNIKI

Eksperyment polowy przeprowadzono na glebach, których powierzchniowe poziomy próchniczne zbudowane były z lekkich utworów piaszczystych – piasków gliniastych lekkich i/lub gliniastych mocnych (wg PTG) o odczynie kwaśnym lub lekko kwaśnym (pH 5,1–5,9) i średniej zawartości węgla w związkach organicznych (tab. 2). Zasobność tych poziomów glebowych w przyswajalny fosfor i potas była wysoka do bardzo wysokiej, zaś w magnez – niska do wysokiej.

Tabela 2

Table 2

Charakterystyka gleby według kategorii agronomicznych
Characterization of soils according to agronomic categories

Agronomiczna kategoria gleby Agronomic category of soil	Lata Year	Udział procentowy frakcji w mm średnicy Percentage content of fraction in diameter, mm			Tekstura gleby (wg PTG) Soil texture (acc. PTG)	Materia organiczna Organic matter (g kg ⁻¹)	pH _{KCl}
		1-0,1	0,1-0,02	<0,02			
Lekka Light	2003	57	24	19	pgm	15,3	5,5
	2004	62	25	13	pgl	15,9	5,9
	2005	66	21	13	pgl	12,4	5,1

Przeciętny plon suchej masy kształtował się na poziomie 22,84 t·ha⁻¹ i był istotnie zróżnicowany, zarówno przez odmiany, jak i poziomy nawożenia mineralnego (tab. 3). Odmiana Albik wydała o 8,8% wyższy plon suchej masy niż odmiana Rubik. Wysoki udział zmienności odmianowej, w ogólnej zmienności plonu suchej masy, wskazuje na potencjalną możliwość poprawy tej cechy poprzez selekcję. Nawożenie fosforowo-potasowe zwiększało już istotnie wartość tej cechy w porównaniu z obiektem kontrolnym, bez nawożenia mineralnego. Wprowadzenie nawożenia azotem w najniższej dawce (50 kg·ha⁻¹) na tle stałego nawożenia fosforowo-potasowego powodowało istotny wzrost plonu suchej masy w porównaniu z obiektem kontrolnym, jak i z nawożeniem fosforowo-potasowym. Sukcesywne zwiększanie poziomu nawożenia azotem nie wywoływało już dalszego wzrostu jego efektywności, a zastosowanie najwyższej dawki (200 kg·ha⁻¹) wpłynęło na istotny spadek plonu suchej masy w stosunku do poprzedniej dawki. Użycie modelu regresji wielomianowej pozwoliło lepiej wyjaśnić te zależności i wykazać, iż pod wpływem nawożenia azotem plon suchej masy części nadziemnych układał się według krzywej parabolicznej drugiego stopnia, tak w przypadku odmiany Albik (R² = 0,90), jak i Rubik (R² = 0,97) (rys. 1). Warunki siedliskowe, niezależnie od czynników eksperymentu, istotnie kształtowały wartość tej cechy (tab. 3). Najwyższy plon suchej masy części nadziemnych uzyskano w najbardziej sprzyjającym uprawie słonecznika bulwiastego, wilgotnym i ciepłym 2003 r., homologiczną wartość tej cechy zanotowano w 2005 r., zaś prawie dwukrotnie niższy plon suchej masy uzyskano w roku 2004, z okresem posuchy

w lipcu i skrajnej posuchy we wrześniu, miesiącach decydujących o masie plonu. Warunki siedliskowe rzutowały na efektywność nawożenia mineralnego (tab. 4). W wilgotnym i ciepłym 2003 r. nawożenie azotem było znacznie lepiej wykorzystane niż w pozostałych latach badań, obserwowano bowiem sukcesywny wzrost plonu suchej masy aż do poziomu $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. W 2005 r. maksymalną wartość tej cechy uzyskano w obiektach nawożonych dawką 100 kg N , chociaż efektywność wzrostu dawki z 50 do $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ nie była już istotna. W 2004 r., o suchym lipcu i wrześniu, zwiększenie plonu suchej masy pod wpływem nawożenia azotem obserwowano jedynie w obiektach nawożonych $50 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

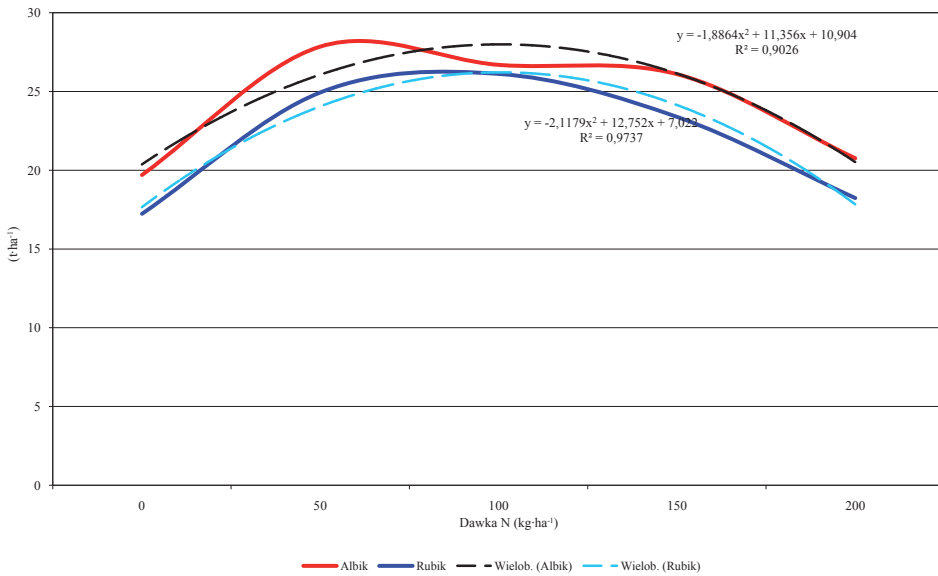
Tabela 3

Table 3

Plon suchej masy i wartość opałowa słonecznika bulwiastego w zależności od odmian, nawożenia i lat
 Dry matter yield and calorific value of Jerusalem artichoke depending on the cultivars, fertilization and years

Czynniki eksperymentu Experimental factors		Plon suchej masy (t·ha ⁻¹) Yield of dry matter	Wartość opałowa (GJ·ha ⁻¹) Calorific value
Odmiany Cultivars	Albik	23,80	371,35
	Rubik	21,88	341,37
	NIR-LSD _{0,05}	0,63	7,22
Nawożenie Fertilization*	0	18,47	288,11
	PK	21,56	336,27
	N ₁ PK	26,39	411,71
	N ₂ PK	26,41	411,98
	N ₃ PK	24,74	386,01
	N ₄ PK	19,49	304,09
	NIR-LSD _{0,05}	1,88	21,67
Lata Years	2003	27,43	427,94
	2004	14,84	231,55
	2005	26,26	409,59
	NIR-LSD _{0,05}	0,94	10,83
Średnia – Mean		22,84	356,36

* 44 P, 125 K; 0 – control, PK – 44 P, 125 K; N₁PK – 50 N, 44 P, 125 K; N₂PK – 100 N, 44 P, 125 K; N₃PK – 150 N, 44 P, 125 K; N₄PK – 200 N, 44 P, 125 K kg·ha⁻¹



Rys. 1. Wpływ nawożenia azotem i odmian na plon suchej masy części nadziemnych *Helianthus tuberosus* (średnia z lat 2003–2005)

Fig. 1. Influence of nitrogen fertilization and cultivars on dry matter yield of aboveground parts of *Helianthus tuberosus* (mean for 2003–2005)

Tabela 4

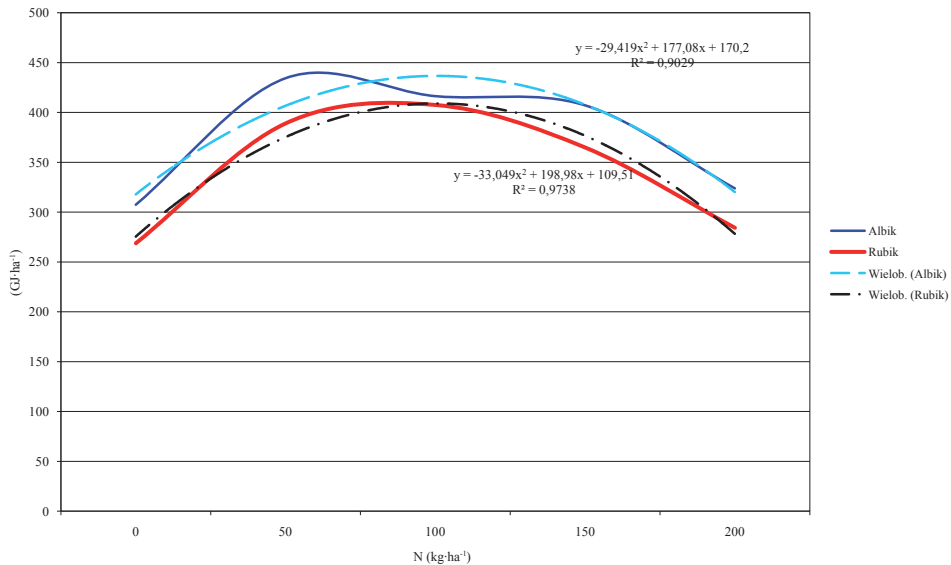
Table 4

Wpływ nawożenia i lat na plon suchej masy i wartość opałową części nadziemnych
słonecznika bulwiastego
Effects of fertilization and years on the yield of dry matter of aboveground parts and calorific
value of Jerusalem artichoke

Nawożenie Fertilization*	Plon suchej masy nadziemnej (t·ha ⁻¹) Dry matter yield of the overground			Wartość opałowa (GJ·ha ⁻¹) Calorific value		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005
0	20,80	15,51	19,10	324,45	241,91	297,97
PK	26,45	18,43	19,79	412,65	287,43	308,72
N ₁ PK	28,66	21,29	29,23	447,04	332,12	455,97
N ₂ PK	31,58	14,96	32,69	492,57	233,41	509,95
N ₃ PK	33,94	9,19	31,11	529,39	143,36	485,28
N ₄ PK	23,18	9,68	25,62	361,54	151,07	399,66
Średnia Mean	27,43	14,84	26,26	427,94	231,55	409,59
LSD _{0.05}	5,18			65,00		

* oznaczenia jak w tabeli 3 – explanation as Table 3

Średnia wartość ciepła spalania wynosiła $15\ 600\ \text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$. Rozrzut mierzonych wartości ciepła spalania mieścił się w przedziale od $14\ 800$ do $16\ 400\ \text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, co stanowiło poniżej 7,5% wartości średniej. Uzyskując podczas badań plon suchej masy i ciepło spalania części nadziemnych *Helianthus tuberosus*, wyliczono, ile ciepła można uzyskać z 1 ha plantacji słonecznika bulwiastego. Przy założeniu, że średni plon suchej masy wynosił od $14,8$ do $27,4\ \text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, uzyskano od $231\ \text{GJ}$ – w roku 2004 do $428\ \text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ – w roku 2003. Wielkości te są wartościami brutto i były uzależnione od wszystkich czynników eksperymentu. W przeliczeniu na wartość opałową, w ciągu trzech lat badań, słonecznik bulwiasty generował wartość od około $317\ \text{GJ}$ – w przypadku odmiany Rubik do $341\ \text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ – w przypadku odmiany Albik (tab. 3). Nawożenie mineralne istotnie różnicowało wartość opałową *Helianthus tuberosus*. Nawożenie fosforowo-potasowe istotnie zwiększało tę wartość w porównaniu z obiektem kontrolnym. Wniesienie azotu w dawce $50\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ na tle stałego nawożenia fosforowo-potasowego zwiększało wartość opałową części nadziemnych słonecznika bulwiastego, tak w stosunku do nawożenia fosforowo-potasowego, jak i obiektu kontrolnego. Dalsze jednak zwiększanie poziomu nawożenia azotem nie powodowało już zwiększenia jego efektywności, a najwyższa dawka ($200\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) wywołała istotny spadek wartości opałowej w stosunku do dawki poprzedniej. Zastosowanie modelu regresji wielomianowej pozwoliło lepiej poznać te zależności i wykazać, iż pod wpływem nawożenia azotem wartość opałowa części nadziemnych układała się według krzywej parabolicznej drugiego stopnia, zarówno w przypadku odmiany Albik ($R^2 = 0,903$), jak i Rubik ($R^2 = 0,974$) (rys. 2). Warunki siedliskowe, niezależnie od czynników eksperymentu, różnicowały wartość opałową *Helianthus tuberosus* (tab. 3). Najwyższą wartość opałową tego gatunku uzyskano w 2003 r., najkorzystniejszym również dla plonu suchej masy, najniższą zaś w 2004 r., z okresami suszy i posuchy w okresie wegetacji słonecznika bulwiastego. Warunki klimatyczno-glebowe kształtowały również efektywność nawożenia mineralnego (tab. 4). Najefektywniejsze wykorzystanie nawożenia fosforowo-potasowego i azotowego, na tle stałego nawożenia fosforowo-potasowego, obserwowano w 2003 r., kiedy to wystąpił najkorzystniejszy układ warunków atmosferycznych (temperatury i opadów). Wzrost nawożenia azotem do $150\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ na tle stałego nawożenia fosforowo-potasowego powodował istotne zwiększenie wartości opałowej surowca w stosunku nie tylko do obiektu kontrolnego, ale również nawożenia fosforowo-potasowego oraz nawożenia dawką $50\ \text{kg}\ \text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$. W latach 2004 i 2005 nawożenie fosforowo-potasowe nie różnicowało istotnie wartości tej cechy, a znaczne zwiększenie wartości opałowej, w stosunku do obiektu kontrolnego czy nawożenia fosforowo-potasowego, obserwowano jedynie do poziomu $50\ \text{kg}\ \text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$.



Rys. 2. Wpływ nawożenia azotem i odmian na wartość opałową części nadziemnych *Helianthus tuberosus* (średnia z lat 2003–2005)

Fig. 2. Influence of mineral fertilization and cultivars on the calorific value of the aboveground parts *Helianthus tuberosus* (mean for 2003–2005)

DYSKUSJA

W badaniach przeprowadzonych w warunkach gleb lekkich uzyskano wysoki i średni plon suchej masy nadziemnej na poziomie 22,84 t·ha⁻¹. Plon łodyg *Helianthus tuberosus* szacują Góral (1999) i Majtkowski (2007) w granicach 10–20 t s.m.·ha⁻¹. W doświadczeniach Fabera i wsp. (2007) na glebie kompleksu żytniego dobrego, średni plon suchej masy części nadziemnych wynosił 9,7 t·ha⁻¹. Kościk (2007), w warunkach gleb kompleksu pszennego dobrego, uzyskał plon ok. 20 t·ha⁻¹.

Nawożenie fosforowo-potasowe, w badaniach własnych, zwiększało istotnie plon suchej masy, co potwierdzają wyniki Sawickiej i Kalembasy (2008). Nawożenie azotem wpływało na wzrost tej wartości do poziomu 50 kg N·ha⁻¹, dalsze powiększanie dawki nawozu do 150 kg N·ha⁻¹ nie powodowało istotnych zmian w plonie suchej masy, zaś zwiększenie ilości azotu do 200 kg·ha⁻¹ wywołało już istotny spadek wartości tej cechy. Augustynowicz i wsp. (2010), badając wpływ nawożenia azotem na wybrane parametry wydajności aparatu fotosyntetycznego, maksymalną wartość puli zredukowanych inhibitorów elektronów zaobserwowali w liściach pochodzących z obiektów nawożonych 50 kg N·ha⁻¹. Zdaniem Scholza i Ellerbrocka (2004) ograniczenie nawożenia azotem w pierwszym roku uprawy słonecznika bulwiastego prowadzi do średniej straty plonów w wysokości 6%, a nienawożenie po 6 latach – od 20 do 40% strat. Stwierdzili oni

ponadto dużą zależność nawożenia azotem od odmiany i wartości materiału rozmnożeniowego. Straty składników odżywczych i brak wody powodują, w ich opinii, straty plonu biomasy nadziemnej o około jedną trzecią. Potwierdzają to wyniki badań własnych.

Ciepło spalania biomasy słonecznika bulwiastego o wilgotności ok. 20% Majtkowski (2007) ocenia na ok. $15 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, a potencjał energetyczny części nadziemnych – na $900 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ bądź $53\,500 \text{ m}^3$ biogazu. Kościk (2007) uzyskał ciepło spalania masy nadziemnej *Helianthus tuberosus* w granicach $14,9\text{--}18,0 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, a wartość opałową na poziomie $13,5\text{--}16,9 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$. Piskier (2006, 2009) z kolei uzyskał wartość opałową słonecznika bulwiastego średnio na poziomie $84\text{--}134 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$, zależnie od odmiany.

Czynniki genetyczne badanych odmian modyfikowały wartość opałową słonecznika bulwiastego. Wyższą wartością tej cechy, w przeprowadzonych badaniach, wyróżniała się odmiana Albik niż Rubik. Wpływ cech odmianowych na plon biomasy *Helianthus tuberosus* potwierdzają Sawicka i Michałek (2005), Seiler i Campbell (2006) oraz Piskier (2009).

Bilans energetyczny zależy w szczególności od wydajności i ilości zastosowanych nawozów – według Schulza (2000) wykazuje zysk netto ponad $130 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$. Z badań własnych wynika, że nawożenie azotem w dawce $50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, przy stałym nawożeniu fosforowo-potasowym, powoduje zwiększenie wartości opałowej słonecznika bulwiastego w stosunku do obiektu kontrolnego przeciętnie o ok. $124 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zwiększanie tego nawożenia do 150 kg N nie wywołało istotnych zmian w wartości opałowej, ale dalszy wzrost dawki azotu do $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ spowodował już spadek wartości tej cechy o ok. $82 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ w stosunku do dawki poprzedniej. Wzrost energii spalania słonecznika bulwiastego, z powodu zmniejszenia nawożenia azotem, według Purvis i wsp. (2000), ze 150 do $50 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ jest wystarczający do zasilania w energię cieplną gospodarstw domowych dwóch rodzin przez cały rok. W opinii zaś Scholza i Ellerbrocka (2004) zmniejszenie nawożenia tym składnikiem ze 150 do $75 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ nie prowadzi z reguły do utraty energii.

W przeprowadzonych badaniach plon suchej masy części nadziemnych, jak i jego wartość opałowa były uzależnione od warunków siedliskowych. Spostrzeżenie to potwierdzają wyniki badań Kościka (2007), Piskiera (2006, 2009) oraz Stolarskiego i wsp. (2008), w których terminy zbioru oraz warunki pogodowe podczas wegetacji roślin energetycznych mają wpływ na wilgotność pozyskanej biomasy, a poprzez to na jej wartość opałową. Ponadto istnieją możliwości zastosowania różnych technologii zbioru.

Słonecznik bulwiasty charakteryzuje się zbliżoną wartością ciepła spalania i wartością opałową do paliw tradycyjnych, np. drewna bukowego, węgla brunatnego czy ślazuwca pensylwańskiego (Orłowski i wsp. 1979, Niedziółka, Zuchniarz 2006, Kościk 2007). Wynika z tego, że gatunek ten może być paliwem alternatywnym, tym bardziej cennym, że stanowi odnawialne źródło energii. Nieco niższa wartość spalania i wartość opałowa plonu suchej masy *Helianthus tuberosus* niż np. ślazuwca pensylwańskiego może być zrekompensowana przez niższe nakłady ponoszone na jego produkcję, gdyż jest to gatunek jednoroczny samoodnawiający się corocznie z bulw pozostałych w glebie – koszt założenia plantacji słonecznika bulwiastego jest ponoszony raz na kilkanaście lat. Ponadto gatunek ten nie sprawia kłopotów pod względem ochrony roślin, ponieważ zdaniem

Karpenstein-Machan (2000) nie jest atakowany w takim stopniu przez choroby i szkodniki jak np. wierzba, czy ślazier pensylwański i nie wymaga stosowania pestycydów.

Biorąc pod uwagę zmiany zachodzące w Polityce Rolnej Unii Europejskiej, niektóre z roślin przynoszące mniejsze dochody rolnikom mogłyby przejść do upraw roślin energetycznych. Jednak zastąpienie paliw kopalnych przez elektrownie roślin energetycznych wymaga odpowiedniego doboru ich gatunków i odmian o wysokich plonach oraz uprawy w systemie rolnictwa ekologicznego. Jeśli takie wymagania będą spełnione, można się spodziewać trwałych korzyści ekonomicznych i ekologicznych, a także społecznej akceptacji polityki energetycznej. Uwzględniając charakter badań, wiek roślin oraz czas użytkowania plantacji słonecznika bulwiastego, wskazane są dalsze badania, które pozwolą odpowiedzieć, czy zależność ta potwierdzi się w kolejnych latach uprawy tego gatunku.

WNIOSKI

1. Uzyskanie wysokiej wartości energetycznej biomasy *Helianthus tuberosus* jest możliwe poprzez aplikację racjonalnego nawożenia mineralnego, zwłaszcza azotem. Przy stosowaniu stałego poziomu nawożenia fosforowo-potasowego największy plon suchej masy i największą wartość opałową uzyskano w obiektach nawożonych dawką 50 kg N·ha⁻¹.

2. Wyznaczone równania regresji wielokrotnej wielomianowej pozwalają prognozować zmiany wartości plonu suchej masy i wartości opałowej części nadziemnych słonecznika bulwiastego pod wpływem nawożenia mineralnego.

3. Duży udział zmienności genotypowej w kształtowaniu plonu suchej masy i wartości opałowej biomasy *Helianthus tuberosus* świadczy o możliwości zwiększenia potencjalnej jego produktywności poprzez metody hodowlane.

4. Wyniki 3-letnich badań polowych potwierdzają możliwość ekologicznej produkcji roślin energetycznych na glebie piaszczystej kompleksu żyniego dobrego. Stosowanie nawozów może być ograniczone do pewnego stopnia bez utraty zysku energii.

5. Analiza uzyskanych wyników badań, potencjał plonowania *Helianthus tuberosus* oraz porównanie go do paliw tradycyjnych wskazują na celowość wykorzystania tego gatunku jako źródła energii odnawialnej.

PIŚMIENNICTWO

Augustynowicz J., Pietkiewicz S., Kalaji M.H., Russel S., 2010. Wpływ nawożenia osadem ściekowym na wybrane parametry aktywności biologicznej gleby oraz wydajności aparatu fotosyntetycznego słonecznika bulwiastego (*Helianthus tuberosus* L.). Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, 10, 2(30), 7–18.

Bac S., Koźmiński C., Rojek M., 1993. Agrometeorologia. PWN, Warszawa.

- Faber A., Stasiak W., Kuś J., 2007. Wstępna ocena produkcyjności wybranych gatunków roślin energetycznych. *Progress in Plant Protection*, 47 (4), 339–346.
- Góral S. 1999. Słonecznik bulwiasty – topinambur. Uprawa i użytkowanie. Wyd. IHAR, Radzików.
- Karpenstein-Machan M., 2000. Auswirkungen von pestizidfreiem Energiepflanzenanbau auf die Biomasseerträge. *Energie Pflanzen*, 2, 32–35.
- Khan A.A., de Jong W., Jansens P.J., Spliethof H., 2009. Biomass combustion in fluidized bed boilers: Potential problems and remedies, *Fuel Processing Technology*, 90(1), 21–50.
- Kościk B., 2007. Słonecznik bulwiasty (topinambur), [w:] Surowce energetyczne pochodzenia rolniczego. Wyd. PWSZ, Jarosław, 35–39.
- Majtowski W., 2007. Rośliny energetyczne na paliwo stałe, [w:] Biomasa dla Energetyki i Ciepłownictwa – Szanse i Problemy. Wyd. Wieś Jutra, 69–75.
- Niedziółka I., Zuchniarz A., 2006. Analiza energetyczna wybranych rodzajów biomasy pochodzenia roślinnego. *MOTROL*, 8A, 232–237.
- Orłowski P., Dobrzański W., Szwarz E., 1979. Kotły parowe. Konstrukcje i obliczenia. WNT, Warszawa.
- Piskier T., 2006. Topinambur – roślina o wielokierunkowym wykorzystaniu. *Czysta Energia*, 8, 15.
- Piskier T., 2009. Potencjał energetyczny topinamburu. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1, 133–136.
- Pokorska B., Urbański J., 2009. Tajemnice fotosyntezy. Dostępne w Internecie: http://www.sfn.edu.pl/unesco_kity/skrypt_fotosynteza.pdf
- Purvis M.R.I., Tadulan E.L., Tariq A.S., 2000. NOx control by air staging in a small biomass fuelled underfeed stoker. *International Journal of Energy Research*, 24(10), 917–933.
- Sawicka B., Kalebasa D., 2008. Variability in macroelement content in tubers of *Helianthus tuberosus* L. at different nitrogen fertilization levels. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 7(1), 67–82.
- Sawicka B., Michałek W., 2005. Evaluation and productivity of *Helianthus tuberosus* L. in the conditions of Central-East Poland. *EJPAU* 8(3), 42. Available Online: <http://www.ejpau.media.pl/volume8/issue3/art-42.html>.
- Sawicka B., Michałek W., 2008. Photosynthetic activity of *Helianthus tuberosus* L. depending on a soil and mineral fertilization. *Polish Journal of Soil Science*, 41(2), 208–222.
- Sawicka B., Skiba D., 2009. Słonecznik bulwiasty, jako alternatywne źródło biomasy na Lubelszczyźnie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 542.
- Scholz V.V., Ellerbrock R., 2002. The growth productivity, and environmental impact of the cultivation of energy crops on sandy soil in Germany. *Biomass and Bioenergy*, 23 (2), 81–92.
- Scholz V.V., Ellerbrock R., 2004. Environment-friendly and energetically efficient cultivation of energy plants on sandy soil. IAB, ZAL. Potsdam, 1–2.
- Schultz H., 2000. A Bright Future for Renewable Energy Based on Waste. *International Directory of Waste Management*. Available online: http://www.jxj.com/yearbook/iswa/2000/bright_future_schultz.html
- Seiler G.J., Campbell L.G., 2006. Genetic variability for mineral concentration in the forage of Jerusalem artichoke cultivars. *Euphytica*, 150, 281–288.
- Stolarski M., Szczukowski S., Tworowski J., 2008. Biopaliwa z biomasy wieloletnich roślin energetycznych. *Energetyka*, 1, 77–80.

**ENERGY VALUE JERUSALEM ARTICHOKE
(*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.) AS A SOURCE
OF BIOMASS**

S u m m a r y

The work concerns the analysis of the possibility of using Jerusalem artichoke characterized by a high content of dry matter, as a renewable energy source. The factors of the experiment were: Jerusalem artichoke cultivars and Rubik and Albik and differentiated mineral fertilization: phosphorus, potassium and nitrogen fertilization under conditions of constant phosphorus and potassium and a full dose of manure. The results of investigations of the dry matter of aboveground parts and calorific value of Jerusalem artichoke. The greatest dry matter yield and the highest calorific value of the aerial parts of *Helianthus tuberosus* obtained in the objects fertilized with 50 kg dose N \cdot ha⁻¹, against the background of a constant level of phosphorus-potassium fertilization.

KEYWORDS: Jerusalem artichoke, fertilization, cultivars, dry matter yield, heat of combustion, calorific value

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Leszek Kordas, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Barbara Kołodziej, Magdalena Stachyra

**WSTĘPNE BADANIA NAD WPŁYWEM OSADU ŚCIEKOWEGO
NA PLONOWANIE MISKANTA OLBRZYMIEGO***

**PRELIMINARY STUDY ON THE EFFECT
OF SEWAGE SLUDGE ON *MISCANTHUS X GIGANTEUS*
YIELDING**

*Katedra Roślin Przemysłowych i Leczniczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Department of Industrial and Medicinal Plants, University of Life Sciences in Lublin*

W ostatnim czasie ogromnym problemem oczyszczalni ścieków staje się zagospodarowanie powstających w nich odpadów (m.in. osadów). Dobrym sposobem wydaje się być uprawa wieloletnich roślin energetycznych na komunalnym osadzie ściekowym, która z jednej strony umożliwia zwiększenie plonów roślin, poprawę właściwości biologicznych oraz fizykochemicznych gleby, a z drugiej fitoremediację wprowadzanych zanieczyszczeń.

Celem pracy była ocena wpływu zróżnicowanych dawek komunalnego osadu ściekowego (0, 20, 40, 60 t s.m.·ha⁻¹) na plonowanie i jakość surowca energetycznego miskanta olbrzymiego (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu.) w pierwszych dwóch latach uprawy (2008–2009). Eksperyment polowy przeprowadzono w miejscowości Borownica na terenie składowiska odpadów należącego do ZGK w Janowie Lubelskim na glinie piaszczystej. W doświadczeniu użyto sadzonki *in vitro* miskanta wyprodukowane przez firmę VitroGen Sp. z o.o. z Bydgoszczy, które wysadzono w rozstawie 80 x 75 cm.

Badany gatunek charakteryzował się wysokim potencjałem produkcyjnym (łącznie w ciągu dwóch pierwszych lat uprawy zebrano od 9,6 do 17,48 t p.s.m. części nadziemnych); przy czym największa część biomasy wytwarzana była w drugim roku wegetacji (średnio 88%). Zastosowanie zróżnicowanych dawek osadu ściekowego w uprawie tej rośliny nie wpłynęło pozytywnie na wytworzoną biomasę części nadziemnej, gdyż największą wysokością roślin i plonem powietrznie suchej masy części nadziemnych oraz najmniejszymi stratami pozimowymi odznaczały się rośliny

* Badania finansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach grantu Nr N 310 080336 – The studies were financed by the Ministry of Science and Higher Education within grant No. N 310 08 0336

rosnące na obiektach bez zastosowania osadu ściekowego, zaś wraz ze wzrostem zastosowanej dawki osadu notowano zmniejszenie uzyskanych plonów miskanta olbrzymiego.

SŁOWA KLUCZOWE: *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu., osad ściekowy, plony biomasy

WSTĘP

W Polsce istnieje obowiązek zakupu energii ze źródeł odnawialnych (Dziennik Ustaw 104 z 13 czerwca 2003 r.), która zgodnie z przyjętą przez Radę Ministrów 4 I 2005 r. Polityką energetyczną Polski do 2025 r. w 2010 r. powinna stanowić 7,5%, a w 2014 r. ma wzrosnąć do 14%. Podstawowy kierunek rozwoju stanowić będzie biomasa, dlatego też niezbędne jest zakładanie plantacji wysoko wydajnych roślin energetycznych, a ich uprawa powinna stać się jednym z priorytetowych działów produkcji rolnej, zapewniającym ciągłość dostaw surowca o wysokiej wartości kalorycznej (Majtkowski 2006, Majtkowska, Majtkowski 2003). Faber (2005) ocenia, że potencjał naszego kraju w tej dziedzinie jest bardzo wysoki i mógłby w 55% pokryć zapotrzebowanie na energię odnawialną w 2020 r.

Problemem związanym ze wzrastającą liczbą oczyszczalni ścieków jest zagospodarowanie powstających w nich odpadów. Według danych GUS (2005) oczyszczalnie komunalne wyprodukowały w 2000 r. łącznie 359,8 tys. ton suchej masy osadów, a w 2004 r. ilość ta wzrosła do 476,1 tys. ton. Prognozy wskazują, że w 2014 r. wartość ta przekroczy 700 tys. ton. Zagospodarowanie osadów ściekowych wymaga znacznych nakładów finansowych, dlatego poszukuje się nowych, skutecznych, ekonomicznie uzasadnionych i proekologicznych metod ich utylizacji (Krzywy i Iżewska 2004, Fukas-Płonka, Janik 2006). Jedną z nich może być wykorzystanie roślin do oczyszczania osadów ściekowych w procesie fitoremediacji – badania potwierdziły bowiem wysokie walory nawozowe osadów ściekowych (Kaniuczak 2003, Baran, Turski 1999).

Do roślin przydatnych do fitooczyszczania osadów najbardziej nadają się gatunki wieloletnie, niestanowiące pokarmu dla ludzi i zwierząt, charakteryzujące się szybkim przyrostem biomasy, właściwością pobierania i biodegradacji zanieczyszczeń organicznych i metali ciężkich oraz zdolnością regeneracji po ścięciu. Jedną z nich wydaje się być triploidalny mieszaniec międzygatunkowy – miskant olbrzymi (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deu.), zwany także trawą słoniową lub trzciną chińską (Ociepa i wsp. 2008, Kotecki 2010, Lewandowski 2005). Trawy z rodzaju *Miscanthus* odznaczają się dużą wydajnością produkcji suchej masy ze względu na przynależność do grupy roślin szlaku fotosyntetycznego C-4 (Bullard i wsp. 1995, Majtkowska, Majtkowski 2003). Mogą być one wykorzystywane w przemyśle papierniczym, budowlanym, chemicznym czy też energetycznym (Lewandowski i wsp. 2000, 2003, Lewandowski 2005, Podleśny 2005). Ponadto podkreślane jest działanie przeciwerozyjne (Lewandowski 2005, Podleśny 2005) oraz rola miskantusa olbrzymiego w sekwestracji węgla (Hansen i wsp. 2004, Borzęcka-Walker 2008). Doświadczenia Kalembasy i Malinowskiej (2008, 2009, 2010) oraz Krzywego i wsp. (2003) wskazują, że pokrewny gatunek, a zarazem komponent rodzicielski – miskant cukrowy (*M. sacchariflorus*) pobiera wielokrotnie większą ilość

metali ciężkich na poletkach z zastosowaniem osadu ściekowego niż nawożony mineralnie. W dostępnej literaturze brak jednak jak dotąd badań nad wpływem osadu ściekowego na miskant olbrzymi.

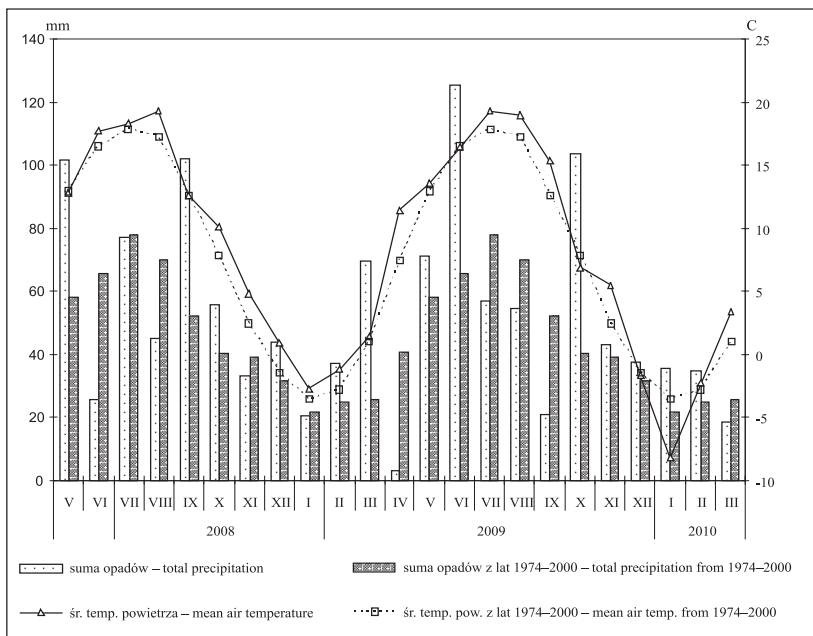
MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenie polowe przeprowadzone w latach 2007–2009 zlokalizowano w miejscowości Borownica na terenie składowiska odpadów należącego do ZGK w Janowie Lubelskim. Doświadczenie przeprowadzono na glebie o składzie mechanicznym gliny piaszczystej o pH 6,29, niskiej zawartości fosforu, potasu i magnezu (odpowiednio: 30,9 i 91,3 oraz 41 mg·kg⁻¹ gleby) oraz zawartości 151,1 mg Mn, 1,7 mg Cu, 5,2 mg Zn, 1 170 mg Fe·kg⁻¹ gleby (formy przyswajalne), a także 0,27 mg Cd, 13,67 mg Pb, 6,39 mg Ni, 31,97 mg Zn, 3,2 mg Cu, 357 mg Mn, 7 659 mg Fe, 9,66 mg Cr·kg⁻¹ p.s.m. gleby w trzech powtórzeniach na poletkach o powierzchni 14,4 m². W doświadczeniu użyto prasowanego i składowanego przez 1 rok w lagunie komunalnego osadu ściekowego charakteryzującego się zawartością 13,3% suchej masy, 59,4% materii organicznej, 7,45% azotu ogólnego, 2,23% azotu amonowego, 2,25% P ogólnego, 0,29% Ca, 0,28% Mg, 42,9 mg·kg⁻¹ sm Pb, 2,35 mg·kg⁻¹ sm Cd, 14,8 mg·kg⁻¹ Ni, 1005 mg·kg⁻¹ Zn, 111 mg·kg⁻¹ Cu, 25,4 mg·kg⁻¹ Cr. Obecności bakterii chorobotwórczych z rodzaju *Salmonella* czy żywych jaj pasożytów jelitowych nie wykryto. Zatem wstępne badania chemiczne i biologiczno-sanitarne wykazały, że zgodnie z przepisami ustawy o odpadach (Rozporządzenie 2002) osad ten może być wykorzystywany jako nawóz niekonwencjonalny. Zastosowane dawki osadu wynosiły: 0, 20, 40, 60 t s.m./ha. Ze względu na znaczną zawartość wody osad został wymieszany z powierzchniową warstwą gleby do głębokości 25 cm późną jesienią 2007 r. Na obiektach z osadem ściekowym zastosowano uzupełniającą dawkę nawozu potasowego w ilości 100 kg K/ha.

Do założenia doświadczenia użyto sadzonek *in vitro* wyprodukowanych przez firmę VitroGen Sp. z o.o. z Bydgoszczy. Po umieszczeniu 8–10 cm siewek w paletach wielokomórkowych na okres 4 tygodni w szklarni (w celu ukorzenienia), wysadzono je 28 maja 2008 r. w rozstawie 80x75 cm. Doświadczenie założone zostało metodą bloków zrandomizowanych w trzech powtórzeniach na poletkach o powierzchni 12,6 m². W czasie pierwszego roku wegetacji kilkakrotnie (w miarę potrzeby) przeprowadzano zabiegi agrotechniczne – ręczne odchwaszczanie oraz spulchnianie gleby za pomocą pielnika; w drugim roku te zabiegi nie były konieczne ze względu na silne rozkrzewienie się roślin i dobre ocienienie gleby. W połowie października 2008 i 2009 r. przeprowadzono zbiór części nadziemnej z każdego poletka. Poddano ją wówczas szczegółowym pomiarom biometrycznym, które miały na celu określenie: długości i liczby źdźbeł, powierzchni plonów suchej masy części nadziemnych oraz średnicy źdźbła mierzonej u podstawy zebranych z 5 roślin pomiarowych z każdego poletka. Podczas pierwszej zimy poletka ściółkowano słomą, a przeżywalność roślin po zimie corocznie określano na podstawie liczby roślin tworzących nowe pędy wiosną kolejnego roku i ich udziału w ogólnej liczbie wysadzonych wiosną 2008 r. roślin.

Wyniki liczbowe opracowano statystycznie, określając istotność otrzymanych różnic za pomocą testu Tukey'a z 5% ryzykiem błędu.

Warunki meteorologiczne w latach badań były zróżnicowane (rys. 1). W 2008 r., tuż po posadzeniu roślin na poletkach, notowano większą ilość opadów niż w wieloleciu, co sprzyjało przyjmowaniu się roślin, natomiast w późniejszym okresie wegetacji (aż do września) notowano niższą niż w wieloleciu ilość opadów atmosferycznych, co przy wysokich średnich temperaturach powietrza nie sprzyjało rozwojowi roślin i mineralizacji osadu ściekowego. W okresie zimowym średnia miesięczna temperatura powietrza była wyższa niż wyliczona z wielolecia, jednakże notowano częste obniżki temperatury na przemian z ociepleniami (np. średnie dekadowe wartości temperatury powietrza w styczniu 2009 r. wynosiły odpowiednio $-7,1^{\circ}\text{C}$, $-2,2^{\circ}\text{C}$ i $0,9^{\circ}\text{C}$, zaś w lutym 2009 r.: $1,53^{\circ}\text{C}$, $-3,1^{\circ}\text{C}$ i $-2,3^{\circ}\text{C}$), co wpłynęło na gorsze przetrwanie roślin. W kolejnym roku uprawy (2009) notowano wysokie średnie temperatury powietrza i nierównomierny rozkład opadów atmosferycznych (szczególnie wysokie sumy opadów zaobserwowano w maju i czerwcu, a następnie miesięczna suma opadów była niższa niż w wieloleciu). W okresie jesiennym zanotowano obfite i wczesne opady śniegu (połowa X), zaś w zimie (XII, I) średnie miesięczne temperatury powietrza były znacznie niższe niż w wieloleciu (a w trzeciej dekadzie stycznia 2010 r. dochodziły do $-11,9^{\circ}\text{C}$), co mogło być powodem gorszego przetrwania roślin.



Rys. 1. Suma opadów i średnia temperatura powietrza w 2008 i 2009 r. według Obserwatorium Agrometeorologicznego w Felinie

Fig. 1. Total precipitation and mean air temperature in 2008 and 2009 acc. to Agrometeorological Observatory in Felin

WYNIKI I OMÓWIENIE

Zróżnicowane dawki osadu ściekowego wprowadzone jesienią przed założeniem plantacji miskanta wpłynęły w istotny sposób na przezimowanie roślin, uzyskiwane plony biomasy części nadziemnej oraz jej parametry jakościowe (tab. 1–3).

Tabela 1

Table 1

Plony powietrznie suchej masy części nadziemnej ($t \cdot ha^{-1}$) oraz powietrznie sucha masa roślin pomiarowych miskanta olbrzymiego w zależności od dawki osadu ściekowego w 1. i 2. roku uprawy (średnio w latach 2008–2009)

Yields of air dry matter of aboveground parts of *Miscanthus x giganteus* plants ($t \cdot ha^{-1}$) and air dry matter of aboveground parts per plant depending on the sewage sludge dose in 1. and 2. year of vegetation (mean from 2008–2009)

Dawka osadu ($t \cdot ha^{-1}$) Sewage sludge dose	Plon powietrznie suchej masy części nadziemnej ($t \cdot ha^{-1}$) Yields of air dry matter of aboveground parts			Powietrznie sucha masa części nadziemnej z rośliny ($g \cdot rośl.^{-1}$) Air dry matter of aboveground parts per plant ($g \cdot plant^{-1}$)	
	2008	2009	Łącznie – Total	2008	2009
0	1,95a	15,53a	17,48	117,1a	931,5a
20	1,50bc	12,90bc	14,40	90,1bc	774,0b
40	1,33b	10,50b	11,83	79,5b	629,7c
60	1,19b	8,41b	9,60	71,4b	504,6d
NIR _{0,05}	0,311	2,431		17,44	94,49

* grupy jednorodne wyznaczone przy użyciu testu Tukeya, $\alpha = 0,05$ – homogeneous groups according to the Tukey's test, $\alpha = 0.05$

Tabela 2

Table 2

Średnie wysokość, liczba i grubość źdźbła miskanta olbrzymiego w zależności od dawki osadu ściekowego w 1. i 2. roku uprawy (średnio w latach 2008–2009)

Average height, number and diameter of *Miscanthus x giganteus* depending on the sewage sludge dose in 1. and 2. year of vegetation (mean from 2008–2009)

Dawka osadu ($t \cdot ha^{-1}$) Sewage sludge dose	Średnia wysokość źdźbła (cm) Average height of blade		Średnica źdźbła u pod- stawy (mm) Diameter of blade at the base		Średnia liczba źdźbeł z rośliny (szt. $\cdot rośl.^{-1}$) Average blade number per plant (unit $\cdot plant^{-1}$)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
0	62,6a	272,4a	5,18	6,52a	39,5a	44,3a
20	54,2ab	268,8a	4,72	7,96b	32,4b	57,0b
40	51,9b	255,7a	4,79	9,66c	36,7a	58,2b
60	52,4b	244,6b	4,84	7,02a	39,2a	59,5b
NIR _{0,05}	*9,00	*24,86	r.n. n.s.	1,104	3,49	5,88

*grupy jednorodne wyznaczone przy użyciu testu Tukeya, $\alpha = 0,05$ – homogeneous groups according to the Tukey's test, $\alpha = 0.05$

Tabela 3

Table 3

Straty pozimowe (%) po 1. i 2. roku uprawy w zależności od dawki osadu ściekowego (średnio w latach 2008–2009)
 Plant losses (%) after the first and second year of cultivation depending on the sewage sludge dose (mean from 2008–2009)

Dawka osadu (t·ha ⁻¹) Sewage sludge dose	Straty pozimowe (%) po 1. roku uprawy Plant losses (%) after the first year of cultivation	Straty pozimowe po 2. roku uprawy (%) Plant losses after the second year of cultivation
	2008	2009
0	6,3a	0
20	20,8ab	4,2
40	22,9b	4,2
60	27,1b	6,3
NIR _{0,05}	1,61	r.n. n.s.

* grupy jednorodne wyznaczone przy użyciu testu Tukeya, $\alpha = 0,05$; homogeneous groups according to the Tukey's test, $\alpha = 0.05$

W doświadczeniu stwierdzono istotny wpływ osadu ściekowego na plonowanie *Miscanthus x giganteus* (tab. 1–2). Niezależnie od zastosowanej jego dawki plony powietrznie suchej masy części nadziemnych zbieranych jednokrotnie w okresie jesiennym wahały się od 1,19 do 1,95 t·ha⁻¹ w pierwszym roku wegetacji i były ponad siedmiokrotnie mniejsze niż w kolejnym roku (średnio 11,83 t·ha⁻¹). Podobne plony biomasy otrzymali Borzęcka-Walker (2008), Podleśny (2005), Bullard i wsp. (1995), Acaroglu i Aksoy (2005) Heaton i wsp. (2008) oraz Kotecki (2010). Były one natomiast wyższe, niż stwierdzone w Niemczech, Szwecji i Danii, lecz niższe od otrzymanych na południu Europy w badaniach Clifton-Brown i wsp. (2001), Lewandowski (2005) oraz Angelini i wsp. (2009). Sumaryczne z dwóch lat badań plony powietrznie suchej masy części nadziemnych wahały się od 9,6 do 17,48 t·ha⁻¹. W pierwszym roku uprawy notowano zmniejszanie się plonów zarówno świeżej, jak i powietrznie suchej masy części nadziemnych wraz ze zwiększeniem dawki wprowadzonego osadu ściekowego (średnio odpowiednio o 23, 32 i 39% po wniesieniu odpowiednio 20, 40 i 60 t s.m. osadu·ha⁻¹). Podobnie w kolejnym roku wegetacji zaobserwowano zmniejszanie się zebranych jesienią plonów biomasy części nadziemnych w obiektach z zastosowaniem osadu ściekowego (średnio o 17% po wniesieniu 20 t s.m.·ha⁻¹, o 32% po zastosowaniu 40 t s.m. ·ha⁻¹ i o 46% po wprowadzeniu 60 t s.m. osadu·ha⁻¹ – tab.1). Otrzymana zależność nie była zgodna z uzyskaną u *M. sacchariflorus* przez Kalembasę i Malinowską (2008, 2009, 2010) oraz Krzywego i wsp. (2003), co wynikać mogło z różnic gatunkowych oraz z różnych warunków prowadzenia doświadczeń.

Powietrznie sucha masa części nadziemnych pojedynczych roślin miskanta wahała się odpowiednio w dwóch kolejnych latach wegetacji połowej od 71,4 i 504,6 (obiekt z zastosowaniem największej dawki osadu ściekowego) do 117,1 i 931,5 g·roślina⁻¹ (obiekt

kontrolny). Podobnie jak w przypadku plonów z jednostki powierzchni w doświadczeniu notowano tendencję zmniejszania się masy źdźbeł z rośliny wraz ze zwiększeniem ilości wprowadzonego osadu ściekowego (tab. 1). Ilość powietrznie suchej masy pojedynczych roślin była porównywalna z wynikami badań Bullarda i wsp. (1995), Jeżowskiego (2008) oraz Burnera i wsp. (2009).

Wysokość roślin, liczba pędów oraz ich średnica są cechami genotypowymi (Clifton-Brown i wsp. 2001). W pierwszym roku uprawy rośliny miskanta tworzyły przeciętnie od 32 do 39 źdźbeł o średnicy mierzonej u podstawy ok. 5 mm, sięgających od 52 do 63 cm wysokości. W kolejnym zaś liczba pędów zwiększyła się do 44–60 sztuk, zaś ich grubość wzrosła średnio o ponad połowę, a średnia wysokość źdźbła wahała się od 245 do 272 cm. Obserwowane parametry roślin miskanta zgodne były z wynikami uzyskanymi przez Borzęcką-Walker (2008), Clifton-Brown i wsp. (2001), Bullard i wsp. (1995), Burnera i wsp. (2009), Koteckiego (2010), Kalembsę i wsp. (2005), Angelini i wsp. (2009) oraz Jeżowskiego (2008). W obydwu badanych latach wegetacji zanotowano tendencję zmniejszania średniej wysokości roślin oraz zwiększania grubości pędów wraz ze wzrostem wprowadzonej jesienią, przed założeniem doświadczenia, dawki osadu ściekowego (tab. 2).

W uprawie miskanta największą wrażliwość na niskie temperatury stwierdza się w pierwszym roku po posadzeniu (Lewandowski i wsp. 2003). Nowe plantacje mają małe szanse na przetrwanie przy temperaturze gleby niższej niż -3°C na głębokości 5 cm (Clifton-Brown i wsp. 2001, Farrell i wsp. 2006), dlatego też podczas pierwszej zimy ściółkuje się je słomą lub włókniną. Clifton-Brown i Lewandowski (2000) stwierdzili, że genotypy miskanta mają różne zdolności przetrzymywania w miejscach charakteryzujących się ostrą zimą. W badaniach przeprowadzonych w Szwecji dwa genotypy miskanta olbrzymiego przetrzymały zaledwie w 1–7%, natomiast w Danii oba genotypy wymarły w 100%. Badania przeprowadzone w Polsce wskazują, że mieszańce *M x giganteus* dość dobrze zimują w naszych warunkach (Jeżowski 2008). W doświadczeniu własnym istotnie większe straty nasadzeń roślin wynikające z przebiegu zimy po pierwszym roku uprawy zaobserwowano w przypadku obiektów z zastosowaniem osadu ściekowego, z kolei na obiekcie kontrolnym były one średnio trzykrotnie mniejsze. Podczas drugiego okresu zimowego zanotowano natomiast straty wynikające zarówno z powodu występowania niskich temperatur, jak również takie, które mogły być spowodowane wczesnymi i obfitymi opadami śniegu oraz długim okresem zalegania okrywy śnieżnej (wahały się one od 4,2 do 6,3%). Na obiektach kontrolnych po pierwszym roku uprawy notowano straty roślin wynoszące średnio 6,3%, zaś po kolejnym okresie wegetacyjnym nie stwierdzono wypadów roślin na poletkach. Podobne straty po dwóch latach uprawy notowali w rejonie Puław Borzęcka-Walker (2008) oraz Heaton i wsp. (2008) w USA.

WNIOSKI

1. Miskant olbrzymi charakteryzuje się wysokim potencjałem produkcyjnym (łącznie w ciągu dwóch pierwszych lat uprawy zebrano od 9,6 do 17,48 t·ha⁻¹ p.s.m. części nadziemnych), przy czym największa część biomasy wytwarzana była w drugim roku wegetacji (średnio 88%).

2. Zastosowanie wzrastających dawek osadu ściekowego (20, 40, 60 t s.m. osadu·ha⁻¹) w uprawie tej rośliny nie wpłynęło pozytywnie na wytworzoną biomasę części nadziemnej, bowiem najmniejszymi stratami poziomowymi, największą wysokością i liczbą pędów, a w konsekwencji największym plonem źdźbeł odznaczały się rośliny rosnące na obiektach bez zastosowania osadu ściekowego, zaś wraz ze wzrostem zastosowanej dawki osadu notowano zmniejszenie uzyskanych plonów *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu.

PIŚMIENNICTWO

- Acaroglu M., Aksoy A., 2005. The cultivation and energy balance of *Miscanthus x giganteus* production in Turkey. *Biomass Bioenerg.*, 29, 42–48.
- Angelini L., Ceccarini L., Nassi N., Bonari E., 2009. Comparison of *Arundo donax* L. and *Miscanthus x giganteus* in a long-term field experiment in Central Italy: Analysis of productive characteristics and energy balance. *Biomass Bioenerg.*, 33, 635–643.
- Baran S., Turski R., 1999. Wybrane zagadnienia z utylizacji i unieszkodliwiania odpadów. Wyd. AR Lublin, 247–297.
- Borzęcka-Walker M., 2008. Produkcyjność miskanta (*Miscanthus* ssp.) w różnych warunkach siedliskowych i pogodowych. Pr dokt. IUNG PIB Puławy, 1–102.
- Bullard M., Heath M., Nixon P., 1995. Shoot growing, radiation interception and dry matter production and partitioning during the establishment phase of *Miscanthus sinensis* 'Giganteus' grown at two densities in UK. *Ann. Appl. Biol.* 126, 365–378.
- Burner D., Tew T., Harvey J., Belesky D., 2009. Dry matter partitioning and quality of *Miscanthus*, *Panicum* and *Saccharum* genotypes in Arkansas, USA. *Biomass Bioenerg.*, 33, 610–619.
- Clifton-Brown J.C., Lewandowski I., 2000. Overwintering problems of newly established *Miscanthus* plantations can be overcome by identifying genotypes with improved rhizome cold tolerance. *New Phytol.*, 148, 287–294.
- Clifton-Brown J.C., Lewandowski I., Andersson B., Basch G., Christian D., Bonderup-Kjeldsen J., Jørgensen U., Mortensen J., Riche A., Schwarz K., Tayebi K., Teixeira F., 2001. Performance of 15 *Miscanthus* genotypes at five sites in Europe. *Agron. J.*, 93, 1013–1019.
- Faber A., 2005. Potencjał uprawy roślin energetycznych w Polsce. *Więś Jutra*, 7(84), 21–22.
- Farrell A.D., Clifton-Brown J.C., Lewandowski I., Jones M.B., 2006. Genotypic variation in cold tolerance influences the yield of *Miscanthus*. *Ann. Appl. Biol.*, 149, 337–345.
- Fukas-Płonka Ł., Janik M., 2006. Kierunki ostatecznego unieszkodliwiania osadów ściekowych. *Mat. Konf. Nauk.-Techn. „Kompleksowa gospodarka wodno-ściekowa w aspekcie norm unijnych”*, Jastrząb, 25–27 IX, 2006, 26–39.
- Hansen E.M., Christensen B.T., Jensen L.S., Kristensen K., 2004. Carbon sequestration in soil beneath long-term *Miscanthus* plantations as determined by ¹³C abundance. *Biomass Bioenerg.*, 26, 97–105.

- Heaton E., Dohleman F., Long S., 2008. Meeting US biofuel goals with less land: the potential of *Miscanthus*. *Global Change Biol.*, 14, 2000–2014.
- Jeżowski S., 2008. Yield traits of six clones of *Miscanthus* in the first 3 years following planting in Poland. *Ind. Crop Prod.*, 27, 65–68.
- Kalembasa D., Janinhoff A., Malinowska E., Jaremko D., Jeżowski S., 2005. Zawartość siarki w wybranych klonach trawy *Miscanthus*. *J. Elementom.*, 10(2), 309–314.
- Kalembasa D., Malinowska E., 2008. Wpływ dawek osadu ściekowego na plon biomasy trawy *Miscanthus sacchariflorus* (Maxi.) Hack., zawartość siarki oraz wartość energetyczną. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 533, 173–179.
- Kalembasa D., Malinowska E., 2009. Influence of sewage sludge fertilization on heavy metal content in biomass of silver grass during field experiment. *Envir. Protect Eng.*, 35(2), 149–155.
- Kalembasa D., Malinowska E., 2010. Działanie osadu ściekowego na zawartość metali ciężkich w biomacie trawy *Miscanthus sacchariflorus* oraz w glebie. *Ochr. Środ. Zas. Nat.*, 42, 198–203.
- Kaniuczak J., 2003. Fitoremediacja i jej znaczenie w ochronie środowiska i rolnictwie ekologicznym. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 399 (89), 37–44.
- Kotecki A. (red.), 2010. Uprawa miskanta olbrzymiego. Energetyczne i pozaenergetyczne możliwości wykorzystania słomy. Wyd. UP Wrocław.
- Krzywy E., Iżewska A., 2004. Gospodarka ściekami i osadami ściekowymi. Wyd. AR Szczecin.
- Krzywy E., Iżewska A., Jeżowski S., 2003. Ocena możliwości wykorzystania komunalnego osadu ściekowego do nawożenia trzciny chińskiej (*Miscanthus sacchariflorus* Maxim.) Hack. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 494, 225–232.
- Lewandowski I., 2005. Miskantus – biomasa przyszłości. *Czysta energia*, 12, 18–19.
- Lewandowski I., Clifton-Brown J.C., Scurlock J., Huisman W., 2000. *Miscanthus*: European experience with a novel energy crop. *Biomass Bioenerg.*, 19, 209–227.
- Lewandowski I., Scurlock J., Lindavall E., Christou M., 2003. The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass Bioenerg.*, 25, 335–361.
- Majtkowska G., Majtkowski W., 2003. Obserwacje nad rozwojem traw o typie fotosyntezy c4 w warunkach Polski. komunikat. *Biul. IHAR*, 225, 387–392.
- Majtkowski W., 2006. Bioróżnorodność upraw energetycznych podstawą zrównoważonego rozwoju. *Probl. Inż. Rol.*, 2, 25–35.
- Ociepa A., Lach A., Gałczyński Ł., 2008. Korzyści i ograniczenia wynikające z zagospodarowania gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi pod uprawy roślin przemysłowo-energetycznych. *Proc. ECOpole*, 2(1), 231–235.
- Podleśny J., 2005. Miskant olbrzymi (*Miscanthus x giganteus*) – uprawa i możliwości wykorzystania. *Więś Jutra*, 7(84), 36–37.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie komunalnych osadów ściekowych z dnia 1 sierpnia 2002 roku. *Dz. U. Nr. 134*, po. 1140.

PRELIMINARY STUDY ON THE EFFECT OF SEWAGE SLUDGE ON *MISCANTHUS X GIGANTEUS* YIELDING

Summary

Nowadays an important problem is waste appearing in sewage treatment plants reclaiming (a. a sewage sludge). Cultivation of perennial crops grown for energy on sewage sludge, enabling yields increasing, improving biological and physic-chemical properties of soil and on the other hand phytoremediation of contaminations incorporated seems to be a good way out.

The aim of the study was the estimation of differentiated doses of sewage sludge effect (0, 20, 40, 60 t d.m.·ha⁻¹) on yielding and quality of energetic raw material of *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu. in two first years of cultivation (2008–2009). A field experiment was led in Borownica on landfill site belonging to MSD in Janów Lubelski on sandy loam. In the experiment *in vitro* seedlings of *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu. produced by VitroGen Sp. z o.o. from Bydgoszcz planted in rows 80x75 cm were used.

Species under study was characterized by high yield of aboveground biomass (totally in two first years of cultivation there were harvested from 9,6 do 17,48 t air d.m. of aboveground parts). Moreover the highest amount of biomass was obtained in the second year of vegetation (on average 88%). Differentiated sewage sludge doses incorporated before planting didn't positively affect the aboveground biomass, because plants grown in control object (without sewage sludge application) were characterized by the highest stems, aboveground parts yields and the lowest winter losses and along with increase of sewage sludge dose there was observed decrease of yields.

KEY WORDS: *Miscanthus x giganteus* Greef et Deu., sewage sludge, biomass yields

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Jerzy Szukała, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Wacław Jarecki, Dorota Bobrecka-Jamro

**WPLYW DOLISTNIE STOSOWANEGO MOCNIKA
Z MIKROKOMPLEXEM NA WIELKOŚĆ I JAKOŚĆ PLONU
NASION RZEPAKU JAREGO**

**INFLUENCE OF USED ON LEAVES UREA
WITH MICROCOMPLEX ON SIZE AND QUALITY
OF CROP OF SPRING RAPE**

*Katedra Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Rzeszowski
Department of Crop Production, University of Rzeszów*

W latach 2006–2008 przeprowadzono ściśle doświadczenie polowe, którego celem było określenie reakcji roślin rzepaku jarego na dolistne dokarmianie Mocznikiem z Mikrokomplexem. Stwierdzono, że jednokrotna aplikacja mieszanki nawozów istotnie zwiększyła liczbę łuszczyń na roślinie, zaś dwukrotna – dodatkowo masę tysiąca nasion. Plon nasion był istotnie wyższy na obiektach dokarmianych w porównaniu z kontrolnymi. Uzyskana zwyżka plonu nasion po jednokrotnym i dwukrotnym dokarmieniu wyniosła odpowiednio 0,34 t·ha⁻¹ i 0,42 t·ha⁻¹. Zawartość białka ogólnego w nasionach istotnie wzrosła jedynie po dwukrotnym oprysku, a zawartość tłuszczu surowego nie była w sposób istotny uzależniona od zastosowanego dokarmiania. Plon biologiczny tłuszczu surowego był jednak wyższy na obiektach nawozowych w porównaniu z obiektem kontrolnym, co potwierdzono statystycznie.

SŁOWA KLUCZOWE: dokarmianie dolistne, rzepak jary, mocznik, Mikrokomplex, makro- i mikroelementy

WSTĘP

Dolistne dokarmianie jest elementem agrotechniki wielu roślin uprawnych. Zabieg ten pozwala na szybkie wprowadzenie do części nadziemnych roślin deficytowych składników pokarmowych (Czuba 2000, Gembarzewski 2000, Szewczuk, Michałojć 2003,

Do cytowania – For citation: Jarecki W., Bobrecka-Jamro D., 2010. Wpływ dolistnie stosowanego Mocznika z Mikrokomplexem na wielkość i jakość plonu nasion rzepaku jarego. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCVII, 578, 267–274.

Grzyś 2004, Jaskulski 2004, Szewczuk, Sugier 2009). Dolistnie można zastosować makro- i mikroelementy. Te ostatnie zwykle tylko w tej formie są dostarczane roślinom podczas ich wzrostu i rozwoju. Niedobór mikroelementów w glebach Polski jest zróżnicowany regionalnie i dotyczy głównie boru oraz miedzi (Gembarzewski 2000, Lipiński 2009). Ponieważ mikroelementy są na ogół słabo reutilizowane w roślinie, za korzystne uznaje się ich kilkakrotne stosowanie w okresie wegetacji (Czuba 2000, Hoffmann, Górecki 2000, Szewczuk, Michałojć 2003). W ofercie handlowej dostępne są zarówno nawozy jedno-, jak i wieloskładnikowe. Niewątpliwą zaletą nawozów dolistnych jest możliwość ich łącznego zastosowania ze środkami ochrony roślin, a często i z mocznikiem. Należy zaznaczyć, że mocznik, obok funkcji nawozowej, ułatwia wnikanie wielu substancji do roślin (Seta i wsp. 2000, Piwowar 2007, Szewczuk, Sugier 2009, Sztuder 2009). Ważny przy omawianiu dolistnego dokarmiania roślin jest również aspekt ekologiczny dotyczący tych mikroelementów, które są metalami ciężkimi (Filipek, Harasim 2007, Piwowar 2007, Sztuder 2009). W dotychczasowych badaniach (Budzyński, Jankowski 2003, Tobała, Muśnicki 2003, Jędrzejak i wsp. 2005, Cieśliński i wsp. 2007) określono wpływ doglebowego nawożenia azotem na wielkość i jakość uzyskiwanych plonów rzepaku jarego, mniej jest natomiast wyników dotyczących wieloskładnikowego dolistnego dokarmiania rzepaku jarego (Seta i wsp. 2000, Jarecki, Bobrecka-Jamro 2006). Celem badań było rozpoznanie reakcji roślin rzepaku jarego (odmiany Huzar) na jedno- i dwukrotne dolistne dokarmianie mieszanką Mocznika z Mikrokompleksem.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Ścisłe doświadczenia polowe z rzepakiem jarym (odmiana Huzar) przeprowadzono w latach 2006–2008 w Stacji Doświadczalnej Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego w Krasnem koło Rzeszowa. Było to doświadczenie jednoczynnikowe, przeprowadzone w czterech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były dolistne dokarmianie oraz obiekt kontrolny. Mieszankę nawozów Mocznika z Mikrokompleksem zastosowano jednokrotnie w fazie początku pąkowania oraz dwukrotnie w fazach początku i końca pąkowania. Jednorazowo aplikowano 36 kg Mocznika i 6 kg Mikrokompleksu na 1 ha. Skład chemiczny Mikrokompleksu przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1
Table 1

Skład chemiczny Mikrokompleksu (%)
Chemical composition of Mikrokomplex

Siarka Sulfur SO ₃	Magnez Magnesium MgO	Bor Boron	Miedź Copper	Mangan Manganese	Cynk Zinc	Molibden Molybdenum
32	16	0,05	0,3	0,35	0,2	0,01

Rzepak wysiano w ilości 150 kielkujących nasion na 1 m², w rozstawie rzędów 20 cm, na głębokość 2 cm. Siewy wykonano w następujących terminach: 20.04.2006 r., 5.04.2007 r. i 11.04.2008 r. Przedplonem corocznie był jęczmień jary. Powierzchnia poletek wynosiła 15 m² (do zbioru 12 m²). Nawożenie mineralne PK zastosowano pod orkę przedzimową; wynosiło ono 80 kg P₂O₅/ha i 120 kg K₂O/ha. Natomiast nawożenie azotowe (saletra amonowa 34%) zastosowano w dwóch terminach: 70 kg N/ha przed siewem i 50 kg N/ha w fazie rozety. Podczas wegetacji do zwalczania chwastów wykorzystano preparaty: Butisan Star 416 SC i Lontrel 300 SL, a do zwalczania szkodników Decis 2,5 EC.

W okresie wegetacji rzepaku prowadzono obserwacje wzrostu i rozwoju roślin. Obejmowały one: wschody, pąkowanie, kwitnienie oraz dojrzałość (techniczną i pełną). Obsadę roślin na 1 m² policzono w fazie pełni wschodów i przed zbiorem.

W fazie dojrzałości technicznej z każdego poletka pobrano 10 reprezentatywnych roślin i określono elementy ich struktury plonu: liczbę łuszczyn na roślinie, liczbę nasion w łuszczynie oraz masę tysiąca nasion (przy 15% wilgotności).

Zbiór rzepaku przeprowadzono jednoetapowo w dniach: 12.08.2006 r., 10.08.2007 r. i 8.08.2008 r. Uzyskaną z poletek masę nasion przeliczono na plon z 1 ha przy uwzględnieniu wilgotności 15%. Nasiona do analiz chemicznych pozyskiwano w trakcie zbioru, tworząc próbę ogólną dla każdej kombinacji i oznaczając w nich: tłuszcz surowy metodą Soxhleta, białko ogólne metodą Kjeldahla. Na podstawie wielkości plonu nasion i zawartości w nich tłuszczu wyliczono biologiczny plon tłuszczu surowego z jednostki powierzchni.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej – tzw. analiza wariancji (według modelu "split-plot"). Istotność różnic pomiędzy wartościami cech testowano na podstawie półprzedziałów ufności Tukeya, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Dla składu chemicznego nasion oraz biologicznego plonu tłuszczu surowego wykonano uproszczoną analizę zmienności. Do obliczeń wykorzystano program statystyczny AWAR (IUNG Puławy).

Warunki pogodowe podano według Biuletynów Agrometeorologicznych IMiGW w Warszawie, z zapisów stacji Meteorologicznej w Jasionce koło Rzeszowa. Analizy próbek glebowych dokonano w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Rzeszowie.

WYNIKI I OMÓWIENIE

W badanych sezonach układ warunków pogodowych (tab. 2) sprzyjał wzrostowi i rozwojowi roślin. Corocznie uzyskiwano wysoki plon nasion. Wałkowski (1998) podaje, że w południowo-wschodniej Polsce uzyskiwane są zadowalające plony rzepaku jarego, na co mają wpływ m.in. korzystne warunki wilgotnościowo-termiczne.

W latach prowadzenia badań wyraźnie zróżnicowana była długość trwania poszczególnych faz rozwojowych rzepaku jarego. Pełnię wschodów odnotowano po 8–11 dniach od daty wysiewu nasion. Faza pąkowania rzepaku trwała od 14 do 16 dni, zaś kwitnienia od 18 do 26 dni (tab. 3). Dokarmianie dolistne nie modyfikowało długości faz rozwojowych roślin. Najkrótszy okres wegetacji roślin odnotowano w 2006 r. (114 dni). Obsada roślin przed zbiorem wyniosła średnio: 94 szt. m² w 2006 r., 97 szt. m² w 2007 r. i 95 szt. m² w 2008 r.

Tabela 2
Table 2Warunki pogodowe w latach 2006–2008
Weather conditions in the years 2006–2008

Miesiące Months	Opady – Rainfall (mm)				Średnie temperatury (°C) Mean temperatures			
	2006	2007	2008	średnia average	2006	2007	2008	średnia average
Kwiecień – April	37,7	27,2	45,5	36,8	9,4	8,7	9,1	9,1
Maj – May	106,3	39,9	105,3	83,8	13,5	15,8	13,6	14,3
Czerwiec – June	91,2	70,5	86,7	82,8	17,0	19,2	18,1	18,1
Lipiec – July	15,9	73,6	117,6	69,0	20,9	20,2	18,9	20,0
Sierpień – August	103,5	87,9	55,3	82,2	18,4	18,9	18,8	18,7

Tabela 3
Table 3Przebieg wegetacji roślin rzepaku jarego w dniach od daty siewu
Course of vegetation of spring rape plants in days from data of seeding

Rok Year	Wschody Emergence	Pąkowanie Budding		Kwitnienie – Flowering		Dojrzałość Maturity	
		pełnia fully	długość trwania, dni period dura- tion, days	pełnia fully	długość trwania, dni period dura- tion, days	techniczna technical	pełna fully
2006	8	53	14	64	18	109	114
2007	11	57	14	75	26	118	127
2008	11	52	16	74	25	112	119
Średnia Mean	10,0	54,0	14,7	71,0	23,0	113,0	120,3

Doświadczenie zostało założone na glebie klasy bonitacyjnej IIIa o pH w granicach od 5,7 (2008 r.) do 6,0 (2006 r.). Zawartość oznaczonych makro- i mikroelementów w glebie była na średnim lub niskim poziomie. Jedynie w 2008 r. odnotowano bardzo niską zawartość magnezu (tab. 4).

Jednokrotna i dwukrotna aplikacja Moczniaka z Mikrokompleksem istotnie zwiększyła średnią liczbą łuszczyń na roślinie rzepaku jarego (tab. 5). Uzyskana różnica wyniosła odpowiednio 22,0 i 18,9 % w porównaniu z roślinami z kontroli. We wcześniejszych badaniach autorów (Jarecki, Bobrecka-Jamro 2006) parametr tej cechy w podobnym zakresie zwiększyło dokarmianie Basfoliarem 12-4-6+S z Soluborem DF.

W przeprowadzonym doświadczeniu łuszczyzny rzepaku jarego zawierały przeciętnie 20,8 nasion (tab. 5). Nie udowodniono istotnego zróżnicowania badanej cechy pod wpływem dokarmiania dolistnego. MTN wyniosła średnio 3,5 g, a dwukrotny oprysk dolistny

istotnie zwiększył dorodność nasion. Cieśliński i wsp. (2007) podają, że liczba nasion w łuszczyńce i MTN w mniejszym stopniu niż liczba łuszczyń na roślinie determinują wielkość plonu nasion rzepaku jarego.

Tabela 4

Table 4

Wyniki analizy gleby
Results of soil analysis

Rok – Year	pH KCl	Przyswajalne – Available							
		makroskładniki (mg/100g gleby) macroelements (mg/100 g of soil)			mikroskładniki (mg/kg gleby) microelements (mg/kg of soil)				
		P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	B
2006	6,00	9,76	18,1	3,7	2,6	430	4,15	975	1,20
2007	5,79	10,90	18,2	3,7	4,8	444	4,00	964	1,72
2008	5,66	13,10	15,5	2,2	4,2	459	5,30	1110	1,65

Tabela 5

Table 5

Elementy struktury plonu rzepaku jarego (średnia z lat)
Yield components of spring rape (mean for years)

Dokarmianie dolistne Foliar fertilization	Liczba łuszczyń na roślinie – Number of siliques on one plant	Liczba nasion w łuszczyńce – Number of seeds in one silique	Masa tysiąca na- sion (g) – Mass of 1 000 seeds
kontrola – control	50,53	19,30	3,18
jednokrotne – single	61,66	21,76	3,32
dwukrotne – double	60,08	21,36	3,69
NIR _{0,05}	8,462	r.n.	0,412
średnio – mean	57,42	20,81	3,50

r.n. – różnica nieistotna – non significant difference

W latach badań średni plon nasion rzepaku wyniósł 3,19 t·ha⁻¹, a dokarmianie dolistne korzystnie wpłynęło na jego wielkość (tab. 6). W porównaniu z kontrolą jednokrotna i dwukrotna aplikacja Mocznika z Mikrokompleksem zwiększyła plon nasion odpowiednio o 0,34 i 0,42 t·ha⁻¹, tj. o 11,6 i 14,3%. Różnice te potwierdzono statystycznie. Szewczuk i Michajłóc (2003) podają, że w wyniku dolistnego dokarmiania można oczekiwać wzrostu plonów roślin uprawnych rzędu 8–20%.

Tabela 6
Table 6Plon nasion (t·ha⁻¹)
Yield seeds (t·ha⁻¹)

Dokarmianie dolistne Foliar fertilization	2006	2007	2008	Średnia z lat – Mean for years
kontrola – control	2,88	3,01	2,93	2,94
jednokrotne – single	3,37	3,38	3,10	3,28
dwukrotne – double	3,44	3,42	3,22	3,36
NIR _{0,05}	0,390	0,313	r.n.	0,302
średnia – mean	3,23	3,27	3,08	3,19

r.n. – różnica nieistotna – non significant difference

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że zawartość białka ogólnego była istotnie wyższa w nasionach pozyskanych z obiektu dwukrotnie dokarmianego dolistnie (25,38%) w porównaniu z nasionami pozyskanymi z kontroli (24,00%). Stosowane dokarmianie dolistne nie modyfikowało znacznie zawartości tłuszczu surowego w suchej masie nasion. Nasiona rzepaku jarego zawierały średnio 40,3 % tłuszczu surowego (tab. 7). Plon tłuszczu surowego z 1 ha rzepaku był jednak w dużym stopniu zróżnicowany i wyniósł średnio 1287 kg·ha⁻¹. Różnica po jedno- i dwukrotnym użyciu Mocznika z Mikrokompleksem wyniosła odpowiednio 118 kg·ha⁻¹ i 131 kg·ha⁻¹ w porównaniu z kontrolą (tab. 7). Uzyskane wyniki pozwalają wnioskować, iż wieloskładnikowe dokarmianie dolistne daje korzystne efekty. Podobne wyniki dotyczące dokarmiania rzepaku nawozami wieloskładnikowymi lub mieszanymi podają również inni autorzy (Sienkiewicz-Cholewa 2002, Jarecki, Bobrecka-Jamro 2006, Figas 2009).

Tabela 7
Table 7Zawartość białka i tłuszczu w nasionach rzepaku jarego oraz biologiczny plon tłuszczu
Content of protein and fat in seeds of spring rape and biological crop of fat

Dokarmianie dolistne Foliar fertilization	Białko (%) Protein	Tłuszcz (%) Fat	Plon tłuszczu (kg·ha ⁻¹) Yield fat
kontrola – control	24,00	40,96	1204
jednokrotne – single	24,50	40,30	1322
dwukrotne – double	25,38	39,74	1335
NIR _{0,05}	1,252	r.n.	113,401
średnia – mean	24,63	40,33	1287

WNIOSKI

1. Wzrost i rozwój roślin rzepaku jarego modyfikowały zmienne warunki siedliskowe. Stosowana mieszanka nawozów nie różnicowała przebiegu faz rozwojowych i okresu wegetacji roślin.
2. Jednokrotne dolistne dokarmienie rzepaku jarego skutkowało osadzeniem większej liczby łuszczyń na roślinie, zaś dwukrotne – dodatkowo zwiększyło masę tysiąca nasion, co potwierdzono statystycznie.
3. Aplikowana mieszanka Mocznika z Mikrokompleksem wpłynęła na wzrost plonu nasion rzepaku jarego. Plon nasion w porównaniu z kontrolą po jednokrotnym i dwukrotnym oprysku był wyższy odpowiednio o 11,6 i 14,3%.
4. Zawartość tłuszczu surowego w nasionach utrzymywała się na jednakowym statystycznie poziomie. Jednak plon tłuszczu surowego był istotnie wyższy na obiektach dokarmianych w porównaniu z kontrolnym. Zawartość białka ogólnego w nasionach była istotnie wyższa tylko po dwukrotnym dolistnym oprysku.

PIŚMIENNICTWO

- Budzyński W., Jankowski K., 2003. Poziom agrotechniki a struktura i plon nasion rzepaku jarego. Biuletyn IHAR., 228, 161–174.
- Cieśliński M., Ostrowska D., Gozdowski D., 2007. Wpływ zagęszczenia roślin oraz nawożenia azotem na wybrane cechy morfologiczne i plonowanie rzepaku jarego (*Brassica napus* var. *Oleifera* f. *annua*), cz. II: Plon i jego składowe. Rośliny oleiste, T. XXVIII, 251–260.
- Czuba R., 2000. Mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 471, 161–169.
- Figas A., 2009. Wpływ sposobu nawożenia siarką i dolistnej aplikacji magnezu i boru na plonowanie rzepaku jarego oraz zawartość glukozyolanów w nasionach. *Fragm. Agron.*, 26(1), 25–33.
- Filipek T., Harasim P., 2007. Kumulacja pierwiastków śladowych (Zn i Ni) w biomase pszenicy jarej i rzepaku jarego dokarmianych dolistnie mocznikiem i nawozami mikroelementowymi. *Acta Agrophysica*, 9(3), 591–602.
- Gembarzewski H., 2000. Stan i tendencje zmian zawartości mikroelementów w glebach i roślinach z pól produkcyjnych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 471, 171–179.
- Grzyś E., 2004. Rola i znaczenie mikroelementów w żywieniu roślin. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 502, 89–99.
- Hoffmann J., Górecki H., 2000. Nowe technologie wytwarzania nawozów mikroelementowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 471, 637–645.
- Jarecki W., Bobrecka-Jamro D., 2006. Reakcja rzepaku jarego na dolistne dokarmianie nawozami wieloskładnikowymi, [w:] Zin M., Znamierowska A. (red.). *Aspekty technologiczne i ekonomiczne gospodarki żywnościowej regionu podkarpackiego*. *Mat. Konf. Uniwersytet Rzeszowski*, 258–268.
- Jaskulski D., 2004. Efektywność dolistnego stosowania nawozów „Sonata”. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 1, 431–439.
- Jędrzejak M., Kotecki A., Kozak M., Malarz W., 2005. Wpływ zróżnicowanych dawek azotu na rozwój i plonowanie rzepaku jarego. *Rośliny oleiste*, T. XXVI, 125–138.

- Lipiński W., 2009. Ocena zasobności gleb Polski w mikroelementy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 541, cz. II, 291–296.
- Piwoń A., 2007. Nowe produkty w grupie nawozów mineralnych i ich marketing. Roczniki Naukowe SERiA, IX, 3, 164–168.
- Seta G., Drzewiecki S., Mrówczyński M., 2000. Opłacalność stosowania insektycydów i ich mieszanin z nawozami do dolistnego stosowania w zwalczaniu słodyszka rzepakowego na rzepaku jarym w latach 1998–1999. Rośliny oleiste, XXI, 113–118.
- Sienkiewicz-Cholewa U., 2002. Znaczenie mikroelementów w nawożeniu rzepaku. Post. Nauk Rol., 5, 19–28.
- Szewczuk Cz., Michałojć Z., 2003. Praktyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. Acta Agrophysica, 85, 19–29.
- Szewczuk C., Sugier D., 2009. Ogólna charakterystyka i podział nawozów dolistnych oferowanych na polskim rynku. Annales UMCS, Sec. E, LXIV, 1, 29–36.
- Sztuder H., 2009. Ocena efektywności dolistnego dokarmiania wybranych gatunków roślin nawozami płynnymi zawierającymi mikroelementy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 541, cz. II: 417–424.
- Toboła P., Muśnicki C., 2003. Wpływ wzrastających dawek nawożenia azotem na plonowanie rzepaku jarego. Rośliny oleiste, XXIV, 121–130.
- Wałkowski T., 1998. Rzepak jary. IHAR Poznań, 1–15.

INFLUENCE OF USED ON LEAVES UREA WITH MICROCOMPLEX ON SIZE AND QUALITY OF CROP OF SPRING RAPE

Summary

In years 2006–2008 the detailed field research was carried which goal was to identify the reaction of spring rape to Urea with Microcomplex used on leaves. It was noticed that one application of fertilizer mixture considerably increased the amount of siliquae on the plant and two applications additionally increased the mass of one thousand seeds. The seed crop was considerably higher on plants that were extra fed in comparison with the control sample. The obtained increase of seed crop after one application amounted to 0,34 t·ha⁻¹ and after two applications to 0,42 t·ha⁻¹. The content of general fat in seeds increased only after two sprays and the content of raw fat did not depend considerably on extra feeding. But the biological crop of raw fat was higher on fertilized plants than on the control sample, what was statistically proved.

KEY WORDS: foliar nutrition, spring rape, urea, Mikrokomplex, macro- and microelements

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Jezry Szukała, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu