

**ZESZYTY NAUKOWE
UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO
WE WROCŁAWIU**

NR 573

ROLNICTWO

AGRONOMY

XCIV

**ZESZYTY NAUKOWE
UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO
WE WROCŁAWIU**

NR 573

ROLNICTWO

AGRONOMY

XCIV



WROCŁAW 2009

Redaktor merytoryczny
prof. dr hab. Zofia Spiak

Opracowanie redakcyjne
mgr Elżbieta Winiarska-Grabosz

Korekta:
Janina Szydłowska

Łamanie
Alina Gebel

Projekt okładki
Grażyna Kwiatkowska

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2009

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. 6,0. Ark. druk 6,25.
Druk i oprawa: EXPOL, P. Rybiński, J. Dąbek, Spółka Jawna
ul. Brzeska 4, 87-800 Włocławek

SPIS TREŚCI

	Str.
1. J. Błażewicz, M. Bandurowski, A. Kotecki – Wpływ poziomu ochrony i ilości wysiewu na kształtowanie plonu i cech jakościowych ziarna odmian jęczmienia jarego browarnego. Część I. Rozwój roślin i plony	7
2. J. Kaszubkiewicz, P. Jezierski – Zawartość wybranych metali ciężkich w glebach na terenie powiatu kłodzkiego	29
3. Z. Klukowski, M. Irzykiewicz, P. Mederski – Zróżnicowanie gatunkowe chrząszczy kusakowatych (Coleoptera: Staphylinidae) w uprawie rzepaku ozimego	41
4. A. Krawczyk, M. Hurej, J. Twardowski – Zmiany sezonowe w liczebności mszyc zbożowych na kukurydzy	55
5. B. Patorczyk-Pytlik, A. Zimoch, E. Szumińska – Wpływ nawożenia gleby siarką na zawartość selenu w lucernie	65
6. H. Sztuder, U. Sienkiewicz-Cholewa – Efekty stosowania płynnych agrochemikaliów w uprawie rzepaku ozimego	73
7. H. Sztuder, U. Sienkiewicz-Cholewa – Ocena tradycyjnego i zintegrowanego stosowania płynnych agrochemikaliów przy różnych sposobach uprawy kukurydzy	81
8. J. Spiak – Struktura gospodarstw i organizacja produkcji rolniczej w Polsce i Niemczech (w latach 2003–2007).....	89

CONTENTS

	Page
1. J. Błażewicz, M. Bandurowski, A. Kotecki – The effect of plant protection levels and sowing rate on yield and quality of brewing spring barley grain. Part I. Plant growth and yields.....	7
2. J. Kaszubkiewicz, P. Jezierski – Total content of heavy metals in soils at the area of Kłodzko district.....	29
3. Z. Klukowski, M. Irzykiewicz, P. Mederski – Biodiversity of rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in winter oilseed rape crop.....	41
4. A. Krawczyk, M. Hurej, J. Twardowski – Seasonal changes in the abundance of cereal aphids on maize.....	55
5. B. Patorczyk-Pytlik, A. Zimoch, E. Szumińska – Effect of sulfur fertilization on selenium content in alfalfa.....	65
6. H. Sztuder, U. Sienkiewicz-Cholewa – Effect application of liquid fertilisers in winter rape cultivation.....	73
7. H. Sztuder, U. Sienkiewicz-Cholewa – Evaluation of conventional and integrated application of liquid fertilisers and plant protection agents in zea maize cultivation.....	81
8. J. Spiak – Farms structure and organization of agricultural production in Poland and Germany (for the years 2003–2007).....	89

Józef Błażewicz¹, Marcin Bandurowski², Andrzej Kotecki³

**WPŁYW POZIOMU OCHRONY I ILOŚCI WYSIEWU
NA KSZTAŁTOWANIE PŁONU I CECH JAKOŚCIOWYCH
ZIARNA ODMIAN JĘCZMIENIA JAREGO BROWARNEGO.
CZĘŚĆ I. ROZWÓJ ROŚLIN I PŁONY**

**THE EFFECT OF PLANT PROTECTION LEVELS
AND SOWING RATE ON YIELD AND QUALITY
OF BREWING SPRING BARLEY GRAIN.
PART I. PLANT GROWTH AND YIELDS**

¹*Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Food Storage and Technology, Wrocław University of Environmental
and Life Sciences*

²*BASF Polska Sp. z o. o.*

³*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Crop Production, Wrocław University of Environmental and Life Sciences*

W latach 2001–2003 w Hodowli Roślin – Smolice Sp. z o. o. oddz. Bąków k. Kluczborka przeprowadzono badania polowe nad wpływem chemicznej ochrony jęczmienia browarnego oraz ilości wysiewu na rozwój i plonowanie trzech odmian. Doświadczenie założono, w czterech powtórzeniach, metodą „split-plot” na trzy czynniki zmienne, którymi w kolejności były: I odmiany jęczmienia jarego browarnego: Brenda, Scarlett i Rudzik; II poziom ochrony chemicznej: a – tradycyjny: zaprawianie ziarna + 1 zabieg herbicydowy + 1 zabieg insektydowy, b – intensywny: zaprawianie ziarna + 1 zabieg herbicydowy + 1 zabieg insektydowy + 2 zabiegi fungicydowe z zastosowaniem retardantu; III liczba wysianych ziaren na 1 m²: 250, 350 i 450.

Przebieg warunków wilgotnościowo-termicznych w latach badań kształtował, w największym stopniu, długość poszczególnych faz rozwojowych i okresu wegetacji, liczbę roślin po wschodach, cechy morfologiczne i elementy struktury plonu. Ponadto, warunki pogodowe wpłynęły na zwiększenie wylegania roślin i nasilenie występowania chorób.

Do cytowania – For citation: Błażewicz J., Bandurowski M., Kotecki A., 2009. Wpływ poziomu ochrony i ilości wysiewu na kształtowanie plonu i cech jakościowych ziarna odmian jęczmienia jarego browarnego. Część I. Rozwój roślin i plony. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCIV, 573, 7–28.

Intensywny poziom ochrony chemicznej, w porównaniu z tradycyjną, zmniejszył wyleganie i porażenie roślin przez choroby oraz powodował między innymi: zwiększenie liczby kłosów produkcyjnych na 1 m^2 , plonu ziarna ogółem i celnego. Spośród badanych odmian: Brenda charakteryzowała się najwyższym plonem ziarna ogółem i była jednocześnie najbardziej podatna na porażenie przez plamistość siatkową i brunatną plamistość liści, a odporna na mączniaka prawdziwego oraz wyleganie.

W warunkach Niziny Śląskiej (województwo opolskie) odpowiednimi do uprawy na cele browarne są odmiany Brenda i Scarlett przy ilości wysiewu 350 ziaren na 1 m^2 i intensywnej ochronie chemicznej.

SŁOWA KLUCZOWE: jęczmień jary browarny, odmiany, ochrona chemiczna, ilość wysiewu

WSTĘP

Wysokie plony oraz dobra jakość ziarna jęczmienia browarnego uzależnione są od prawidłowej agrotechniki, a ważnym jej elementem jest właściwa, dla danej odmiany, gęstość siewu, która kształtuje optymalną obsadę kłosów (Kozłowska-Ptaszyńska i Pecio 1999). Zdaniem Noworolnika (2003) głównym elementem struktury plonu, decydującym o jego zmianach pod wpływem wzrastającej gęstości siewu, była liczba kłosów na jednostce powierzchni. Wzrastała ona istotnie wraz z zagęszczeniem siewu, dzięki zwiększeniu obsady roślin na jednostce powierzchni, pomimo słabszego krzewienia produkcyjnego roślin i wzmoczonego wypadania roślin przy dużej gęstości siewu. Ruszkowski (1988) wykazał interakcje pomiędzy obsadą kłosów a liczbą ziarna w kłosie i masą 1000 ziaren. Dzięki tej zależności – zmiany wartości jednej cechy mogą być, w pewnym zakresie, kompensowane korzystniejszym kształtowaniem się innej cechy. Najlepszą plenność oraz optymalne wartości wymienionych cech uzyskuje się przy wysiewie na 1 m^2 od 300 do 350 ziaren jęczmienia jarego.

W przypadku siewu jęczmienia jarego browarnego optymalna norma wysiewu wynosi 300–350 ziaren na 1 m^2 , jednak na słabszych glebach i po przedplonach zbożowych dopuszcza się zwiększenie normy wysiewu do 400 ziaren na 1 m^2 (Kościelniak 1999).

Gęściejszy siew łagodzi skutki niekorzystnego układu czynników siedliskowych oraz agrotechnicznych takich jak: opóźniony siew, niskie nawożenie azotowe czy też zachwaszczenie. W związku z tym w uprawie jęczmienia na cele piwowarskie ilość wysiewu powinna wynosić 330–360 ziaren na 1 m^2 (Noworolnik 1988, 1994, Noworolnik i Ruszkowska 1985a, b)).

Ochrona jest ważnym elementem agrotechniki, bez której nie jest możliwe uzyskanie wysokich i stabilnych plonów jęczmienia jarego. W początkowych fazach rozwojowych najgroźniejsze dla jęczmienia, zwłaszcza w przypadku rzadszych siewów, jest zachwaszczenie. Wskazane jest bronowanie łąnu w czasie wschodów, lecz jeżeli mimo tego zabiegu występuje zachwaszczenie, należy chwasty zwalczać chemicznie. Podobnie w przypadku chorób grzybowych wskazane jest wykonanie jednego zabiegu, a w przypadku dużego nasilenia chorób – dwóch zabiegów fungicydowych i zastosowanie regulatora wzrostu (Noworolnik 1999, Zarychta 2001).

Do najgroźniejszych chorób grzybowych w uprawie jęczmienia należy zaliczyć mączniaka prawdziwego zbóż i traw (*Blumeria graminis* (DC.) Speer), rynchosporiozę zbóż (*Rynchosporium secalis* (Oud.) Davis), rdzę jęczmienia (*Puccinia hordein* Otth.), plamistość siatkową jęczmienia (*Pyrenophora teres* Drechsler) i w ostatnich latach fuzariozy kłosa wywołane przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp. Patogeny te mogą spowodować obniżkę plonu ziarna od 20 do powyżej 50%, z jednoczesnym spadkiem zawartości węglowodanów i wzrostem białka oraz obniżeniem masy 1000 ziaren (Bakuniak i wsp. 1995, Jańczak i Ławecki 1997, Korbas 2000, Płaskowska i wsp. 2001). Zaprawianie materiału siewnego oraz stosowanie ochrony fungicydowej powoduje istotny wzrost plonów i poprawę parametrów jakościowych (Pecio i wsp. 2000b, Wiewióra 2003).

Ruszkowski i wsp. (1985) wykazali, w porównaniu z kontrolą, że wysiew w wąskiej rozstawie rzędów 6,5 cm, 450 ziaren na 1 m², w warunkach wczesnego terminu siewu, przy wysokim nawożeniu N i jednoczesnym zastosowaniu regulatora wzrostu z fungicydem powodował wzrost plonu o 39%.

Regulacja chwastów przy użyciu herbicydów w połączeniu ze stosowaniem zabiegów ochrony fungicydowej poprawia zdrowotność łąnu, istotnie wpływa na wzrost plonowania jęczmienia browarnego, korzystnie kształtuje celność i masę 1000 ziaren (Pecio i wsp. 2000b).

Gęstość siewu wpływa na rozkrzewienie, wysokość i ulistnienie łąnu (Pecio 1995), przez co zmienia warunki rozwoju chorób i może oddziaływać na tempo namnażania oraz rozprzestrzeniania się patogenów (Michalski 1999).

Ograniczenie nawożenia, brak chemicznej ochrony herbicydowej i fungicydowej powoduje obniżenie plonowania jęczmienia o 27% na kompleksach pszennych i o 31% na kompleksie żytnim bardzo dobrym (Harasim i Noworolnik 1998, Filipiak i wsp. 1999).

Badania nad wpływem technologii uprawy na plonowanie jęczmienia browarnego wykazały, że najlepsze rezultaty, w stosunku do kontroli, uzyskano przy wysiewie 300 ziaren na 1 m² i zwalczaniu chwastów herbicydem. W przypadku intensywnej technologii, w której oprócz herbicydu zastosowano zabieg fungicydowy oraz regulator wzrostu, przy zagęszczonym o 20% siewie (360 ziaren na 1 m²), uzyskano najwyższe plony (Szmigiel i Oleksy 1998).

Celem badań było określenie wpływu wybranych odmian jęczmienia browarnego (Brenda, Scarlett, Rudzik) uprawianych przy zróżnicowanej ilości wysiewu (250, 350, 450) z zastosowaniem tradycyjnego i intensywnego poziomu ochrony.

METODYKA I WARUNKI BADAŃ

W latach 2001–2003 w gospodarstwie Bąków, należącym do Hodowli Roślin – Smolice Sp. z o. o. oddz. Bąków k. Kluczborka, przeprowadzono badania polowe nad wpływem chemicznej ochrony jęczmienia browarnego i ilości wysiewu na rozwój i plonowanie wybranych odmian. Doświadczenie założono, w czterech powtórzeniach, metodą „split-plot” na trzy czynniki zmienne, którymi w kolejności były: I odmiany jęczmienia jarego browarnego: Brenda, Scarlett i Rudzik; II poziom ochrony chemicznej: a – tradycyjny: zaprawianie ziarna + 1 zabieg herbicydowy + 1 zabieg insektycy-

dowy, b – intensywny: zaprawianie ziarna + 1 zabieg herbicydowy + 1 zabieg insektycydowy + 2 zabiegi fungicydowe z zastosowaniem retardantu; III liczba wysianych ziaren na 1 m²: 250, 350 i 450.

W doświadczeniu polowym określono daty wschodów, krzewienia, strzelania w źdźbło, kłoszenia i kwitnienia, wypełnienia ziarna, dojrzałości: mleczonej, woskowej i pełnej oraz zagęszczenie roślin po wschodach i liczbę kłosów jęczmienia jarego przed zbiorem na 2 m.b., a wyniki przeliczono na 1 m². Oznaczono skład gatunkowy chwastów, wyleganie roślin, porażenie roślin przez mączniaka prawdziwego zbóż i traw (*Blumeria graminis* (DC.) Speer) po wykłoszeniu, plamistość siatkową jęczmienia (*Pyrenophora teres* Drechsler) i brunatną plamistość liści (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler) po wykłoszeniu. Przed zbiorem, na 10 roślinach z poletka, określono: wysokość roślin, długość liścia flagowego, liczbę ziaren w kłosie, masę ziarna z jednego kłosa. Po omłocie określono z każdego poletka plon ziarna i zawartość wody w ziarnie. Plony sprowadzono do stałej 15% zawartości wody.

W 2001 r. doświadczenie założono na glebie należącej do działu gleb autogenicznych, rzędu bielicoziemnych, typu bielicowych, podtypu właściwych, wytworzonej z gliny lekkiej piaszczystej, należącej do kompleksu przydatności rolniczej pszenego dobrego i klasy bonitacyjnej IIIb,

W 2002 r. doświadczenie założono na glebie należącej do działu gleb autogenicznych, rzędu brunatnoziemnych, typu płowych, podtypu typowych, wytworzonej z gliny średniej piaszczystej, należącej do kompleksu przydatności rolniczej pszenego dobrego i klasy bonitacyjnej IIIa,

W 2003 r. doświadczenie założono na glebie należącej do działu gleb autogenicznych, rzędu bielicoziemnych, typu bielicowych, podtypu właściwych, wytworzonej z gliny lekkiej piaszczystej, należącej do kompleksu przydatności rolniczej pszenego dobrego i klasy bonitacyjnej IVa.

Zasobność gleby w makroskładniki wahała się od średniej do wysokiej, a odczyn pH gleby we wszystkich latach był lekko kwaśny.

Bąków k. Kluczborka położony jest w jednym z najcieplejszych rejonów Polski (rejon południowo-zachodni – śląski).

W 2001 r. średnie temperatury w okresie wegetacji jęczmienia były niższe od średnich temperatur wielolecia (tab. 1). Średnie miesięczne sumy opadów od marca do lipca były wyższe od średnich miesięcznych sum opadów z wielolecia, jednak nie były rozłożone równomiernie. Nadmierne opady w marcu opóźniły rozpoczęcie prac polowych i w konsekwencji doprowadziły do znacznego opóźnienia siewu. Niekorzystnym zjawiskiem były bardzo duże sumy opadów w czerwcu i lipcu, które wyniosły odpowiednio 115,2 i 156,0 mm i przewyższały średnią wieloletnią sumę opadów o 56,7 i 86,8%, co przyczyniło się do wylegania roślin i przedłużyło wegetację jęczmienia.

W roku 2002 średnie miesięczne temperatury powietrza od marca do sierpnia przewyższały średnie miesięczne temperatury z wielolecia, w marcu o 1,6, w kwietniu o 0,4, w maju i czerwcu o 1,9, w lipcu o 1,7 oraz w sierpniu o 0,1°C. Suma opadów w maju i w czerwcu była wyższa o 7,5 i 3,4% od wielolecia. Od początku lipca do końca sierpnia zanotowano posuchę, która przypadła na dojrzewanie ziarna. Przebieg pogody w 2002 r., podczas wegetacji jęczmienia, można uznać za zbliżony do optymalnego (tab. 1).

Tabela 1
Table 1

Średnie miesięczne temperatury powietrza (°C) i średnie miesięczne sumy opadów (mm) w Bąkowie w latach 2001–2003 oraz średnia z wielolecia 1981–2003
Mean air temperature (°C) and mean month precipitation sum (mm) in Bąków in years 2001–2003 and the mean of 1981–2003

Lata Years	Średnie miesięczne temperatury powietrza (°C) w Bąkowie Mean month air temperature (°C) in Bąków												Średnia temperatura powietrza (°C) Mean air temperature	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	IV–IX	I–XII
2001	-0,9	-0,9	1,9	6,4	13,5	13,7	18,5	18,2	10,7	10,4	1,5	-3,9	13,5	7,4
2002	-0,7	3,1	3,9	6,9	16,1	18,0	20,3	17,6	12,8	6,8	4,9	-3,1	15,3	8,9
2003	-2,5	-5,7	2,5	6,4	14,7	16,8	18,2	17,9	12,1	4,3	5,1	0,0	14,4	7,5
1981–2003	-1,7	-1,5	2,3	6,5	14,2	16,1	18,6	17,5	11,7	7,1	3,4	-2,1	14,1	7,7
Lata Years	Średnie miesięczne sumy opadów (mm) w Bąkowie Mean month precipitation sum (mm) in Bąków												Średnia suma opadów (mm) Mean month precipitation sum	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	IV–IX	I–XII
2001	24,3	27,4	53,9	62,8	98,6	115,2	156,0	45,6	112,7	18,9	47,3	32,1	590,9	794,8
2002	37,0	54,8	23,0	30,1	84,8	76,2	36,5	41,5	44,1	68,1	42,1	23,8	313,2	562,0
2003	43,1	7	23,5	39,9	65,8	28,7	53,3	61	38,8	70,2	19,4	64,6	287,5	515,3
1981–2003	35,6	30,4	36,0	43,1	78,9	73,5	83,5	57,3	62,8	50,3	38,1	42,3	399,1	631,6

W 2003 r. badań miesiące: maj, czerwiec i sierpień były ciepłe, gdyż średnie miesięczne temperatury były wyższe od wielolecia. Suma opadów od kwietnia do lipca 2003 roku była niższa od wielolecia o 32,7%. Na skutek niskich opadów w czerwcu i dużego nasłonecznienia pojawiła się posucha, która następnie przeszła w suszę. Okres suszy i posuchy wystąpił podczas kwitnienia i trwał aż do dojrzałości woskowej. Wynikiem tego było przyspieszenie wykształcania i dojrzewania ziarna, a przez to skrócenie wegetacji jęczmienia (tab. 1).

We wszystkich latach badań przedplonem dla jęczmienia jarego browarnego były buraki cukrowe. Uprawę prowadzono zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi dla jęczmienia browarnego. Bezpośrednio przed siewem stosowano 30 kg N·ha⁻¹ w postaci saletry amonowej. Ze względu na wysoką zasobność gleby w fosfor i potas nie nawożono tymi makroskładnikami.

Siew jęczmienia wykonano siewnikiem precyzyjnym Vinterstiger OYORD w terminach: 30.04.2001, 05.04.2002, 14.04.2003. Rozstawa rzędów wynosiła 12,5 cm, a ilość wysianych ziaren na 1 m² była zgodna ze schematem doświadczenia. Zabiegi ochrony roślin stosowano zgodnie z metodyką badań.

Zbiór przeprowadzono jednoetapowo kombajnem poletkowym Seedmaster Elite 1,5 m w następujących terminach: 16.08.2001, 02.08.2002, 05.08.2003. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 10 m².

We wszystkich latach badań, na skutek zastosowania odpowiednio dobranych mieszanin herbicydowych, zachwaszczenie doświadczenia było minimalne. W 2001 i 2003 r. zastosowano preparaty Solar 200 SC + Duplosan DP 600 SL (0,2 dcm³·ha⁻¹ + 1,5 dcm³·ha⁻¹ w 220 dcm³·ha⁻¹ wody), natomiast w 2002 r. Granstar 75 WG + Chwastox Trio 540 SL (20 g + 1,0 dcm³·ha⁻¹ w 220 dcm³·ha⁻¹ wody).

Do zwalczania chorób grzybowych, zgodnie ze schematem doświadczenia, w pierwszym terminie stosowano fungycyd Juwel 250 SC (1,0 dcm³·ha⁻¹ w 250 dcm³·ha⁻¹ wody), a w terminie drugim aplikowano preparat Tango 500 SC (0,9 dcm³·ha⁻¹ w 250 dcm³·ha⁻¹ wody).

We wszystkich latach badań zaobserwowano na jęczmieniu skrzypionkę zbożową (*Oulema melanopus* L.) oraz mszycę zbożową (*Sitobion avenae* F.), które zwalczano następującymi insektycydami: w 2001 r. preparatem Fastac 100 EC (0,12 dcm³·ha⁻¹ w 220 dcm³·ha⁻¹ wody), a w pozostałych latach preparatem Bi 58 Nowy (0,5 dcm³·ha⁻¹ w 250 dcm³·ha⁻¹ wody).

Na obiektach z intensywnym poziomem ochrony chemicznej, fazie strzelania w źdźbło, zastosowano regulator wzrostu Cerone 480 SL (0,75 dcm³·ha⁻¹ w 250 dcm³·ha⁻¹ wody).

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

We wszystkich latach badań długość poszczególnych faz rozwojowych i wegetacji roślin kształtowała się przede wszystkim pod wpływem warunków termiczno-wilgotnościowych. Nie stwierdzono wpływu wszystkich badanych czynników na rozwój jęczmienia jarego browarnego (tab. 2–4).

Tabela 2
Table 2

Daty początku i końca faz rozwojowych odmian jęczmienia jarego na tle warunków atmosferycznych w 2001 roku
Dates of the beginning and end of growth stages of spring barley cultivars against weather conditions in 2001

Fazy rozwojowe Growth stages	Kod fazy rozwojowej wg Zadoksa The decimal code of Zadok's growth scale	Data – Date		Liczba dni od siewu Number of days after sowing	Średnia dzienna temperatura powietrza (°C) Mean daily air temperature	Suma opadów (mm) Precipitation sum
		początku fazy of the beginning the growth stages	końca fazy of the end of the growth stages			
Siew – Sowing	–	30.04		–	17,0	–
Kielkowanie Germination	00–07	30.04	07.05	–	15,6	26,3
Wschody – Emergence	10–13	08.05	21.05	8	12,9	31,2
Krzewienie – Tillering	21–29	22.05	07.06	22	12,3	62,6
Strzelanie w źdźbło Shooting	30–49	08.06	27.06	39	13,8	81,6
Kłoszenie i kwitnienie Earing and flowering	51–69	28.06	06.07	59	17,5	17,1
Wypełnianie ziarna Plumpness of grain	71	07.07	16.07	68	19,0	19,4
Dojrzałość mleczna Milk stage	75	17.07	28.07	78	17,9	107,3
Dojrzałość woskowa Dough stage	87	29.07	04.08	90	20,0	50,4
Dojrzałość pełna Full maturity	91	05.08	14.08	97	16,5	12,4
Okres wegetacji Vegetative period	–	30.04–14.08		107	14,7	408,3

Tabela 3
Table 3

Daty początku i końca faz rozwojowych odmian jęczmienia jarego na tle warunków atmosferycznych w 2002 roku
Dates of the beginning and end of growth stages of spring barley cultivars against weather conditions in year 2002

Fazy rozwojowe Growth stages	Kod fazy rozwojowej wg Zadoksa. The decimal code of Zadok's growth scale	Data – Date		Liczba dni od siewu Number of days after sowing	Średnia dzienna temperatura powietrza (°C) Mean daily air temperature	Suma opadów (mm) Precipitation sum
		początku fazy of beginning the growth stages	końca fazy of the end of the growth stages			
Siew – Sowing	–	05.04		–	2,5	–
Kiełkowanie – Germination	00–07	05.04	16.04	–	4,4	15
Wschody – Emergence	10–13	17.04	28.04	12	9,1	9,1
Krzewienie – Tillering	21–29	29.04	18.05	24	15,7	38,4
Strzelanie w źdźbło Shooting	30–49	19.05	01.06	44	15,7	55,4
Kłoszenie i kwitnienie Earing and flowering	51–69	02.06	09.06	58	15,7	40,9
Wypełnianie ziarna Plumpness of grain	71	10.06	22.06	66	19,8	17,7
Dojrzałość mleczna Milk stage	75	23.06	05.07	79	18,3	25,4
Dojrzałość woskowa Dough stage	87	06.07	13.07	92	19,4	4,5
Dojrzałość pełna Full maturity	91	14.07	31.07	100	21,0	21,2
Okres wegetacji Vegetative period	–	05.04–31.07		118	15,8	227,9

Tabela 4
Table 4

Daty początku i końca faz rozwojowych odmian jęczmienia jarego na tle warunków atmosferycznych w 2003 roku
 Dates of the beginning and end growth stages of spring barley cultivars against weather conditions in year 2003

Fazy rozwojowe Growth stages	Kod fazy rozwojowej wg Zadoksa The decimal code of Zadok's growth scale	Data – Date		Liczba dni od siewu Number of days after sowing	Średnia dzienna temperatura powietrza (°C) Mean daily air temperature	Suma opadów (mm) Precipitation sum
		początku fazy of beginning the growth stages	końca fazy of the end of the growth stages			
Siew – Sowing	–	14.04		–	6,3	–
Kielkowanie Germination	00–07	14.04	28.04	–	9,2	18,4
Wschody – Emergence	10–13	29.04	06.05	15	15,4	5,8
Krzewienie – Tillering	21–29	07.05	21.05	23	13,5	63,2
Strzelanie w źdźbło Shooting	30–49	22.05	08.06	38	17,3	5,0
Kłoszenie i kwitnienie Earing and flowering	51–69	09.06	13.06	56	18,1	11,6
Wypełnianie ziarna Plumpness of grain	71	14.06	27.06	61	15,2	11,2
Dojrzałość mleczna Milk stage	75	28.06	12.07	75	14,9	39,1
Dojrzałość woskowa Dough stage	87	13.07	25.07	90	20,1	10,4
Dojrzałość pełna Full maturity	91	26.07	02.08	103	21,0	12,9
Okres wegetacji Vegetative period	–	14.04–02.08		111	15,7	179,3

Bardzo wysokie opady w marcu i kwietniu 2001 r. opóźniły rozpoczęcie wiosennych prac polowych i siew jęczmienia wykonano dopiero 30.04.2001. Duża wilgotność gleby i wysoka dobowa temperatura powietrza w okresie kielkowania wpłynęły na szybkie i wyrównane wschody. W tym roku stwierdzono najkrótszy, w trzyletnim cyklu badań, okres od siewu do wschodów, który trwał tylko 8 dni. Okres od wschodów do krzewienia wynosił 22 dni i przebiegał w korzystnych warunkach wilgotnościowych. Wysoka temperatura i bardzo duża suma opadów podczas krzewienia i strzelania w źdźbło spowodowała wytworzenie dużej liczby pędów nieproduktywnych, co ujemnie wpłynęło na plon ziarna. Z powodu bardzo późnego siewu jęczmień rozpoczął kłószenie najpóźniej w całym trzyletnim cyklu badań. Ciepła i deszczowa pogoda sprzyjała porażeniu roślin przez mączniaka prawdziwego i plamistość siatkową jęczmienia. Występujące w lipcu bardzo wysokie opady deszczu, często o charakterze burzowym, były przyczyną bardzo silnego wylegania roślin, co z kolei utrudniło zbiór. Okres wegetacji w tym roku był najkrótszy i trwał 107 dni.

W 2002 r. siew jęczmienia wykonano w optymalnym terminie. Warunki pogodowe, szczególnie termiczne, były mniej sprzyjające dla wschodów niż w 2001 r. Wschody były nierównomierne, pojawiły się po 12 dniach i trwały najdłużej spośród wszystkich lat badań (24 dni). Okres krzewienia przebiegał przy wysokiej temperaturze i dużej sumie opadów, co wpłynęło na zwiększenie intensywności tego procesu. Sprzyjające warunki pogodowe w okresie od krzewienia do wypełniania ziarna wpłynęły korzystnie na cechy morfologiczne i generatywne roślin. Okres wegetacji w 2002 r. był najdłuższy i trwał 118 dni.

W 2003 r. występowały duże opady w marcu, które spowodowały opóźnienie prac polowych i siewu (14.04.2003). Okres od siewu do wschodów wynosił 15 dni, a wysoka temperatura i niewielkie opady przy dużym zapasie wody w glebie miały korzystny wpływ na równomierność wschodów. Krzewienie przebiegało przy umiarkowanej wysokiej temperaturze i bardzo dużej sumie opadów, co wpłynęło dodatkowo na intensywność krzewienia. Występująca od fazy strzelania w źdźbło do dojrzałości woskowej posucha kształtowała niekorzystnie cechy morfologiczne roślin. Ponadto, w okresie wypełniania ziarna wystąpiła susza, która negatywnie wpłynęła na cechy struktury plonu i plon ziarna jęczmienia. Długość okresu wegetacyjnego w 2003 r. wynosiła 114 dni.

Po wykłoszeniu słoneczna i ciepła pogoda stwarza odpowiednie warunki dla intensywnego przebiegu fotosyntezy i dobrego wypełniania ziarna (Pecio 2002). Natomiast, w warunkach suszy i wysokich temperaturach powietrza następuje zahamowanie wzrostu roślin, skrócenie wegetacji jęczmienia i obniżenie plonu ziarna (Liszewski i Błażewicz 2001, Pecio 2002). Zdaniem Rudnickiego (1993) obniżenie plonu z powodu niedoboru opadów uzależnione jest w znacznym stopniu od wysokości temperatur powietrza w okresie krytycznym dla jęczmienia.

Czynnik odmianowy w istotny sposób kształtował porażenie roślin przez mączniaka prawdziwego zbóż i traw. W 2001 r. najbardziej porażoną przez tę chorobę była odmiana Brenda, a w latach 2002–2003 odmiana Rudzik (tab. 5). Średnio za trzy lata odmiany Brenda i Scarlet były bardziej odporne na porażenie przez mączniaka niż odmiana Rudzik. Na stopień porażenia roślin przez mączniaka istotnie wpłynął poziom ochrony chemicznej. Średnio w latach badań, w wariantach z intensywną ochroną roślin, było

ono o 1,6° mniejsze w porównaniu z tradycyjną ochroną. Istotny wpływ ilości wysiewu na porażenie przez mączniaka stwierdzono w 2001 i 2002 r. Największe porażenie mączniakiem stwierdzono w nadmiernie mokrym 2001 r., a nieco niższe w latach o mniejszej sumie opadów.

Tabela 5
Table 5

Porażenie roślin jęczmienia jarego przez *Blumeria graminis* (DC.) Speer
w latach 2001–2003 (średnie dla czynników)
Infestation of spring barley by *Blumeria graminis* (DC.) Speer
in years 2001–2003 (means for factors)

Wyszczególnienie Specification		Lata – Years Skala 9° – Scale 9°			
		2001	2002	2003	2001–2003
Odmiana Cultivar	Brenda	6,4	9,0	8,4	8,0
	Scarlett	7,9	7,9	7,8	7,9
	Rudzik	7,2	6,6	7,2	7,0
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		0,5	0,3	1,0	0,3
Poziom ochrony chemicznej Plant protection levels	tradycyjny basic	6,4	6,9	7,1	6,8
	intensywny intensive	8,0	8,7	8,5	8,4
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		0,4	0,2	0,5	0,2
Gęstość siewu (liczba ziaren·m ⁻²) Sowing rate (number of seeds·m ⁻²)	250	7,4	8,0	7,7	7,7
	350	7,0	7,7	8,0	7,6
	450	7,2	7,7	7,7	7,5
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		0,2	0,1	r.n. n.s.	r.n. n.s.
Lata Years		7,2	7,8	7,8	7,6
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		0,4			–

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

W badaniach Osieckiej i Michalskiego (1996) jęczmień w największym stopniu porażony był mączniakiem prawdziwym. Zastosowanie, niezależnie od sposobu uprawy, dwóch oprysków fungicydami zmniejszyło dwukrotnie łączny odsetek roślin porażonych chorobami. Wykonanie tylko jednego zabiegu w okresie kłoszenia nie powodowało wyraźnej poprawy zdrowotności w stosunku do obiektów niechronionych. Podobne wyniki uzyskano w badaniach własnych.

Odmiany istotnie wpłynęły na porażenie roślin przez plamistość siatkową jęczmienia. Średnio w latach badań najbardziej podatną na porażenie była odmiana Brenda, a najbardziej odporną – odmiana Scarlett (tab. 6). Odmiana Brenda okazała się najbardziej podatna na porażenie w korzystnym pod względem warunków pogodowych – 2002 roku,

podczas gdy odmiany Scarlet i Rudzik nie były zainfekowane. Poziom ochrony chemicznej istotnie wpłynął na porażenie roślin przez plamistość siatkową. Zastosowanie intensywnej ochrony spowodowało zwiększenie odporności roślin na ten patogen średnio o 1,0° w latach badań, w porównaniu z ochroną tradycyjną. Wzrost ilości wysiewu z 250 do 350 ziaren na 1 m² istotnie zwiększył porażenie przez plamistość siatkową. Zainfekowanie roślin było największe w bardzo wilgotnym 2001 r., a najmniejsze w umiarkowanie suchym 2003 r.

Tabela 6
Table 6

Porażenie roślin jęczmienia jarego przez *Pyrenophora teres* Drechsler
w latach 2001–2003 (średnie dla czynników)
Infestation of spring barley by *Pyrenophora teres* Drechsler
in years 2001–2003 (means for factors)

Wyszczególnienie Specification		Lata – Years Skala 9° – Scale 9°			
		2001	2002	2003	2001–2003
Odmiana – Cultivar	Brenda	5,9	4,9	8,0	6,3
	Scarlett	7,4	9,0	8,5	8,3
	Rudzik	7,3	9,0	7,7	8,0
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		0,4	0,1	0,5	0,2
Poziom ochrony chemicznej Plant protection levels	tradycyjny basic	6,1	7,6	7,4	7,0
	intensywny intensive	7,7	7,7	8,6	8,0
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		0,4	r.n. n.s.	0,4	0,2
Gęstość siewu (liczba ziaren·m ⁻²) Sowing rate (number of seeds·m ⁻²)	250	7,0	7,7	8,2	7,6
	350	6,7	7,6	7,9	7,4
	450	6,9	7,6	8,0	7,5
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n.	0,2
Lata Years		6,9	7,6	8,0	7,5
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		0,3			–

r.n. – różnica nieistotna

n.s. – no significant difference

Jańczak i Ławecki (1997) wykazali, że występowanie plamistości siatkowej na liściach jęczmienia jarego było powodem zmniejszenia plonu o ok. 19% i masy tysiąca ziaren o 3,6%.

Występowanie i rozwój chorób na jęczmieniu jarym podczas wegetacji było w większym stopniu uzależnione od warunków pogodowych niż stosowanych technologii uprawy. Rozwojowi chorób sprzyjały częste opady w czerwcu i lipcu, a jęczmień był silnie porażony plamistością siatkową (Błażej i Błażej 2000).

Porażenie roślin przez brunatną plamistość liści stwierdzono w latach 2002 i 2003. Odmiany istotnie wpływały na porażenie roślin w umiarkowanie wilgotnym 2003 r., natomiast Brenda okazała się podatna na patogen (tab. 7). Na obiektach z intensywną ochroną – rośliny były w mniejszym stopniu porażone przez brunatną plamistość liści, w porównaniu do ochrony tradycyjnej.

Tabela 7

Table 7

Porażenie roślin jęczmienia jarego przez *Pyrenophora tritici-repentis*
(Died.) Drechsler w latach 2002–2003 (średnie dla czynników)
Infestation of spring barley by *Pyrenophora tritici-repentis*
(Died.) Drechsler the in years 2001–2003 (means for factors)

Wyszczególnienie Specification		Lata – Years Skala 9° – Scale 9°	
		2002	2003
Odmiana – Cultivar	Brenda	8,2	6,5
	Scarlett	8,1	9,0
	Rudzik	8,2	9,0
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		r.n. n.s.	0,2
Poziom ochrony chemicznej Plant protection levels	tradycyjny basic	7,9	7,7
	intensywny intensive	8,4	8,6
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		0,4	0,1
Gęstość siewu (liczba ziaren·m ⁻²) Sowing rate (number of seeds·m ⁻²)	250	8,0	8,2
	350	8,2	8,1
	450	8,2	8,2
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		r.n. n.s.	r.n. n.s.
Lata Years		8,1	8,2
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		r.n. n.s.	

r.n. – różnica nieistotna

n.s. – no significant difference

Czynnik odmianowy istotnie wpływał na wyleganie roślin jedynie w 2003 r., najbardziej podatna była odmiana Scarlett, a najmniej Brenda (tab. 8). Zastosowanie intensywnego poziomu ochrony, w porównaniu z ochroną tradycyjną, wpłynęło istotnie na zmniejszenie podatności roślin na wyleganie średnio o 1,9°. Zwiększenie gęstości siewu z 250 do 350 ziaren na 1 m² spowodowało, średnio za trzy lata badań i w 2003 r., zmniejszenie odporności roślin na wyleganie. Wyleganie było dodatnio związane z sumą opadów podczas wegetacji i dlatego okazało się największe w 2001 r.

Noworolnik i Ruszkowska (1985a) wskazali niejednakową podatność odmian jęczmienia jarego na wyleganie. Zwiększenie ilości wysiewu powodowało zmniejszenie odporności odmian jęczmienia na wyleganie (Noworolnik 1988, 1992a, b).

Tabela 8
Table 8

Wyleganie roślin jęczmienia jarego w latach 2001–2003
(średnie dla czynników)
Lodging of spring barley in in years 2001–2003
(means for factors)

Wyszczególnienie Specification		Wyleganie roślin (skala 9°) Lodging of plants (scale 9°)			
		2001	2002	2003	2001–2003
Odmiana – Cultivar	Brenda	6,1	8,9	7,8	7,6
	Scarlett	6,4	8,6	6,4	7,1
	Rudzik	6,4	8,7	6,7	7,2
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		r.n. n.s.	r.n. n.s.	0,5	r.n. n.s.
Poziom ochrony chemicznej Plant protection levels	tradycyjny basic	5,0	8,5	5,6	6,4
	intensywny intensive	7,6	9,0	8,3	8,3
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		0,8	0,5	0,6	0,3
Gęstość siewu (liczba ziaren·m ⁻²) Sowing rate (number of seeds·m ⁻²)	250	6,7	8,7	7,3	7,6
	350	6,2	8,7	6,9	7,2
	450	6,1	8,8	6,7	7,2
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		r.n. n.s.	r.n. n.s.	0,4	0,2
Lata Years		6,3	8,7	7,0	7,3
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		0,6			–

r.n. – różnica nieistotna

n.s. – no significant difference

Liczba roślin po wschodach zależała od wszystkich badanych czynników. Najwyższą obsadę roślin na 1 m² stwierdzono u odmiany Scarlett, a najmniejszą u odmiany Brenda. W 2001 r. z powodu zaskorupienia gleby przez bardzo intensywne opady bezpośrednio po siewie – liczba roślin po wschodach była najniższa w całym cyklu badań (tab. 9).

Wysokość roślin jest cechą odmianową. Średnio za trzy lata badań odmiana Brenda była najwyższa, a odmiana Scarlett najniższa i jednocześnie najmniej podatna na wyleganie roślin. Odmiany nie miały istotnego wpływu na długość liścia flagowego (tab. 9). Wykazano, że poziom ochrony chemicznej istotnie determinował wysokość roślin i długość liścia flagowego. Zastosowanie retardantu w intensywnym poziomie spowodowało w porównaniu z kontrolą zmniejszenie wysokości roślin o 7% i długości liścia flagowego 5%. Zwiększenie ilości wysianych ziaren na 1 m², z 250 do 450, zdeterminowało niewielką, ale istotną obniżkę wysokości roślin i długości liścia flagowego o 5%. Zróżnicowana w latach badań suma opadów kształtowała w większym stopniu wysokość roślin i długość liścia flagowego niż badane czynniki agrotechniczne. Rośliny

jęczmienia były najwyższe w wilgotnym (suma opadów 408 mm) 2001 r., a najniższe w suchym (suma opadów 179 mm) 2003 r. Długość liścia flagowego zależała w mniejszym stopniu od sumy opadów podczas wegetacji. Przy siewach opóźnionych (pierwszy i trzeci rok badań) jęczmień wykształcał dłuższy liść flagowy.

Tabela 9
Table 9

Liczba roślin po wschodach na 1 m² i cechy morfologiczne jęczmienia jarego przed zbiorem (średnie dla czynników z lat 2001–2003)
Number of plants after emergence per 1 m² and morphological characteristics of spring barley before harvest (means for factors in in years 2001–2003)

Wyszczególnienie Specification		Liczba roślin po wschodach na 1 m ² Number of plants after emergence per 1 m ²	Wysokość roślin (cm) Plant height	Długość liścia flagowego (mm) length of flag leaf
Odmiana – Cultivar	Brenda	325	75	90
	Scarlett	333	67	95
	Rudzik	327	73	95
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		6	1,1	r.n. n.s.
Poziom ochrony chemicznej Plant protection levels	tradycyjny basic	325	74	96
	intensywny intensive	331	69	91
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		m n.s.	1,3	0,3
Gęstość siewu (liczba ziaren·m ⁻²) Sowing rate (number of seeds ·m ⁻²)	250	223	72	95
	350	329	72	96
	450	433	71	90
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		5	0,7	0,3
Lata – Years	2001	323	81	106
	2002	326	72	67
	2003	336	62	108
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		6	1,1	0,6

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

Tabela 10

Table 10

Liczba kłosów na 1 m² i elementy struktury plonu jęczmienia jarego
(średnie dla czynników z lat 2001–2003)
Number of productive ears per 1m² and elements of yield structure of spring barley
(means for factors in years 2001–2003)

Wyszczególnienie Specification		Liczba kłosów produkcyjnych na 1 m ² Number of produc- tive ears per 1m ²	Liczba ziaren w kłosie Number of grains per ear	Masa ziaren z 1 kłosa (g) The mass of grains per 1 ear
Odmiana – Cultivar	Brenda	616	22,7	1,03
	Scarlett	620	23,7	1,09
	Rudzik	614	22,3	1,06
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		r.n. n.s.	0,5	0,04
Poziom ochrony chemicznej Plant protection levels	tradycyjny basic	598	22,7	1,02
	intensywny intensive	635	23,0	1,10
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		5	r.n. n.s.	0,03
Gęstość siewu (liczba ziaren·m ⁻²) Sowing rate (number of seeds ·m ⁻²)	250	551	23,3	1,08
	350	626	22,9	1,06
	450	672	22,5	1,04
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		6	0,4	r.n. n.s.
Lata – Years	2001	605	23,9	0,97
	2002	624	22,6	1,12
	2003	622	22,2	1,09
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		9	0,5	0,04

r.n. – różnica nieistotna

n.s. – no significant difference

Liczba kłosów produkcyjnych na 1 m² zależała od poziomu chemicznej ochrony, liczby wysianych ziaren na 1 m² i przebiegu pogody (tab. 10). Intensywny poziom ochrony chemicznej, w porównaniu z kontrolą, zwiększył liczbę kłosów na 1 m² o 6%, a wzrost liczby wysianych ziaren na 1 m² z 250 do 450 o 22%. W latach umiarkowanie wilgotnych 2002 i 2003 liczba kłosów na 1 m² była wyższa niż w wilgotnym 2001 r.

Kuś (1993) wykazał duży wpływ warunków pogodowych na liczbę kłosów, a Fatyga i wsp. [1995] stwierdzili, że jeśli opady w okresie wegetacji są obfite i rozłożone równomiernie w poszczególnych miesiącach, to uzyskuje się wyższą liczbę kłosów na 1 m² i mniejszą masę ziarna z kłosa. Zdaniem licznych autorów rzadki siew jęczmienia zmniejsza do minimum ryzyko wylegania i wpływa korzystnie na krzewistość i produktywność pojedynczej rośliny (Finlay i wsp. 1971, Noworolnik i Ruszkowska 1980, Ruszkowski 1983). Błażewicz i wsp. (2003) stwierdzili, że czynnik odmianowy nie różnicował liczby kłosów z 1 m².

Liczba ziaren w kłosie i masa ziarna z 1 kłosa były najwyższe u odmiany Scarlett. Nie wykazano wpływu poziomu ochrony na liczbę ziaren w kłosie. Intensywny poziom ochrony zwiększył masę ziarna z 1 kłosa o 8%, w porównaniu z kontrolą (tab. 10). Wzrost liczby wysianych ziaren na 1 m² z 250 do 450 spowodował zmniejszenie liczby ziaren w kłosie o ponad 3% i nie miał wyraźnego wpływu na masę ziarna z 1 kłosa. Liczba ziaren w kłosie i masa ziarna z 1 kłosa zależały w większym stopniu od przebiegu pogody niż od badanych czynników agrotechnicznych. W wilgotnym 2001 r. rośliny wykształciły więcej ziaren w kłosie niż w latach umiarkowanie wilgotnych, jednak z powodu wylegania masa ziaren w 1 kłosie była najniższa.

Błażewicz i wsp. (2003) nie odnotowali wpływu czynnika odmianowego na liczbę ziaren w kłosie. Noworolnik (2003) stwierdził, że pod wpływem dużej gęstości siewu obserwowano jedynie tendencję do zmniejszania się liczby ziaren w kłosie.

Savin i Nicolas (1996) wykazali zmniejszenie masy ziarna z 1 kłosa o 20% z powodu suszy, a tylko o 5% z powodu wysokich temperatur. Największe zmniejszenie (o ok. 30%) masy ziarna stwierdzono w przypadku jednoczesnego działania obydwu czynników stresowych. Conry i Keane (1994) wykazali natomiast, że mała liczba ziaren w kłosie jest następstwem niekorzystnych warunków pogodowych w okresie początkowego rozwoju roślin i kwitnienia.

Wszystkie badane czynniki kształtowały istotnie plon ziarna ogółem, ziarna celnego i procentowy udział ziarna celnego w plonie ogólnym. Najwyższym plonem ziarna ogółem charakteryzowała się odmiana Brenda, a plonem ziarna celnego i % udziałem ziarna celnego w plonie ogólnym odmiana Scarlett. Intensywny poziom ochrony, w porównaniu z kontrolą, dał wyższy o 30% plon ziarna ogółem i o 40% ziarna celnego oraz o 6% zwiększył udział ziarna celnego w plonie ogółem (tab. 11).

Wielu autorów stwierdziło korzystny wpływ fungicydów na plonowanie jęczmienia jarego (Kaniuczak 1997, Koziara i wsp. 1998, Pecio i wsp. 2000a, Szmigiel i Oleksy 1998). Brak chemicznej ochrony roślin w zakresie zwalczania chwastów i chorób prowadzi do istotnego obniżenia plonów ziarna (Harasim i Noworolnik 1998). W badaniach Byrdy i wsp. (1989) zastosowana kompleksowa chemizacja upraw zbożowych zniwelowała niekorzystne działanie pogody i wpłynęła na wzrost plonów. Zwyżka plonów jęczmienia po zastosowaniu kompleksowej ochrony chemicznej (fungicydy, herbicydy i regulatory wzrostu) produkcji krajowej wynosiła 1,25 t·ha⁻¹, w porównaniu z kontrolą. Wyniki Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego na Dolnym Śląsku potwierdzają korzystny wpływ ochrony chemicznej, zwłaszcza przeciwko chorobom grzybowym, w uprawie jęczmienia jarego na cele browarne. Intensywny poziom technologii (odchwaszczanie chemiczne i dwa zabiegi fungicydowe) spowodował wzrost plonów ziarna o 0,69 t·ha⁻¹, w stosunku do kontroli (Kotowicz 2001).

Tabela 11

Table 11

Plon ziarna jęczmienia jarego (średnie dla czynników z lat 2001–2003)
Grain yield of spring barley (means for factors in in years 2001–2003)

Wyszczególnienie Specification		Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)		Udział ziarna celnego w plonie ogólnym Percentage of grain filling in total yield (%)
		ogółem total	celnego grain filling	
Odmiana – Cultivar	Brenda	5,34	4,40	82,4
	Scarlett	5,22	4,69	89,8
	Rudzik	4,89	4,14	84,7
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		0,25	0,20	1,4
Poziom ochrony chemicznej Plant protection levels	tradycyjny basic	4,47	3,68	82,3
	intensywny intensive	5,82	5,14	88,3
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		0,16	0,14	1,3
Gęstość siewu (liczba ziaren·m ⁻²) Sowing rate (number of seeds ·m ⁻²)	250	4,98	4,30	86,3
	350	5,20	4,42	85,0
	450	5,26	4,50	85,6
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		0,12	0,09	0,9
Lata Years	2001	3,96	2,84	71,7
	2002	6,68	6,04	90,4
	2003	4,80	4,35	90,6
NIR $\alpha=0,05$ LSD $\alpha=0,05$		0,25	0,20	2,1

r.n. – różnica nieistotna

n.s. - no significant difference

Wzrost liczby wysianych ziaren na 1 m² z 250 do 450 spowodował zwiększenie plonu ziarna ogółem o 6 i ziarna celnego o 5%, jednak dla badanych odmian jęczmienia jarego wystarczający był wysiew na 1 m² 350 ziaren. Najwięcej ziarna celnego w plonie ogólnym stwierdzono przy najniższej liczbie wysianych ziaren jęczmienia (tab. 11).

Najwyższe plony ziarna jęczmienia jarego uzyskuje się przy wysiewie 300–400 ziaren·m⁻² (Hoejmark 1975, Majkowski i wsp. 1980, Noworolnik 1992a, b, Sawicki 1976), a na gorszych glebach przy wysiewie 360–380 ziaren·m⁻² (Kirby 1969, Kulik 1988,

Lisunov 1988). Wielu autorów wykazało interakcję odmian jęczmienia jarego z ilością wysiewu (Noworolnik 1992b, 2003, Noworolnik i Ruszkowska 1980, Sawicki 1976). Jest to związane ze zróżnicowanymi wymaganiami świetlnymi odmian, a także niejednakową krzewistością i podatnością na wyleganie oraz choroby. Kozłowska-Ptaszyńska i Pecio (1999) nie stwierdzili współdziałania odmian z ochroną roślin i gęstością siewu na kształtowanie plonu ziarna.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań polowych i laboratoryjnych można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Przebieg warunków wilgotnościowo-termicznych w latach badań kształtował w największym stopniu długość poszczególnych faz rozwojowych i okresu wegetacji, liczbę roślin po wschodach, cechy morfologiczne i elementy struktury plonu. Ponadto, warunki pogodowe wpłynęły na wyleganie roślin i nasilenie występowania chorób.

2. Intensywny poziom ochrony chemicznej, w porównaniu z tradycyjną, zmniejszył wyleganie i porażenie roślin przez choroby oraz powodował między innymi: zwiększenie liczby kłosów produkcyjnych na 1 m^2 , plonu ziarna ogółem i celnego.

3. Spośród badanych odmian:

- Brenda charakteryzowała się między innymi najwyższym plonem ziarna ogółem i była jednocześnie najbardziej podatna na porażenie przez plamistość siatkową oraz brunatną plamistość liści, a odporna na mączniaka prawdziwego i wyleganie;
- Scarlett była najbardziej odporna na plamistość siatkową, a podatna na wyleganie roślin, charakteryzowała się większą celnością i plonem ziarna celnego;
- Rudzik wydała najniższy plon ziarna ogółem i była najbardziej podatna na porażenie przez mączniaka prawdziwego.

4. W warunkach Niziny Śląskiej (województwo opolskie) odpowiednimi do uprawy na cele browarne są odmiany Brenda i Scarlett przy wysiewie 350 ziaren na 1 m^2 i intensywnej ochronie chemicznej.

PIŚMIENNICTWO

- Bakuniak E., Chruścielska K., Jańczak C., Ptasczkowska J., 1995. Zagrożenia wynikające z ograniczeń stosowania zapraw zbożowych. Materiały XXXV Sesji Naukowej Instytutu Ochrony Roślin, Część I – Referaty, Poznań: 45–51.
- Błazej J., Błazej J., 2000. Wpływ technologii produkcji na zdrowotność jęczmienia jarego i owsa. Pam. Puł. – Mat. Konf., z. 120: 23–30.
- Błazewicz J., Liszewski M., Płaskowska E., 2003. Wartość browarna ziarna jęczmienia odmian Rudzik i Brenda z sezonu wegetacyjnego 2000. Żywność, 1(34): 99–109.
- Byrdy S., Krawiec S., Łaszcz E., Kubis M., 1989. Uzasadnienie potrzeby prowadzenia kompleksowej ochrony zbóż. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., z. 363: 113–119.
- Conry M.J., Keane T., 1994. Effect of adverse climatic factors on grain yield and protein content of malting barley sown in early spring in 1993. Proceedings of the Third Congress of the European Society of Agronomy, Abano-Padova, 18–22 September 1994: 592–593.

- Fatyga J., Chrzanowska-Drożdż B., Liszewski M., 1995. Wysokość i jakość plonów jęczmienia jarego pod wpływem różnych dawek azotu. *Zesz. Nauk. AR Wroc.*, Rol. LXV, 278: 29–36.
- Filipiak K., Kukuła S., Zarychta M., 1999. Czynniki decydujące o produkcji jęczmienia jarego w Polsce. *Pam. Puł. – Mat. Konf.*, z. 114: 83–91.
- Finlay R.C., Reinbergs E., Daynard T.B., 1971. Yield response of spring barley to row spacing and seeding rate. *Can. J. Pl. Sci.*, t. 51, No. 6.
- Harasim A., Noworolnik K., 1998. Wpływ zróżnicowanego poziomu nawożenia mineralnego i ochrony roślin na efektywność produkcji jęczmienia jarego. *Pam. Puł. – Mat. Sem.*, z. 112: 67–73.
- Hoejmark J., 1975. Udsaedmaengder of by kombinieret med stigende maengder kvaelstof. *Tids. Plant.*, 3: 378–393.
- Jańczak C., Ławecki T., 1997. Skutki silnej infekcji grzybem *Drechslera teres* (Sacc.) Schoem. na liściach jęczmienia w 1996 roku. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 37(1): 178–181.
- Kaniuczak Z., 1997. Badania nad opłacalnością chemicznego zwalczania chorób i szkodników zbóż jarych. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin.*, Vol. 37(2): 110–113.
- Kirby E.J., 1969. The effect of sowing date and plant density on barley. *Ann. Appl. Biol.*, 63: 513–521.
- Korbas M., 2000. Grzyby niszczą jęczmień. *Uprawa roli i roślin – ochrona roślin*, Top Agrar Polska, 1: 40–41.
- Kościelniak W., 1999. *Agrotechnika jęczmienia jarego browarnego*. Wyd. WODR Łosiów, 10.
- Kotowicz Z., 2001. Wyniki doświadczeń PDO, 1999–2001. Jęczmień jary, Serie: browarna i pastewna. *Dolnośląski Zespół Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego na Dolnym Śląsku*, z. 6(3): 5–18.
- Koziara W., Borówczak F., Grześ S., 1998. Elementy struktury plonu jęczmienia jarego w zależności od deszczowania, nawożenia azotem i technologii uprawy. *Pam. Puł. – Mat. Sem.*, z. 112: 115–120.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pecio A., 1999. Wpływ ochrony roślin przed chorobami oraz gęstości siewu na plon i architekturę łanu odmian jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.*, XVI, nr 3(63): 77–88.
- Kulik D., 1988. Vplyv predplodin, hnojenia i mnozstva ysevku na vynos jarneho jacmena. *Rost. Vyroba*, 34(5): 483–490.
- Kuś J., 1993. Kształtowanie się plonu jęczmienia jarego w różnych płodozmianach w 20-leciu (1973–1992). *Fragm. Agron. R.* 10, nr 4: 79–80.
- Lisunov V., 1988. Vlijanie udobrenij i norm vyseva semjan na urożajnost i kačestvo zerna sortov jačmenja. *Naučn. Osn. Inten. Zemled. Saransk*, 53–62.
- Liszewski M., Błażewicz J., 2001: Wpływ nawożenia azotem na wartość browarną ziarna jęczmienia odmian Rudzik i Brenda. *Cz. I, Zesz. Nauk AR Wrocław, Technol. Żyw.*, XIV, 407: 91–100.
- Majkowski K., Wróbel E., Budzyński W., 1980. Wpływ zróżnicowanego nawożenia mineralnego i ilości wysiewu na plonowanie i wartość pastewną jęczmienia jarego. *Zesz. Nauk. AR-T Olszt.*, Rol., 30: 161–172.
- Michalski T., 1999. Zdrowotność zbóż jarych w zależności od gęstości siewu. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 39(2): 759–762.
- Noworolnik K., 1988. Produkcyjność odmian jęczmienia jarego w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu. *Biul. IHAR*, nr 168: 47–53.
- Noworolnik K., 1992a. Produkcyjność odmian jęczmienia ozimego w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu. *Biul. IHAR*, nr 183: 149–155.

- Noworolnik K., 1992b. Plonowanie odmian jęczmienia jarego w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu. *Biul. IHAR*, 183: 157–163.
- Noworolnik K., 1994. Zalecenia agrotechniczne – technologie uprawy roślin. Jęczmień jary na cele paszowe. *IUNG Puławy*: 3–27.
- Noworolnik K., 1999. Wpływ różnej intensywności technologii uprawy na plonowanie jęczmienia jarego. *Pam. Puł. – Materiały Konferencji*, z. 114: 283–287.
- Noworolnik K., 2003. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. VIII. Monografie i rozprawy naukowe. *IUNG Puławy*: 1–66.
- Noworolnik K., Ruszkowska B., 1980. Wpływ nawożenia azotem i gęstości siewu na plonowanie i skład chemiczny ziarna jęczmienia jarego dla celów pastewnych. *Pam. Puł.*, 72: 63–76.
- Noworolnik K., Ruszkowska B., 1985a. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i środowiskowych na plonowanie odmian jęczmienia jarego. *Agrotechnika odmian jęczmienia jarego. IUNG – Puławy, R(197)*: 5–20.
- Noworolnik K., Ruszkowska B., 1985b. Wpływ różnych dawek azotu i gęstości siewu na wysokość i jakość plonu ziarna odmian jęczmienia jarego uprawianego po różnych przedplonach. *Agrotechnika odmian jęczmienia jarego, Wyd. IUNG, Puławy, R(197)*: 51–68.
- Osiecka B., Michalski T., 1996. Wpływ ochrony roślin na plonowanie jęczmienia jarego i owsa uprawianych w siewie czystym i w mieszankach. *Progress in Plant Protection/Postępy w ochronie roślin, Vol. 36 (2)*: 370–372.
- Pecio A., 1995. The architecture and productivity of barley canopy. *Fragm. Agron.*, 46(2): 162–163.
- Pecio A., 2002. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego, XIX, nr 4(76): 4–13.
- Pecio A., Bichoński A., Kozłowska-Ptaszyńska Z., 2000a. Wpływ chemicznej ochrony roślin przed chorobami oraz gęstości siewu na wartość browarną jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.*, XVII, Nr 3(67): 42–52.
- Pecio A., Pawłowska J., Bichoński A., 2000b. Plonowanie i wartość browarna ziarna odmian jęczmienia jarego na tle zróżnicowanych sposobów ochrony zasiewów, *Fragm. Agron.*, XVII, 2(67): 45–61.
- Pląskowska E., Matkowski K., Moszczyńska E., Liszewski M., Błażewicz J., 2001. Wpływ nawożenia azotem na skład zbiorowisk grzybów występujących na ziarnie jęczmienia browarnego. *Żywność*, 4(29): 36–45.
- Rudnicki F., 1993. Zależność plonów jęczmienia jarego i owsa w zależności od ilości i rozkładu opadów oraz możliwości prognozowania plonów. *Wybrane zagadnienia z uprawy zbóż. ODR Minikowo*: 43–49.
- Ruszkowski M., 1983. Produkcyjność jęczmienia jarego przy zróżnicowanej gęstości siewu. *IUNG Puławy, Ser. R (179)*.
- Ruszkowski M., 1988. Przyczyny zmian w produktywności jęczmienia jarego pod wpływem zróżnicowanego rozmieszczenia roślin na jednostce powierzchni. *Biul. IHAR*, nr 147: 65–71.
- Ruszkowski M., Bis K., Polak E., 1985. Porównanie różnych technologii uprawy zbóż. I. Jęczmień Jary. *Pam. Puł. – Prace IUNG*, z. 84: 29–44.
- Savin R.S., Nicolas M.E., 1996. Effects of short periods of drought and high temperature on grain growth and starch accumulation of two malting barley cultivars. *Austr. J. Plant Physiol.*, 23: 201–210.
- Sawicki J., 1976. Wpływ ilości wysiewu na plon i strukturę plonu ziarna jęczmienia jarego. *Acta Agrar. Et. Silvers.*, Ser. Agr., 16(2): 101–166.
- Szmigiel A., Oleksy A., 1998. Wpływ technologii uprawy na plonowanie jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, 112: 253–259.

- Wiewióra B., 2003. Zdrowotność i inne cechy wartości siewnej ziarna na plon jęczmienia jarego w zależności od zastosowanej zaprawy nasiennej. Cz. I. Wpływ zapraw nasiennych na grzyby zasiedlające ziarno jęczmienia jarego, jego zdolność kiełkowania oraz wigor. Biul. IHAR, nr 228: 81–87.
- Zarychta M., 2001. Technologia produkcji jęczmienia jarego przy rozrzedzonym wysiewie. Instrukcja wdrożeniowa nr 211/2000, IUNG, Puławy, 1–19.

**THE EFFECT OF PLANT PROTECTION LEVELS AND SOWING RATE
ON YIELD AND QUALITY OF BREWING SPRING BARLEY GRAIN.
PART I. PLANT GROWTH AND YIELDS**

S u m m a r y

In 2001–2003 at the Smolice Plant Breeding Station Ltd. in Bąków nearby Kluczbork, field experiments were conducted to investigate the effect of chemical plant protection on brewing spring barley and the sowing rate on yielding of selected cultivars. The "split-plot" experiment was set for four replications for the following three variable factors: I spring barley cultivars: Brenda, Scarlett and Rudzik; II chemical protection level: a) – traditional: preplant grain dressing + 1 herbicide treatment + 1 insecticide treatment; b) – intensive: preplant grain dressing + 1 herbicide treatment + 1 fungicide treatment + 2 fungicide treatments with use of redardant; III sowing rate: 250, 350 and 450 seeds per 1 m².

Weather conditions in the years of the experiments had the most significant effect on the length of plant growth stages, the vegetative period, number of plants after emergence, morphological features of the plants and the elements of yield structure. Additionally, weather conditions caused plant lodging and the degree of disease infestation.

Compared to the control, the intensive chemical protection reduced lodging and disease infestation. It also increased, among other things, the number of productive corn ears per 1 m², total grain yield and grain filling yield. Among the investigated cultivars, Brenda produced the highest total grain yield, but it was also most susceptible for infestation by net blotch and the spot form of *Drechslera tritici-repentis*. At the same time, it showed resistance to grass mildew and lodging.

In the conditions of Opole Province (Silesian Lowlands), the best barley cultivars for brewing purposes are Brenda and Scarlett with the optimal sowing rate at 350 seeds per 1 m² and an intensive chemical plant protection.

KEY WORDS: brewing spring barley, cultivars, chemical protection, sowing rate

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

Jarosław Kaszubkiewicz, Paweł Jezierski

**ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH METALI CIĘŻKICH
W GLEBACH NA TERENIE POWIATU KŁODZKIEGO**

**TOTAL CONTENT OF HEAVY METALS IN SOILS
AT THE AREA OF KŁODZKO DISTRICT**

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

W pracy przedstawiono wyniki badań nad całkowitą zawartością metali ciężkich w glebach obszarów rolniczych powiatu kłodzkiego. Analizowane gleby cechowały się uziarnieniem od glin lekkich pylastych do glin ciężkich pylastych oraz pyłów zwykłych i pyłów ilastych. Ponad 74% przebadanych gleb wykazywało odczyn kwaśny i bardzo kwaśny. Tylko w przypadku Pb, Cd, Zn stwierdzono, iż zawartości tych pierwiastków są wyższe od tła geochemicznego, ale nie stanowią one o zanieczyszczeniu gleb.

SŁOWA KLUCZOWE: metale ciężkie, gleba, roślina, gleby użytkowane rolniczo, powiat kłodzki

1. WSTĘP

Jednym z najlepszych wskaźników antropogenicznych przekształceń środowiska jest poziom zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi. Przekroczenia ich dopuszczalnych zawartości stwierdza się głównie w glebach aglomeracji miejskich oraz rejonów przemysłowych (Kabata-Pendias, Pendias 1999).

Metale ciężkie pochodzenia antropogenicznego zazwyczaj charakteryzują się większą rozpuszczalnością niż metale pochodzenia naturalnego, fitogenicznego, często związane w sieciach krystalicznych minerałów pierwotnych i wtórnych (Karczewska 2002). Należy także zwrócić uwagę na fakt, że metale unieruchomione w fazie stałej gleby nie pozostają całkowicie obojętne dla środowiska, gdyż na drodze mechanicznej

Do cytowania – For citation: Kaszubkiewicz J., Jezierski P., 2009. Zawartość wybranych metali ciężkich w glebach na terenie powiatu kłodzkiego. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. XCIV, 573, 29–40.

wraz z cząstkami stałymi gleby mogą być przenoszone w wyniku procesów erozji wodnej lub wietrznej. W następstwie powodują zanieczyszczenie wód i roślin, wykorzystywanych do celów paszowych i spożywczych (Kabata-Pendias 1993, Karczewska i wsp. 2008).

Powiat kłodzki leży w południowo-zachodniej części Polski, w obrębie łańcucha Sudetów. Charakterystycznym występowaniem, kształtem przypominającym czworokąt, wciwna się w obszar Republiki Czeskiej. Ziemia Kłodzka, pokrywająca się obszarowo z powiatem kłodzkim, jest wyodrębniona fizjograficznie i funkcjonalnie z pozostałej części województwa dolnośląskiego jako jego największy powiat o powierzchni 1 642 km², zamieszkiwany przez 180 tys. mieszkańców i obejmujący czternaście gmin (Biuletyn Informacji Publicznej Starostwa Powiatowego w Kłodzku). Potencjalnymi źródłami zanieczyszczenia gleb na terenie powiatu kłodzkiego są: kopalnia gabra „Słupiec”, kamieniołom piaskowca czerwonego w Nowej Rudzie, nielegalne wysypiska odpadów, drogi i szlaki komunikacyjne oraz funkcjonujące obecnie zakłady przemysłowe, np. ZETKAMA Fabryka Armatury Przemysłowej S.A w Kłodzku, General Electric Power Control w Kłodzku, Fenelon Group w Kudowie Zdroju, Zakład Produkcji Automatyki Sieciowej S.A. w Przygórzu, Zakład Elektrotechniki Motoryzacyjnej Sp. z o.o w Dusznikach Zdroju, Huta Szkła Kryształowego „Violetta” w Stroniu Śląskim, Zakłady Chemiczne SYNTETYKA w Szalejowie.

W okresie od lutego do września 2009 r. przeprowadzono na terenie powiatu kłodzkiego badania mające na celu ustalenie aktualnego poziomu zawartości metali ciężkich w glebach użytkowanych rolniczo. Szczególną uwagę zwrócono na obszary występujące w otoczeniu funkcjonujących obecnie i wyłączonych z eksploatacji zakładów przemysłowych.

2. OBIEKT I METODYKA BADAŃ

Badania zawartości metali ciężkich w glebach prowadzono na terenie 12 gmin powiatu kłodzkiego: Bystrzyca Kłodzka, Łądek Zdrój, Stronie Śląskie, Międzyzlesie, Duszniki Zdrój, Lewin Kłodzki, Kudowa Zdrój, Radków, Szczytna, Polanica Zdrój, Kłodzko, Nowa Ruda. Przy wyborze punktów badawczych kierowano się lokalizacją potencjalnych źródeł zanieczyszczeń, dążeniem do reprezentatywnego wyboru próbek pod kątem występujących na terenie powiatu typów gleb oraz uziarnienia ich poziomów próchnicznych. Łącznie zebrano 112 próbek glebowych z poziomu akumulacyjnego gleb. Próbkę do badań pobierano z gleb użytkowanych rolniczo jako grunty orne.

Materiał do badań pobierano z głębokości 0–30 cm z kilku miejsc bezpośrednio sąsiadujących z punktem badawczym (tj. położonych w odległości nieprzekraczającej 5 m). Próbkę pobierano krótką łaską gleboznawczą, co zapewniało kontrolę głębokości.

2.1. Badania laboratoryjne

Materiał glebowy wysuszono w temperaturze pokojowej, a następnie przesiano przez sита o średnicy oczek 2 mm w celu określenia udziału części szkieletowych w składzie granulometrycznym. Wydzielone części ziemiste < 2 mm poddano dalszej analizie. Badania właściwości gleb przeprowadzono z zastosowaniem następujących metod:

- skład granulometryczny – metodą areometryczno-sitową;
- odczyn gleby: pH w wodzie i w 1 M KCl – metodą potencjometryczną, wg PN-ISO 10390:1997;
- zawartość form całkowitych metali ciężkich w glebie: Zn, Cu, Pb, Cd, Ni – techniką AAS po mineralizacji próbek w wodzie królewskiej (wg PN-ISO 11047; 2001 i PN – ISO 11466:2002).

Dla oceny poprawności oznaczeń stosowano certyfikowane materiały referencyjne i wzorce wewnętrzne.

3. WYNIKI BADAŃ

3.1. Uziarnienie

Analizując skład granulometryczny próbek glebowych z poszczególnych gmin, można zauważyć, że cięższym składem granulometrycznym charakteryzują się gleby z gmin Bystrzyca Kłodzka, gdzie przeważają gliny średnie pylaste, ility pylaste i gliny ciężkie pylaste oraz Międzylesie, gdzie dominują ility pylaste i pyły ilaste. Najlżejszym uziarnieniem cechują się gleby z gminy Stronie Śląskie, gdzie dominują pyły i gliny lekkie pylaste oraz Radków, gdzie zdecydowaną większość stanowią gliny lekkie pylaste i gliny piaszczyste pylaste. Podsumowując wykonane badania składu granulometrycznego, należy zauważyć, że na terenie powiatu kłodzkiego poziomy powierzchniowe gleb odznaczają się zazwyczaj uziarnieniem glin pylastych oraz utworów pyłowych. Występują również ility pylaste.

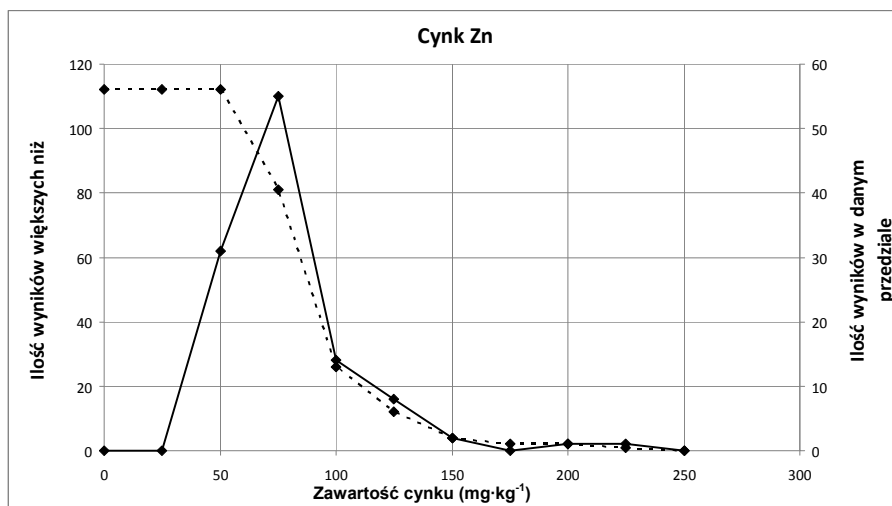
3.2. Odczyn

Procent gleb kwaśnych i bardzo kwaśnych w poszczególnych gminach kształtuje się w granicach od 45,5 w gminie miasto Radków do 100% w gminie Stronie Śląskie. Udział gleb kwaśnych i bardzo kwaśnych w całości gleb powiatu kłodzkiego wynosi według przeprowadzonych badań 74,1% i jest nieco wyższy od danych z literatury, które określają go na poziomie od 61% (lata 2004 – 2007) – do 67% (lata 2003–2006) (Raport o stanie środowiska... 2003, 2004, 2005, 2006, 2007). Odczyn badanych gleb odzwierciedla w znacznej mierze zarówno zróżnicowanie skał macierzystych, z których wytworzyły się gleby (kwaśne skały granitowe w okolicach Kudowy), jak i zróżnicowanie w ich użytkowaniu i nawożeniu.

3.3. Zawartość metali w glebach

3.3.1. Zawartość cynku

Zawartość cynku dla wszystkich badanych próbek z gruntów rolnych powiatu kłodzkiego mieściła się w granicach od 29,1 do 204,0 mg·kg⁻¹. Średnia zawartość cynku wynosiła dla wszystkich wyników 57,2 mg·kg⁻¹, a odchylenie standardowe 28,5 mg·kg⁻¹. Wartość dopuszczalna określona w rozporządzeniu ministra środowiska w sprawie standardów jakości gleby wynosząca dla gruntów grupy B – 300 mg·kg⁻¹ (Rozporządzenie...2002) nie została przekroczona w żadnym z badanych punktów. W odniesieniu do wytycznych IUNG zawartość Zn była w 84 badanych próbkach na poziomie naturalnym (stopień 0), w 27 próbkach na poziomie zawartości podwyższonej (stopień I) i w 1 próbce na poziomie odpowiadającym słabemu zanieczyszczeniu gleb (stopień II). Podwyższone zawartości cynku występowały najczęściej w gminach Międzyzlesie, Stronie Śląskie i Kudowa Zdrój. Spośród 112 przebadanych punktów typowe koncentracje cynku dla gleb pyłowych i gliniastych, a takie w większości występują w powiecie kłodzkim, wynoszące 20–130 mg·kg⁻¹ (Kabata-Pendias 1999), przekroczone były zaledwie w 4 próbkach pochodzących z obrębów: Trzebieszowice – gmina Lądek Zdrój, Czermna – gmina Kudowa Zdrój, Szczytna – gmina Szczytna i Krosnowice – gmina Kłodzko. Średnia zawartość cynku we wszystkich przebadanych próbkach wynosiła 65,4 mg·kg⁻¹, co oznacza naturalną zawartość tego metalu w glebach. Analiza średnich zawartości cynku obliczonych dla próbek pobranych z poszczególnych gmin (tab. 1) wskazuje, że zawartość Zn pozostaje w nich na zbliżonym poziomie. Dla poszczególnych gmin średnia zawartość cynku kształtowała się w granicach od 40,2 mg·kg⁻¹ w mieście Polanica Zdrój do 99,13 mg·kg⁻¹ w gminie Kudowa Zdrój. Rozkład zawartości cynku w glebach powiatu przedstawiono na rysunku 1.



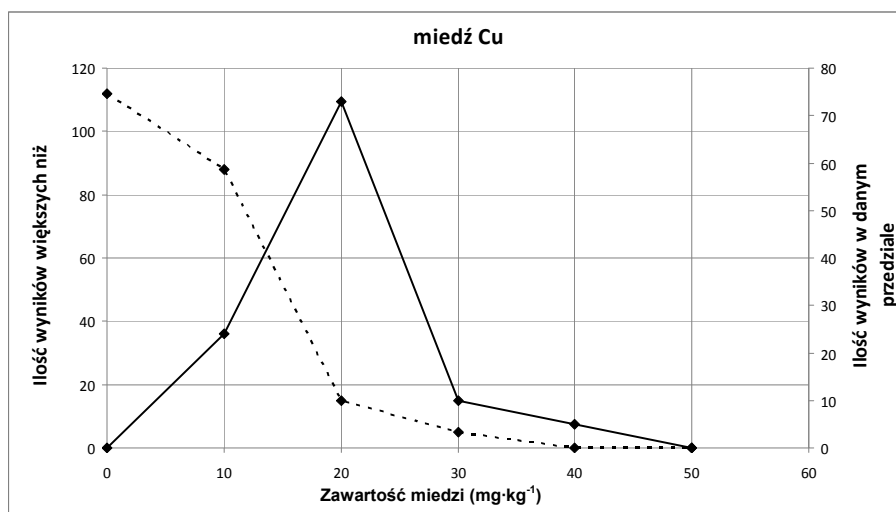
Rys. 1. Rozkład zawartości cynku dla pobranych próbek glebowych
Fig. 1. Zinc content distribution for collected soil samples

Tabela 1
Table 1Średnie zawartości badanych metali w poszczególnych gminach powiatu kłodzkiego
Medium concentrations of heavy metals in selected communes of Kłodzko district

Gmina Commune	Średnia zawartość poszczególnych metali ciężkich (mg·kg ⁻¹) Medium concentrations of individual heavy metals				
	Cu	Zn	Pb	Ni	Cd
Bystrzyca Kłodzka	12,26	66,70	26,92	18,15	0,85
Lądek Zdrój	22,36	81,63	29,98	24,11	1,34
Stronie Śląskie	17,88	79,48	31,03	15,77	1,47
Międzylesie	14,04	81,36	40,56	18,87	1,47
Miasto Duszniki Zdrój	9,98	57,75	30,03	14,08	0,95
Lewin Kłodzki	12,92	73,82	35,84	20,66	1,05
Kudowa	9,58	99,13	40,58	11,95	0,95
Miasto Radków	12,37	52,43	25,37	16,05	1,01
Miasto Szczytna	9,48	60,60	34,72	11,56	0,92
Miasto Polanica Zdrój	8,70	40,20	27,30	12,08	0,73
Kłodzko	15,11	56,69	27,02	18,86	0,79
Nowa Ruda	17,30	59,91	31,18	24,24	0,88

3.3.2. Zawartość miedzi

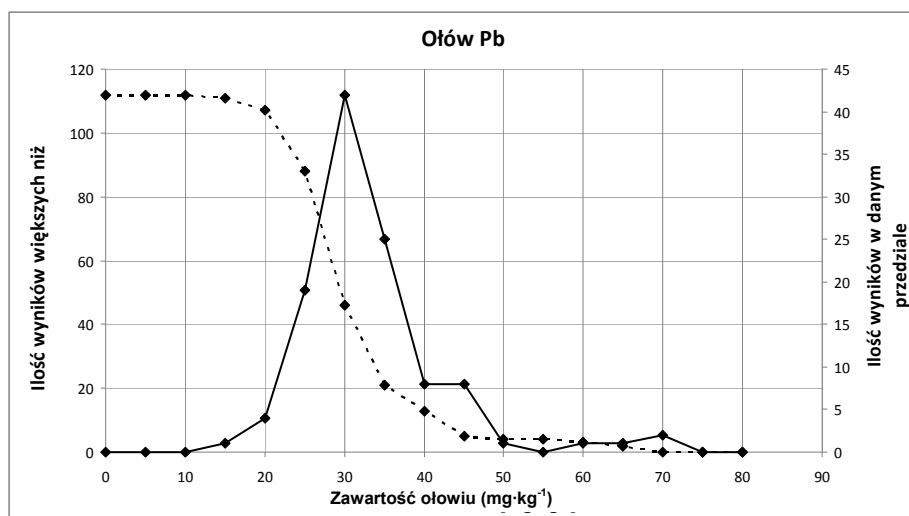
Zawartość miedzi dla wszystkich badanych próbek z gruntów rolnych powiatu kłodzkiego mieściła się w granicach od 4,1 do 39,8 mg·kg⁻¹. Mediana zawartości miedzi wynosiła dla wszystkich wyników 13,1 mg·kg⁻¹, a odchylenie standardowe 6,7 mg·kg⁻¹. Wartość dopuszczalna określona w rozporządzeniu ministra środowiska w sprawie standardów jakości gleby wynosząca dla gruntów grupy B – 150 mg·kg⁻¹ (Rozporządzenie... 2002) nie została przekroczona w żadnym z badanych punktów. W odniesieniu do wytycznych IUNG zawartość Cu była w 105 badanych próbkach na poziomie naturalnym (stopień 0) i w 7 próbkach na poziomie zawartości podwyższonej (stopień I). Podwyższone zawartości miedzi występowały w gminach Nowa Ruda i Lądek Zdrój. Typowe wartości koncentracji miedzi dla gleb pyłowych i gliniastych, a także w większości występują w powiecie kłodzkim, wynoszą 8–54 mg·kg⁻¹ ze średnią około 20 mg·kg⁻¹ (Kabata-Pendias, Pendias 1999). Spośród 112 przebadanych punktów typowe koncentracje nie były przekroczone w żadnym przypadku. Średnia zawartość miedzi we wszystkich przebadanych próbkach wynosiła 14,6 mg·kg⁻¹, co oznacza naturalną zawartość tego metalu w glebach powiatu kłodzkiego. Analiza średnich zawartości miedzi obliczonych dla próbek pobranych z poszczególnych gmin (tab. 1) wskazuje, że zawartość Cu pozostaje w nich na zbliżonym poziomie. Dla poszczególnych gmin średnia zawartość miedzi kształtowała się w granicach od 8,70 mg·kg⁻¹ w mieście Polanica Zdrój do 22,36 mg·kg⁻¹ w gminie Lądek Zdrój. Rozkład zawartości miedzi w glebach powiatu przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Rozkład zawartości miedzi dla pobranych próbek glebowych
 Fig. 2. Copper content distribution for collected soil samples

3.3.3. Zawartość ołowiu

Zawartość ołowiu dla wszystkich badanych próbek z gruntów rolnych powiatu kłodzkiego mieściła się w granicach od 11,6 do 69,7 mg·kg⁻¹. Średnia zawartość ołowiu wynosiła dla wszystkich wyników 29,1 mg·kg⁻¹, a odchylenie standardowe 9,0 mg·kg⁻¹. Wartość dopuszczalna określona w rozporządzeniu ministra środowiska w sprawie standardów jakości gleby wynosząca dla gruntów grupy B – 150 mg·kg⁻¹ (Rozporządzenie... 2002) nie została przekroczona w żadnym z badanych punktów. W odniesieniu do wytycznych IUNG zawartości Pb była w 107 badanych próbkach na poziomie naturalnym (stopień 0) i w 5 próbkach na poziomie zawartości podwyższonej (stopień I). Podwyższone zawartości ołowiu występowały najczęściej w gminach Międzyzlesie, Stronie Śląskie, Kudowa Zdrój i Nowa Ruda. Typowe wartości koncentracji ołowiu dla gleb pyłowych i gliniastych, wynoszą 14–52 mg·kg⁻¹ ze średnią około 25 mg·kg⁻¹ (Kabata-Pendias, Pendias 1999). Spośród 112 przebadanych punktów typowe koncentracje były przekroczone zaledwie w 4 próbkach pochodzących z obrębów: Międzyzlesie – gmina Międzyzlesie, Czerwna – gmina Kudowa Zdrój, Szczytna – gmina Szczytna i Jugów gmina Nowa Ruda. Średnia zawartość ołowiu we wszystkich przebadanych próbkach wynosiła 30,5 mg·kg⁻¹, co oznacza naturalną zawartość tego metalu w glebach powiatu kłodzkiego. Analiza średnich zawartości ołowiu obliczonych dla próbek pobranych z poszczególnych gmin (tab. 1) wskazuje, że zawartość Pb pozostaje w nich na zbliżonym poziomie. Dla poszczególnych gmin średnia zawartość ołowiu kształtowała się w granicach od 25,37 mg·kg⁻¹ w gminie Radków do 40,58 mg·kg⁻¹ w gminie Kudowa Zdrój. Rozkład zawartości ołowiu w glebach powiatu przedstawiono na rysunku 3.

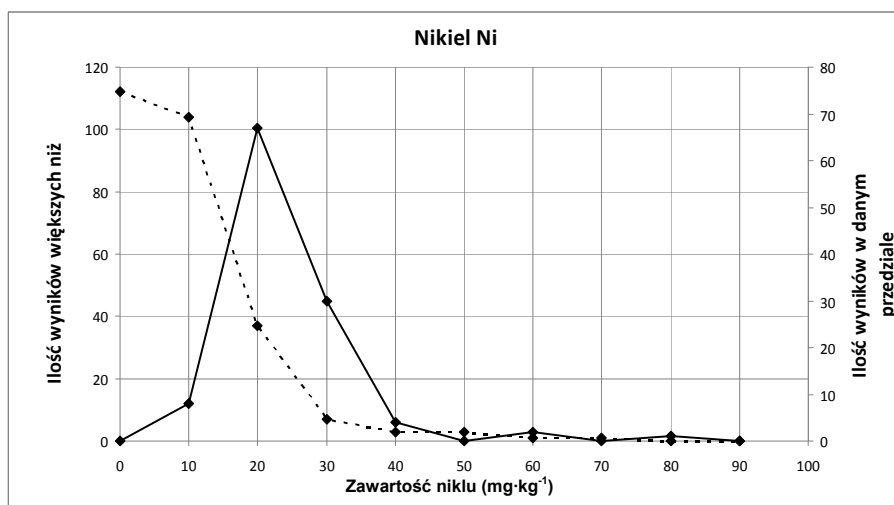


Rys. 3. Rozkład zawartości ołowiu dla pobranych próbek glebowych
 Fig. 3. Lead content distribution for collected soil samples

3.3.4. Zawartość niklu

Zawartość niklu dla wszystkich badanych próbek z gruntów rolnych powiatu kłodzkiego mieściła się w granicach od 4,8 do 72,0 mg·kg⁻¹. Średnia zawartość niklu wynosiła dla wszystkich wyników 17,8 mg·kg⁻¹, a odchylenie standardowe 9,0 mg·kg⁻¹. Wartość dopuszczalna określona w rozporządzeniu ministra środowiska w sprawie standardów jakości gleby wynosząca dla gruntów grupy B – 150 mg·kg⁻¹ (Rozporządzenie... 2002) nie została przekroczona w żadnym z badanych punktów. W odniesieniu do wytycznych IUNG zawartości Ni była w 100 badanych próbkach na poziomie naturalnym (stopień 0), w 9 próbkach na poziomie zawartości podwyższonej (stopień I) i w 3 próbkach na poziomie odpowiadającym słabemu zanieczyszczeniu gleb (stopień II). Podwyższone zawartości niklu występowały w gminach Stronie Śląskie, Lądek Zdrój, Nowa Ruda i Bystrzyca Kłodzka. Typowe wartości koncentracji niklu dla gleb pyłowych wynoszą 7–70 mg·kg⁻¹, a dla gleb gliniastych 10–104 mg·kg⁻¹ ze średnią około 19 mg·kg⁻¹ (Kabata-Pendias, Pendias 1999).

Spośród 112 przebadanych punktów typowe koncentracje nie były przekroczone w żadnym przypadku. Średnia zawartość niklu we wszystkich przebadanych próbkach wynosiła 18,9 mg·kg⁻¹, co oznacza naturalną zawartość tego metalu w glebach powiatu kłodzkiego. Analiza średnich zawartości niklu obliczonych dla próbek pobranych z poszczególnych gmin (tab. 1) wskazuje, że zawartość Ni pozostaje w nich na zbliżonym poziomie. Dla poszczególnych gmin średnia zawartość niklu kształtowała się w granicach od 11,56 mg·kg⁻¹ w gminie Szczytna do 24,24 mg·kg⁻¹ w gminie Nowa Ruda. Rozkład zawartości niklu w glebach powiatu przedstawiono na rysunku 4.



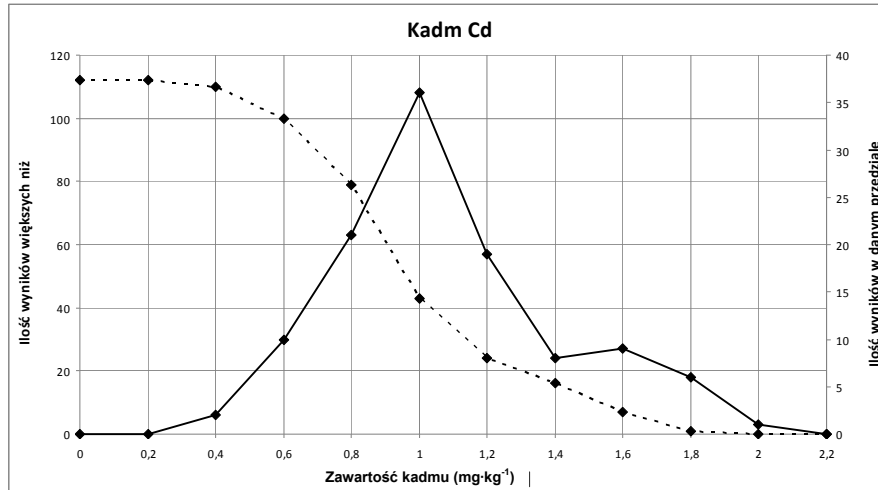
Rys. 4. Rozkład zawartości nikielu dla pobranych próbek glebowych

Fig. 4. Nickel content distribution for collected soil samples

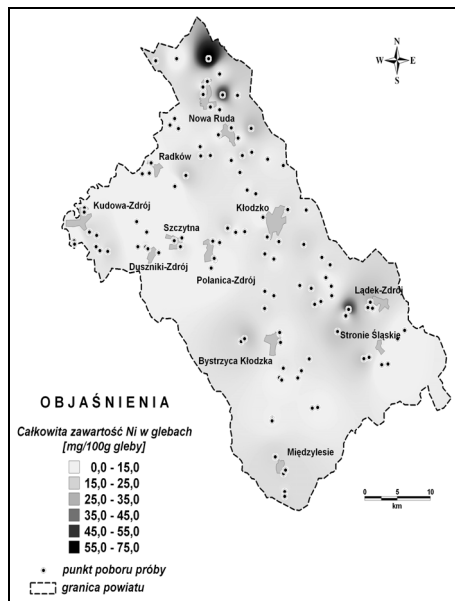
3.3.5. Zawartość kadmu

Zawartość kadmu dla wszystkich badanych próbek z gruntów rolnych powiatu kłodzkiego mieściła się w granicach od 0,35 do 1,95 mg·kg⁻¹. Średnia zawartość kadmu wynosiła dla wszystkich wyników 0,95 mg·kg⁻¹, a odchylenie standardowe 0,33 mg·kg⁻¹. Wartość dopuszczalna określona w rozporządzeniu ministra środowiska w sprawie standardów jakości gleby wynosząca dla gruntów grupy B – 4,0 mg·kg⁻¹ (Rozporządzenie... 2002) nie została przekroczona w żadnym z badanych punktów. W odniesieniu do wytycznych IUNG zawartości Cd była w 22 badanych próbkach na poziomie naturalnym (stopień 0), w 81 próbkach na poziomie zawartości podwyższonej (stopień I) i w 9 próbkach na poziomie odpowiadającym słabemu zanieczyszczeniu gleb (stopień II). Słabo zanieczyszczone kadmem gleby występowały w gminach Stronie Śląskie, Lądek Zdrój i Międzyzlesie. Typowe wartości koncentracji kadmu w poziomach powierzchniowych dla gleb pyłowych i gliniastych z niezanieczyszczonych rejonów Polski wynoszą 0,04 – 0,8 mg·kg⁻¹ ze średnią około 0,25 mg·kg⁻¹ (Kabata-Pendias, Pendias 1999). Spośród 112 przebadanych punktów typowe koncentracje były przekroczone w 26 punktach. Średnia zawartość kadmu we wszystkich przebadanych próbkach wynosiła 1,00 mg·kg⁻¹. Jest to minimalnie powyżej wartości naturalnej dla gleb niezanieczyszczonych, ale w dalszym ciągu zdecydowanie poniżej standardu dla gruntów grupy B. Rozkład zawartości kadmu w glebach powiatu przedstawiono na rysunku 5. Analiza średnich zawartości kadmu obliczonych dla próbek pobranych z poszczególnych gmin (tab. 1) wskazuje, że zawartość Cd pozostaje w nich na zbliżonym poziomie. Dla poszczególnych gmin średnia zawartość nikiel kształtowała się w granicach od 0,73 mg·kg⁻¹ w gminie Polanica Zdrój do 1,47 mg·kg⁻¹ w gminach Międzyzlesie i Stronie Śląskie.

Mając na uwadze przekroczenia zawartości niklu i kadmu w glebach, stanowiące o słabym zanieczyszczeniu wg wytycznych IUNG, sporządzono mapy obrazujące całkowite zawartości tych pierwiastków w glebach użytków rolnych (rys. 6 i 7).

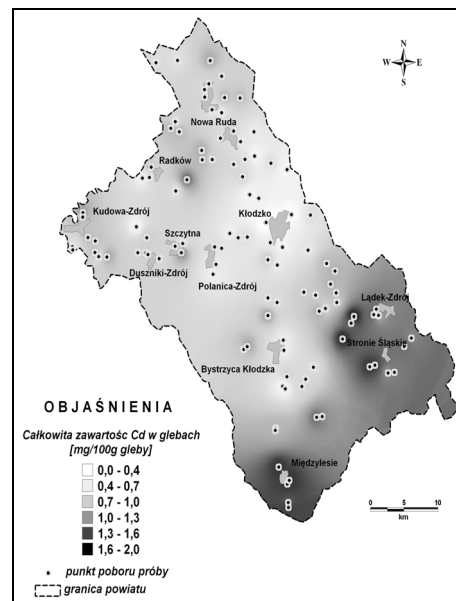


Rys. 5. Rozkład zawartości kadmu dla pobranych próbek glebowych
Fig. 5. Cadmium content distribution for collected soil samples



Rys. 6. Całkowite zawartości Ni w glebach powiatu kłodzkiego

Fig. 6. Total content of Ni in the soils of district Kłodzko



Rys. 7. Całkowite zawartości Cd w glebach powiatu kłodzkiego

Fig. 7. Total content of Cd in the soils of district Kłodzko

4. DYSKUSJA

Badane grunty rolne w powiecie kłodzkim nie wykazują zanieczyszczenia pierwiastkami metalicznymi. Dla pięciu badanych pierwiastków (Zn, Cu, Pb, Ni, Cd) w 112 próbkach pobranych z gruntów ornych i użytków zielonych powiatu nie stwierdzono żadnych przekroczeń standardu dla gruntów grupy B.

W odniesieniu do wytycznych IUNG badane gleby charakteryzują się w zdecydowanej większości próbek zawartością naturalną i w części zawartością podwyższoną. Słabe zanieczyszczenie pojawiło się dla zawartości Zn i Ni w kilku (4) próbkach z gmin Kudowa Zdrój, Łądek Zdrój i Nowa Ruda. Nieco inaczej wygląda obraz w przypadku wyceny zawartości Cd wg wytycznych IUNG. Dominują gleby o podwyższonej zawartości Cd (81). Naturalną zawartości Cd stwierdzono w 22 próbkach, a słabe zanieczyszczenie w 9 próbkach.

W zdecydowanej większości zawartości badanych pierwiastków metalicznych mieszczą się w granicach uważanych za typowe dla gleb niezanieczyszczonych o analogicznym do badanych składzie granulometrycznym (Kijewski 1994, Terelak i wsp. 1995). Dla miedzi i niklu wszystkie zawartości mieściły się w przedziale wartości naturalnych, dla cynku i ołowiu tylko po 4 wartości wykroczyły poza ten przedział. Jedynie w przypadku kadmu poza przedziałem zawartości naturalnych znalazło się 26 wyników. Otrzymane wyniki znajdują potwierdzenie w badaniach monitoringowych stanu środowiska, w tym środowiska glebowego prowadzonych corocznie przez WIOŚ we Wrocławiu (Raport o stanie środowiska... 2002, 2007).

Analiza przestrzennego rozkładu zawartości poszczególnych metali nie wskazuje na występowanie wyraźnie podwyższonych koncentracji w poszczególnych gminach powiatu kłodzkiego. Analizowane pierwiastki metaliczne występowały w poszczególnych punktach w sposób skorelowany. Wszystkie współczynniki korelacji dla zawartości poszczególnych pierwiastków były statystycznie istotne na poziomie $\alpha < 0,01$. Najwyższe współczynniki korelacji stwierdzono dla zawartości Zn i Ni ($r = 0,7256$) oraz Cu i Pb ($r = 0,6694$). Świadczy to, zdaniem autorów, o naturalnym pochodzeniu tych pierwiastków w glebie.

Uzyskane wyniki nie oznaczają oczywiście, że na terenie powiatu kłodzkiego nie występują miejsca o podwyższonych koncentracjach metali ciężkich. Niemniej jednak, w świetle przeprowadzonych badań, tego typu sytuacje jeśli występują, to mają charakter lokalny, ograniczony do niewielkiej przestrzeni.

5. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować kilka wniosków o bardziej ogólnym charakterze dotyczących stanu gleb na terenie powiatu kłodzkiego:

1. Na obszarze powiatu kłodzkiego nie stwierdzono przekroczenia standardów wyznaczonych przez Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. dla zawartości pierwiastków metalicznych Zn, Cu, Pb, Ni, Cd.

2. W odniesieniu do wytycznych podanych przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach gleby powiatu kłodzkiego charakteryzują się w większości

naturalną zawartością Zn, Cu, Pb, Ni. Około 10% przebadanych próbek wykazuje zawartość podwyższoną. W kilku przypadkach stwierdzono słabe zanieczyszczenie.

3. W odniesieniu do wytycznych podanych przez IUNG gleby powiatu kłodzkiego charakteryzują się w większości podwyższoną zawartością Cd. Około 10% przebadanych próbek wykazuje słabe zanieczyszczenie kadmem.

4. Podwyższone zawartości badanych pierwiastków metalicznych najczęściej stwierdzano w próbkach pobranych z terenu gmin: Międzylesie, Stronie Śląskie, Kudowa Zdrój, Łądek Zdrój i Nowa Ruda. Zdaniem autorów – podwyższone zawartości tych pierwiastków mają jednak charakter naturalny, a nie antropogeniczny.

5. Gleby powiatu kłodzkiego charakteryzują się wysokim udziałem gleb kwaśnych i bardzo kwaśnych. Odzwierciedla to charakter skał macierzystych oraz niedostatki w wapnowaniu gleb.

PIŚMIENNICTWO

- Biuletyn Informacji Publicznej Starostwa Powiatowego w Kłodzku – www.bip.powiat.klodzko.pl
- Kabata-Pendias A., Pedias H., 1999. Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa. Wydanie drugie.
- Kabata-Pendias A., Piotrowska M., Witek T., 1993. Ocena jakości i możliwość rolniczego użytkowania gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi, Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami i siarką. IUNG, Puławy.
- Karczewska A., 2002. Metale ciężkie w glebach zanieczyszczonych emisjami hut miedzi – formy i rozpuszczalność. Zesz. Nauk. AR Wroc., Rozprawy CLXXXIV. Wydział Rolniczy, Nr 432. Wrocław.
- Karczewska A., Spiak Z., Kabała C., Gałka B., Szopka K., Jezierski P., Kocan K., 2008. Ocena możliwości zastosowania wspomaganą fitoekstrakcji do rekultywacji gleb zanieczyszczonych emisjami hutnictwa miedzi. Wyd. Zante, Wrocław.
- Kijewski P. (red.), 1994. Atlas geochemiczny obszaru górnictwa rud miedzi. Praca niepublikowana, CBPM Cuprum.
- Rozporządzenie ministra środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. 2002. Dz. U. nr 165 poz.1359.
- Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2002 roku, WIOŚ Wrocław, s.238.
- Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2003 roku, WIOŚ Wrocław, s.273.
- Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2004 roku, WIOŚ Wrocław, s. 221.
- Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2005 roku, WIOŚ Wrocław, s. 223.
- Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2006 roku, WIOŚ Wrocław, s. 226.
- Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 2007 roku, WIOŚ Wrocław, s. 212.
- Terelak H., Motowicka-Terelak T., Stuczyński T., Budzyńska K., 1995. Zawartość metali ciężkich i siarki w glebach użytków rolnych Polski oraz ich zanieczyszczenie tymi składnikami. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 418, 45–59.

**TOTAL CONTENT OF HEAVY METALS IN SOILS
AT THE AREA OF KŁODZKO DISTRICT**

S u m m a r y

The aim of this work was to analyze the total content of heavy metals in soils located in the Kłodzko district. The analyzed soils were developed from silty loams (sandy, medium-heavy, clay), sandy silts and silt loams. There are above 74% high acid and acid soils. Results showed that the concentrations of heavy metals in cases of Pb, Cd, Zn, are higher than the geochemical background, but all of the investigated soils could be consider as not contaminated.

KEY WORDS: heavy metals, soil, plant, arable lands, Kłodzko district

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Andrzej Mocek, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Zdzisław Klukowski, Małgorzata Irzykiewicz, Paweł Mederski

**ZRÓŻNICOWANIE GATUNKOWE CHRZĄSZCZY
KUSAKOWATYCH (COLEOPTERA: STAPHYLINIDAE)
W UPRAWIE RZEPAKU OZIMEGO**

**BIODIVERSITY OF ROVE BEETLES
(COLEOPTERA: STAPHYLINIDAE)
IN WINTER OILSEED RAPE CROP**

*Katedra Ochrony Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Plant Protection, Wrocław University of Environmental and Life Sciences*

Chrząszcze kusakowate (Col. Staphylinidae) są, obok chrząszczy biegaczowatych, ważną grupą drapieżników występujących na uprawach rolniczych. Jednocześnie stanowią jedną ze słabiej poznanych rodzin chrząszczy, co wynika m.in. z trudności w oznaczaniu oraz słabo poznanej bionomii gatunków drapieżnych. Publikacja przedstawia wyniki dwuletnich badań nad występowaniem kusakowatych na uprawie rzepaku ozimego. Przy zastosowaniu trzech metod odłowu uzyskano w okresie badań łącznie 2455 osobników należących do 124 gatunków z rodziny kusakowatych. Za najefektywniejszą metodę w odławianiu w obu latach badań należy uznać pułapki Barbera, które pozwoliły zebrać 1661 szt. chrząszczy (67,66% wszystkich osobników) należących do 83 gatunków. Wśród kusakowatych występujących w uprawie rzepaku ozimego wyraźnie dominowały 3 gatunki drapieżne: *Philonthus cognatus* (Stephens, 1833), *Aloconota gregaria* (Erichson, 1839) i *Tachyporus hypnorum* (Fabricius, 1775). W pierwszym roku badań stanowiły one łącznie 57,82% wszystkich odłowionych osobników, natomiast w drugim roku – 42,03%. Licznie występowały w obu latach: *Amischa analis* (Gravenhorst, 1802), *Philonthus carbonarius* (Gravenhorst, 1802), *Anotylus tetracarinus* (Block, 1799) i *Anotylus rugosus* (Fabricius, 1775). Konieczne jest zatem uwzględnienie także tej grupy owadów w zrównoważonych systemach uprawy.

SŁOWA KLUCZOWE: Staphylinidae, *Brassica* sp., bioróżnorodność, owady drapieżne, Integrowane Metody Ochrony

Do cytowania – For citation: Klukowski Z., Irzykiewicz M., Mederski P., 2009. Zróżnicowanie gatunkowe chrząszczy kusakowatych (Coleoptera: Staphylinidae) w uprawie rzepaku ozimego. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. XCIV, 573, 41–54.

WSTĘP

Istotnym elementem fauny epigeicznej spotykanym w agrocenozach z udziałem rzepaku są kusakowate (Staphylinidae). Pomimo że występują one w uprawach równie licznie jak biegaczowate (Carabidae), to stanowią jedną ze słabiej poznanych grup chrząszczy. Wynika to między innymi z trudności w ich oznaczaniu oraz mało poznanej bionomii zwłaszcza gatunków drapieżnych. Stąd bardzo nieliczne są szczegółowe publikacje z tego zakresu w piśmiennictwie wszystkich krajów Europy Środkowej.

Celem przeprowadzonych badań było określenie struktury gatunkowej tych chrząszczy w uprawie, wraz z uwzględnieniem wiedzy dotyczącej preferencji pokarmowych gatunków najliczniej występujących. Ze względu na fakt, iż zabiegi agrotechniczne mogą wywierać niekorzystny wpływ na entomofaunę zasiedlającą pola uprawne, konieczne jest poznanie dynamiki występowania dominujących gatunków drapieżnych. Stwarza to możliwość uwzględnienia bionomii najliczniej występujących gatunków w Integrowanych Strategiach Ochrony rzepaku, a w szczególności konfrontacji tej wiedzy z kalendarzem zabiegów insektycydowych.

Chrząszcze kusakowate stanowią ważny składnik pożytecznej entomofauny w agrocenozach. W uprawach rzepaku ich liczebność porównywalna jest z liczebnością występujących tam Carabidae (Kaczmarek 1987). Najliczniejszymi gatunkami wielu upraw (pszenica, kukurydza, koniczyna) są *Tachyporus hypnorum* (Fabricius 1775) oraz *Philonthus cognatus* (Stephens 1832) (syn. *Ph. fuscipennis* (Mannerheim 1830) (Bohac 1999). Osobniki tego ostatniego gatunku mogą stanowić w okresie zabiegów insektycydowych na rzepaku najliczniejszą grupę (62,8%) wszystkich występujących tam kusakowatych (Kaczmarek 1987). W literaturze krajów Europy Środkowej badania nad fauną Staphylinidae upraw rzepaku były traktowane przyczynkowo. W pracach dotyczących wpływu insektycydów na owady pożyteczne gatunkami najczęściej wzmiankowanymi były *Tachyporus hypnorum*, *Philonthus cognatus* i *Oxytelus rugosus*. Nie badano natomiast całościowej struktury gatunkowej na uprawach, a dane na temat składu gatunkowego chrząszczy kusakowatych występujących na rzepaku są najuboższe. Jako gatunki „licznie występujące”, wymieniane są: *Philonthus fuscipennis* (Eghtedar, 1969, 1970, Kaczmarek 1987), *Tachyporus hypnorum* (Eghtedar 1969) oraz *Oxytelus rugosus* (Eghtedar 1970). Elliot i wsp. (2006) wykazali, że mogą one przyczyniać się do redukcji populacji mszyc na zbożach. W odróżnieniu od wyspecjalizowanych drapieżców – mszyc kusakowate mogą przebywać na polu nawet w przypadku braku tych szkodników, a ich obecność już w początkowej fazie nalotu mszyc może opóźnić występowanie największej liczebności tych szkodników na uprawie.

Chrząszcze kusakowate wyraźnie różnią się między sobą pod względem ekologii związanej z odżywianiem (Smith i wsp. 2008). W literaturze funkcjonuje podział na grupy troficzne. Wyróżnia się gatunki: drapieżne, mykofagiczne, detrytusożerne oraz myrmekofilne i pasożytnicze. Dodatkowo wykazano, że zasiedlanie przez kusakowate agrocenoz uzależnione jest od intensywności zabiegów agrotechnicznych. Pałosz (1998) stwierdził, iż średnie liczebności Staphylinidae odławiane na polu z uprawą intensywną są niższe w stosunku do ich liczebności na uprawach tradycyjnych. Również Clough i wsp. (2007) dowodzą, że gęstość występowania i bogactwo gatunków detrytusożer-nych jest pozytywnie skorelowane z plonem na polach o uprawie tradycyjnej. Zależności

takiej nie znaleziono natomiast w przypadku uprawy uproszczonej. Andersen (1999) wykazał istnienie pozytywnej korelacji w stosunku do ilości występujących na polu chwastów dla *Philonthus cognatus*. Natomiast w przypadku *Aloconota gregaria* ten sam autor wskazuje na wybór miejsc z odkrytą glebą i częstsze występowanie na polach z orką jesienną. Krooss i Schaefer (1998) są natomiast zdania, że wzrost ilości szczątków chwastów stwarza dla chrząszczy kusakowatych korzystne warunki siedliskowe. Na występowanie chrząszczy kusakowatych w agrocenozach może wpłynąć także niedostateczne nawożenie uprawy, powodujące gorsze warunki dla rozwoju i wzrostu roślin. Mniej bujny łąn rośliny uprawnej może pociągać za sobą zmiany mikroklimatu siedliska i skutkować zubożeniem staphylinidofauny (Krooss i Schaefer 1998).

Odmiennie poglądy reprezentują Dauber i wsp. (2005). Uważają oni, że bogactwo gatunkowe chrząszczy zależy bardziej od czynników środowiska niż od sposobu uprawy. Ze względu na fakt, że niektóre kusakowate (np. *Tachyporus hypnorum*) przemieszczają się nie tylko na powierzchni ziemi, ale też i przelatują, szczególnego znaczenia w zasiedlaniu pól uprawnych przez te chrząszcze nabierają takie czynniki jak: temperatura powietrza, ilość godzin słonecznych w ciągu dnia oraz długość dnia (Petersen 1999).

Na zróżnicowanie gatunkowe kusakowatych wyraźnie wpływa również sąsiedztwo obszarów nieeksploatowanych rolniczo, ponieważ chrząszcze te emigrują z terenów przyległych do upraw.

Duże znaczenie mają również warunki pogodowe w czasie zimowania imagines. W przypadku *T. hypnorum* znaczne wahania temperatury podczas hibernacji mogą być przyczyną szybszego zużywania ciała tłuszczowego i silniej wpłynąć na wzrost śmiertelności chrząszczy niż niedobór pokarmu wczesną wiosną (Petersen 1999).

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenia polowe przeprowadzone zostały w latach 2004 i 2005 na terenach RZD Swojczyce należących do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Na ok. 5-hektarowej plantacji rzepaku ozimego odmiany „Lisek” wydzielono 2-hektarowy fragment, który traktowany był jako pole doświadczalne. Zastosowanie uproszczonej uprawy, a także usytuowanie pola doświadczalnego w pobliżu obszarów nieeksploatowanych rolniczo (miedze, zadrzewienia śródpolne) stwarzało odpowiednie warunki dla występujących tam chrząszczy kusakowatych. Zwięzłość gleby, jak również stopień zachwaszczenia łąnu w kolejnych latach badań były bardzo do siebie podobne. Do pobierania prób owadów zastosowano czerpakowanie oraz trzy rodzaje pułapek wodnych (naczynia żółte ustawione na powierzchni gleby, kuwety barwy brunatnej ustawione bezpośrednio na powierzchni gleby i pułapki Barbera), które rozmieszczono na polu w odległości ok. 12–15 metrów od siebie oraz co najmniej 4 m od krawędzi pola. Łączna liczba pułapek w 2004 r. wynosiła 60 sztuk (po 20 z każdego typu) i 36 sztuk w roku 2005 (po 12 z każdego typu). Ponieważ liczba pułapek w kolejnych latach nie była jednakowa, dane dotyczące dynamiki zobrazowano jako sumy z czterech pułapek z jednoczesnym oszacowaniem odchylenia standardowego.

Czerpakowanie (25 uderzeń/próbe) wykonywano po przekątnej każdego pola. Materiał entomologiczny pobierany był ze wszystkich typów pułapek co 3–4 dni, w okresie od początku kwietnia do końca czerwca. Statystyczną analizę bioróżnorodności wykonano z zastosowaniem indeksu Shannona (H'), wraz z estymacją wariancji ($\text{var. } H'$) oraz indeksem równoważności (E) dla dwóch typów najliczniej odławiających pułapek.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Przy zastosowaniu wszystkich metod, w czasie dwóch lat badań odłowiono łącznie 2455 szt. chrząszczy należących do 124 gatunków kusakowatych. Z tego 51 gatunków odłowiono w obu latach badań. Za najefektywniejszą metodę w odławianiu należy uznać pułapki Barbera, dzięki którym zebrano w sumie 1661 chrząszczy (tj. 67,66%) należących do 83 gatunków.

Pełna analiza struktury gatunkowej pozwoliła wyłonić 3 dominujące gatunki (wszystkie drapieżne): *Philonthus cognatus*, *Aloconota gregaria* i *Tachyporus hypnorum*. W pierwszym roku badań stanowiły one łącznie 57,82% wszystkich odłowionych osobników, natomiast w drugim roku – 42,03%. W przeprowadzonym doświadczeniu najliczniejszy gatunek *Ph. cognatus* stanowił nie więcej niż 36,2%; jednak w warunkach zaburzonej równowagi (zabiegi insektycydowe) udział samego tylko *Ph. cognatus* może sięgać nawet 62,8%. (Kaczmarek 1987).

Zestawienie gatunków wspólnych dla obu lat badań wraz z klasami dominacji zostało przedstawione w tabeli 1.

Dynamikę występowania najliczniejszych gatunków *Philonthus cognatus* i *Aloconota gregaria* przedstawiają rysunki 1 i 2.

Największa wiosenna liczebność *Aloconota gregaria* w 2005 r. pojawiła się szybciej niż w roku 2004. Odnotowany 18 kwietnia bardzo liczny odłów tego gatunku do pułapek Barbera spowodowany był pierwszym kilkudniowym wiosennym ociepleniem, gdyż temperatura maksymalna powietrza w okresie od 14–17 kwietnia przekraczała 18°C, a minimalna oscylowała w przedziale 1–7°C. Ponieważ wcześniej, tj. w dniach 10–12 kwietnia temperatura minimalna nie przekraczała 3°C, uznać należy, iż była to pierwsza po diapauzie aktywność *Aloconota gregaria*.

Pierwsza największa liczebność *Aloconota gregaria* przypadała na okres pąka rozpierzchłego rzepaku, druga natomiast na fazę dojrzewania łuszczyn. Ze względu na fakt, że gatunek ten występuje licznie w okresie wiosennym, tj. w kwietniu i pierwszej dekadzie maja kiedy przypada okres składania jaj przez chowacze łądogowe (*Ceutorhynchus pallidactylus* Marsh & *C. napi* Gall.) (Dmoch 1959), nie można wykluczyć, że również jaja tych fitofagów mogły stanowić dla wcześniej żerujących osobników *Aloconota gregaria* istotny element diety pokarmowej.

Znacznie później aktywność sezonową rozpoczął *Philonthus cognatus* (rys. 2). Jego szczyt liczebności odnotowano po zakończeniu kwitnienia roślin. W okresie kwitnienia rzepaku, gdy larwy słodyszka rzepakowego schodzą na przepoczwarczenie do gleby, odnotowano jedynie niewielki wzrost liczby odłowionych okazów zarówno *Philonthus cognatus*, jak i *Aloconota gregaria* (rys. 1 i 2).

Tabela 1

Table 1

Struktura gatunkowa kusakowatych (Coleoptera: Staphylinidae) zasiedlających uprawę rzepaku w obu latach badań (2004 i 2005)

Species composition of the rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) inhabiting oilseed rape crop in both years of the study (2004 and 2005)

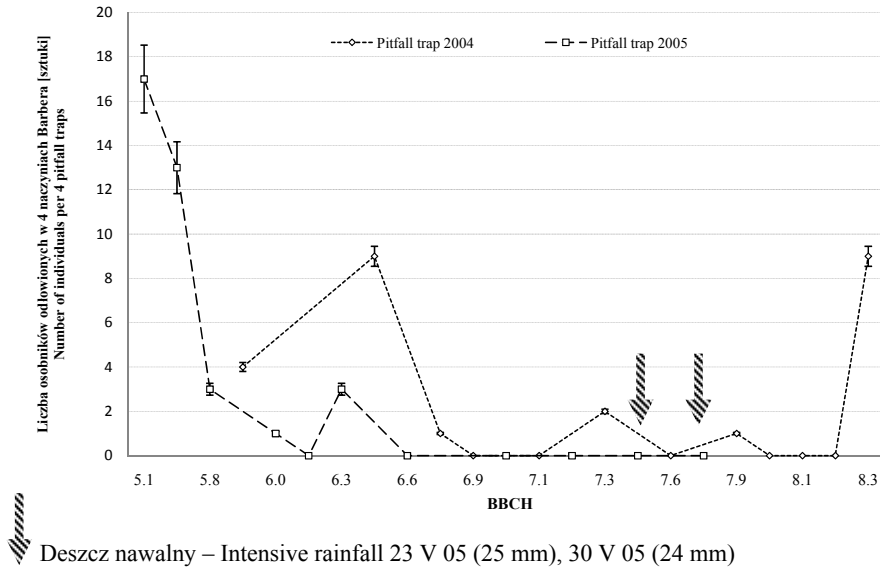
Oznaczenia klasy dominacji (wg Witkowskiego <1970>)

- A Superdominant liczebność powyżej 20%
 B Dominant liczebność 5,1–20,0%
 C Subdominant liczebność 1,1–5,0%
 D Gatunek nieliczny liczebność 0,2–1,0%
 E Gatunek sporadyczny liczebność poniżej 0,2%

Lp. No.	Gatunek Species	2004			2005		
		Liczba osobników Number of individuals	Udział procentowy Percentage (%)	Klasa dominacji Domination class	Liczba osobników Number of individuals	Udział procentowy Percentage (%)	Klasa dominacji Domination class
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	<i>Philonthus cognatus</i> (Stephens, 1832)	478	36,13	A	191	15,73	B
2.	<i>Aloconota gregaria</i> (Erichson, 1839)	220	16,63	B	170	14,00	B
3.	<i>Tachyporus hypnorum</i> (Fabricius, 1775)	67	5,06	B	142	11,70	B
4.	<i>Xantholinus longiventris</i> (Heer, 1839)	56	4,23	C	93	7,66	B
5.	<i>Amischa analis</i> (Gravenhorst, 1802)	46	3,48	C	35	2,88	C
6.	<i>Aleochara brevipennis</i> (Gravenhorst, 1806)	36	2,72	C	1	0,08	E
7.	<i>Philonthus carbonarius</i> (Gravenhorst, 1802)	32	2,42	C	30	2,47	C
8.	<i>Atheta laticollis</i> (Stephens, 1832)	30	2,27	C	11	0,91	D
9.	<i>Anotylus insecatus</i> (Gravenhorst, 1806)	26	1,97	C	2	0,16	E
10.	<i>Anotylus tetracarinatus</i> (Block, 1799)	26	1,97	C	18	1,48	C
11.	<i>Acrotona fungi</i> (Gravenhorst, 1806)	26	1,97	C	88	7,25	B
12.	<i>Atheta atramentaria</i> (Gyllenhal, 1810)	25	1,89	C	4	0,33	D
13.	<i>Anotylus rugosus</i> (Fabricius, 1775)	22	1,6	C	13	1,07	C
14.	<i>Tachinus rufipes</i> (Linnaeus, 1758)	17	1,28	C	10	0,82	D
15.	<i>Philonthus laminatus</i> (Creutzer, 1799)	14	1,06	C	5	0,41	D
16.	<i>Gabrius breviventer</i> (Sperk, 1835)	12	0,91	D	9	0,74	D
17.	<i>Gyrophymus angustatus</i> (Stephens, 1833)	11	0,83	D	25	2,06	C
18.	<i>Tachyporus solutus</i> (Erichson, 1839)	10	0,76	D	31	2,55	C
19.	<i>Dinaraea angustula</i> (Gyllenhal, 1810)	9	0,68	D	3	0,25	D
20.	<i>Philonthus decorus</i> (Gravenhorst, 1802)	8	0,60	D	3	0,25	D

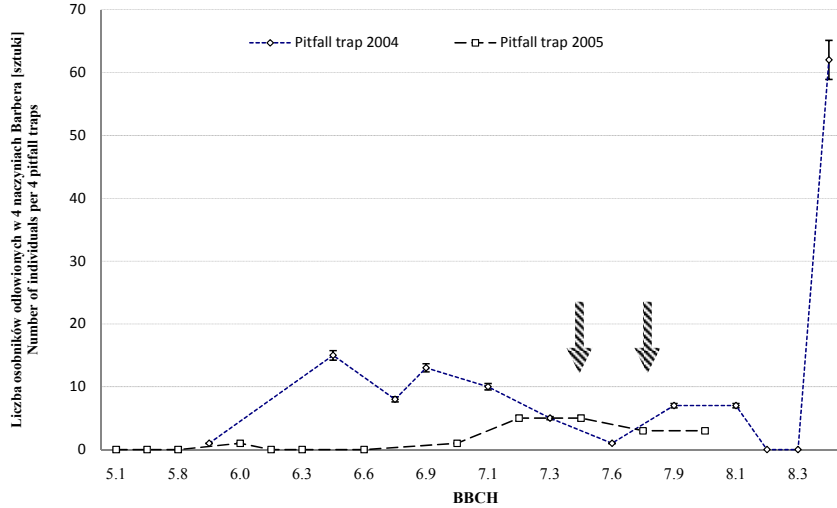
Tabela 1 cd.
Table 1 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8
21.	<i>Tachyporus chrysomelinus</i> (Linné, 1758)	8	0,60	D	12	0,99	D
22.	<i>Aleochara bilineata</i> (Gyllenhal, 1810)	6	0,45	D	8	0,66	D
23.	<i>Tachyporus pusillus</i> (Gravenhorst, 1806)	6	0,45	D	10	0,82	D
24.	<i>Meotica pallens</i> (Redtenbacher, 1849)	5	0,38	D	4	0,33	D
25.	<i>Atheta elongatula</i> (Gravenhorst, 1802)	4	0,30	D	2	0,16	E
26.	<i>Aleochara bipustulata</i> (Kraatz, 1856)	4	0,30	D	9	0,74	D
27.	<i>Drusilla canaliculata</i> (Fabricius, 1787)	3	0,23	D	1	0,08	E
28.	<i>Ischnosoma splendidum</i> (Gravenhorst, 1806)	3	0,23	D	1	0,08	E
29.	<i>Tachyporus nitidulus</i> (Fabricius, 1781)	3	0,23	D	3	0,25	D
30.	<i>Heterothops quadripunctulus</i> (Gravenhorst, 1806)	3	0,23	D	5	0,41	D
31.	<i>Oxypoda brachyptera</i> (Stephens, 1832)	3	0,23	D	7	0,58	D
32.	<i>Omalium caesum</i> (Gravenhorst, 1806)	3	0,23	D	8	0,66	D
33.	<i>Oligota pusillima</i> (Gravenhorst, 1806)	3	0,23	D	82	6,75	B
34.	<i>Carpelimus gracilis</i> (Mannerheim, 1830)	2	0,15	E	1	0,08	E
35.	<i>Leptacinus sulcifrons</i> (Stephens, 1833)	2	0,15	E	1	0,08	E
36.	<i>Stenus clavicornis</i> (Scopoli, 1763)	2	0,15	E	1	0,08	E
37.	<i>Acrotona clientula</i> (Erichson, 1839)	2	0,15	E	2	0,16	E
38.	<i>Amischa nigrofusca</i> (Stephens, 1832)	2	0,15	E	5	0,41	D
39.	<i>Lathrobium fulvipenne</i> (Gravenhorst, 1806)	2	0,15	E	16	1,32	C
40.	<i>Anotylus tetratoma</i> (Czwalina, 1870)	1	0,08	E	1	0,08	E
41.	<i>Oxypoda longipes</i> (Mulsant & Rey, 1861)	1	0,08	E	1	0,08	E
42.	<i>Xantholinus linearis</i> (Olivier, 1795)	1	0,08	E	1	0,08	E
43.	<i>Aleochara binotata</i> (Kraatz, 1856)	1	0,08	E	2	0,16	E
44.	<i>Lathrobium longulum</i> (Gravenhorst, 1802)	1	0,08	E	2	0,16	E
45.	<i>Paederus fuscipes</i> (Curtis, 1826)	1	0,08	E	2	0,16	E
46.	<i>Tachyporus dispar</i> (Paykull, 1789)	1	0,08	E	3	0,25	D
47.	<i>Tachyporus obtusus</i> (Linné, 1767)	1	0,08	E	3	0,25	D
48.	<i>Rugilus orbiculatus</i> (Paykull, 1789)	1	0,08	E	4	0,33	D
49.	<i>Philonthus atratus</i> (Gravenhorst, 1802)	1	0,08	E	5	0,41	D
50.	<i>Atheta nigra</i> (Kraatz, 1856)	1	0,08	E	7	0,58	D
51.	<i>Acrotona orbata</i> (Erichson, 1837–1839)	1	0,08	E	35	2,88	C



Rys. 1. Dynamika liczebności *Aloconota gregaria* (Coleoptera: Staphylinidae) w agrocenozie rzepaku ozimego w roku 2004 i 2005

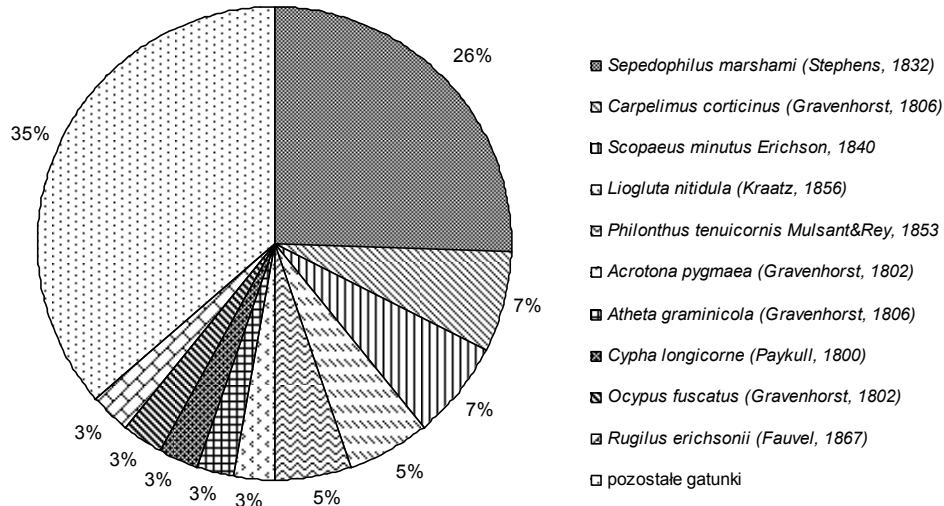
Fig. 1. Population dynamics of *Aloconota gregaria* (Coleoptera: Staphylinidae) in winter oilseed rape in 2004 and 2005



Rys. 2. Dynamika liczebności *Philonthus cognatus* (Coleoptera: Staphylinidae) w agrocenozie rzepaku ozimego w roku 2004 i 2005

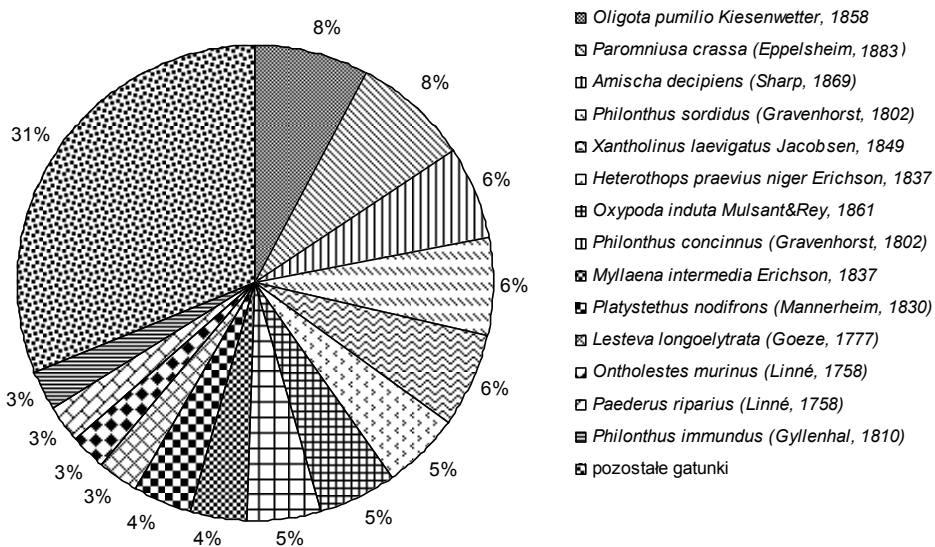
Fig. 2. Population dynamics of *Philonthus cognatus* (Coleoptera: Staphylinidae) in winter oilseed rape in 2004 and 2005

Pozostałe 73 gatunki kusakowatych występujące tylko w jednym roku badań przedstawiono na rysunkach 3 i 4. Łącznie stanowiły one odpowiednio 36 i 31% wszystkich osobników odłowionych kolejno w latach 2004 i 2005.



Rys. 3. Struktura procentowa gatunków chrząszczy kusakowatych odłowionych wyłącznie w 2004 roku

Fig. 3. Composition of the rove beetles trapped exclusively in 2004



Rys. 4. Struktura procentowa gatunków chrząszczy kusakowatych odłowionych wyłącznie w 2005 roku

Fig. 4. Composition of the rove beetles trapped exclusively in 2005

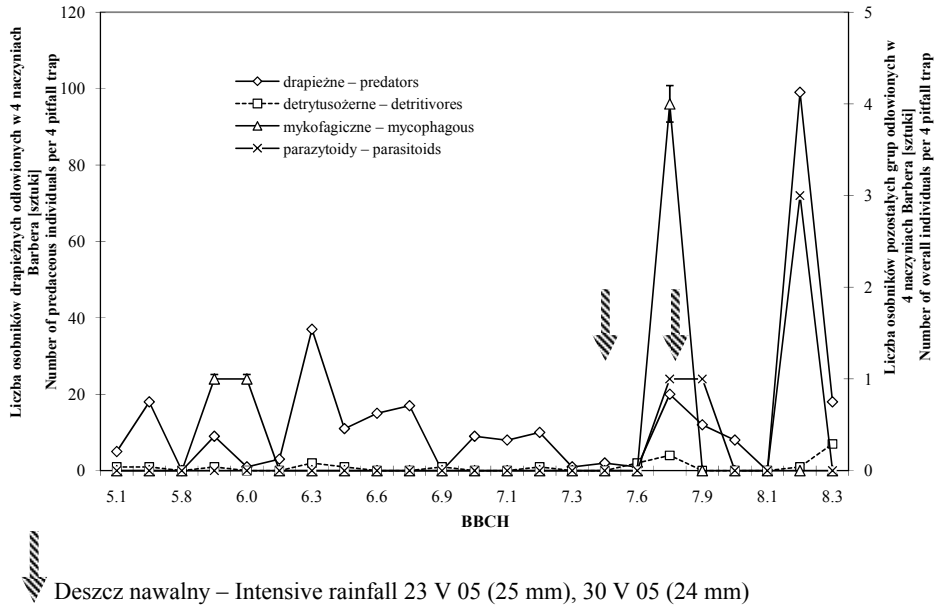
Clough i wsp. (2007) uważają, że w badaniach nad wpływem czynników abiotycznych na Staphylinidae uzasadnione jest posługiwanie się całymi grupami troficznymi, ponieważ taki sposób analizy dostarcza pełniejszej informacji na temat roli, jaką pełnią te chrząszcze w łańcuchu powiązań pokarmowych. Uzyskane przez autorów wyniki dotyczące struktury gatunkowej zestawiono z podziałem na następujące grupy troficzne: gatunki drapieżne, detrytusożerne, mykofagiczne oraz pasożytoidey. Przedstawiona poniżej dynamika liczebności poszczególnych grup troficznych (rys. 5 i 6) obejmuje jedynie gatunki o znanych z literatury określonych wymaganiach pokarmowych. Na wykresie nie uwzględniono natomiast gatunków wielożernych oraz myrmekofilnych jako mniej istotnych w redukcji populacji larw fitofagów rzepaku. Również gatunki mykofagiczne ze względu na ich niską liczebność nie zostały uwzględnione w roku 2005.

Wśród odłowionych na plantacji rzepaku ozimego kusakowatych zdecydowanie wyróżnia się grupa drapieżców. Drapieżne kusakowate odławiały się przez cały czas trwania doświadczenia, jednak w przebiegu dynamiki zauważalny wzrost liczebności nastąpił na początku maja i w połowie czerwca w 2004 r., oraz w połowie kwietnia i pod koniec maja w roku 2005. Z 51 gatunków chrząszczy kusakowatych stwierdzonych w obu latach badań drapieżcy stanowili odpowiednio 76% (2004) i 68% (2005). Można więc przypuszczać, że kusakowate stanowią ważny czynnik limitujący występowanie fitofagicznych owadów w agrocenozach.

Przypuszczalnie również na uprawach rzepaku *Tachyporus hypnorum* i *Philonthus cognatus* mogą redukować liczebność fitofagów. Larwy słodyszka rzepakowego, które po opuszczeniu kwiatów roślin schodzą na przepoczwarczenie do gleby, mogą być łatwo dostępną ofiarą dla kusaków. Badania laboratoryjne Szujeckiego (1965) wykazały bowiem, że drapieżne larwy *Ph. cognatus* II i III stadium odżywiają się głównie małymi, miękkimi larwami owadów. Larwy fitofagicznych owadów mogą stanowić element diety także dla biegaczowatych (Basedow 1973). Jednakże niektóre chrząszcze kusakowate, np. *Tachyporus hypnorum*, dzięki zdolności do aktywnego lotu, mają możliwość penetracji i wyszukiwania pokarmu również w górnych partiach roślin rzepaku. Zatem według autorów niniejszej pracy mają one wcześniejszy i dłuższy dostęp do młodszych larw słodyszka żerujących w obrębie kielicha kwiatowego.

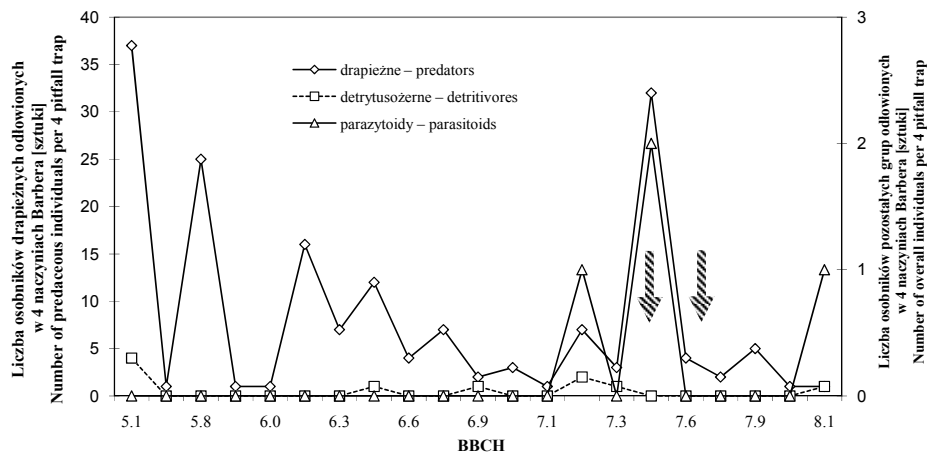
Dominacja gatunków drapieżnych, w ciągu całego okresu wegetacji, wskazuje na wspólne wykorzystywanie niszy pokarmowej przez wszystkie gatunki drapieżne kusakowatych. Znaczny udział w jej użytkowaniu mają kolejno występujące po sobie gatunki: *Aloconota gregaria*, *Philonthus cognatus* oraz *Tachyporus hypnorum*; którego okres występowania pokrywał się w końcowej części z pojawem drugiego pokolenia dwóch pierwszych gatunków.

Stwierdzone bogactwo struktury gatunkowej kusakowatych uprawy rzepaku dowodzi, iż najistotniejszym czynnikiem wpływającym na badane grupy troficzne jest sam układ roślin w łanie. Rzepak jako uprawa wymagająca gleb co najmniej średnio żyznych, stwarza dobre warunki siedliskowe, zwiększając sukces reprodukcyjny kusakowatych. Również znaczna gęstość łanu stanowi naturalną ochronę dla wielu gatunków prowadzących ukryty tryb życia oraz utrzymuje podwyższoną wilgotność podłoża wraz z najniższymi partiami łanu. Stwarza to dobre warunki do rozwoju grzybów.



Rys. 5. Dynamika liczebności grup ekologicznych chrząszczy kusakowatych (Staphylinidae) w 2004 roku

Fig. 5. Dynamics of the ecological guilds of the rove beetles (Staphylinidae) in winter oilseed rape crop in 2004



Rys. 6. Dynamika liczebności grup ekologicznych chrząszczy kusakowatych (Staphylinidae) w 2005 roku

Fig. 6. Dynamics of the ecological guilds of the rove beetles (Staphylinidae) in winter oilseed rape crop in 2005

Stąd też dość liczna grupa gatunków mykofagicznych oraz detrytusożernych występujących w uprawie rzepaku ozimego. Jednak najliczniejsza grupa gatunków drapieżnych oprócz wymienionych już sprzyjających czynników siedliskowych swoją liczebność zawdzięcza przede wszystkim zasobnej niszy pokarmowej. W żadnej innej uprawie połowej Europy Środkowej i Północnej nie stwierdzono tak dobrze rozwiniętej bioróżnorodności kusakowatych.

Analiza indeksowa potwierdza podobny poziom zróżnicowania gatunkowego w obu latach badań. Również podobieństwo struktury gatunkowej w kolejnych latach można uznać za bardzo dobre. Bioróżnorodność dla pułapek Barbera wyrażona indeksem Shannona wyniosła odpowiednio 2,33 oraz 2,91 (tab. 2). Tę wyraźną różnicę w latach badań (pomimo niewielkiej różnicy w liczbie odłowionych gatunków) należy tłumaczyć superdominacją *Philonthus cognatus*, co potwierdza także niższa wartość indeksu równoważności (E) w roku 2004.

Tabela 2

Table 2

Indeksy bioróżnorodności kusakowatych odławianych na górnym (naczynia żółte) i dolnym (pułapki Barbera) piętrze łąki. Indeks Shannona (H'), wariancja indeksu (var. H'); indeks równoważności (E)

Indices of Staphylinids biodiversity trapped on the top (yellow water pan trap) and ground (pitfall traps) level of oilseed rape canopy

Indeks Index	Naczynia Barbera (rok 2004) Pitfall traps (year 2004)	Naczynia żółte (rok 2004) Yellow traps (year 2004)	Naczynia Barbera (rok 2005) Pitfall traps (year 2005)	Naczynia żółte (rok 2005) Yellow traps (year 2005)
H'	2,33	2,92	2,91	2,81
E	0,57	0,79	0,71	0,74
Var H'	0,00282	0,0072	0,00275	0,00519

Uzyskane dane są spójne. Zatem celowa jest kontynuacja badań nad rolą kusakowatych w agrocenozie z udziałem rzepaku w kolejnych latach. Za szczególnie pożądane uznać należy dane o charakterze ilościowym opisujące relację gospodarz-drapieżca w tej uprawie.

WNIOSKI

1. Stwierdzono dominujący udział drapieżców wśród gatunków kusakowatych zasiedlających uprawy rzepaku ozimego. Najliczniejszymi gatunkami w obu latach badań były: *Philonthus cognatus* (Steph., 1833), *Aloconota gregaria* (Erich., 1839) i *Tachyporus hypnorum* (Fabricius, 1775). Najwcześniej z tej grupy pojawiał się gatunek *Aloconota gregaria*, następnie *Philonthus cognatus* oraz *Tachyporus hypnorum*; którego okres występowania pokrywał się w końcowej części z pojawem drugiego pokolenia dwóch pierwszych gatunków. Chrząszcze te mogą być potencjalnie silnym czynnikiem limitującym występowanie szkodników w uprawie.

2. Znaczna zwartość ładu rzepaku oraz obfitość niszy pokarmowej szczególnie sprzyja rozwojowi gatunków drapieżnych, konieczne jest zatem uwzględnienie także tej grupy owadów w Integrowanych Systemach Ochrony uprawy. Dalsze badania bionomii drapieżnych gatunków kusakowatych daje możliwość zaplanowania zabiegów agrotechnicznych w taki sposób, aby zminimalizować śmiertelność tych pożytecznych owadów.

3. Wyraźny wzrost liczebności imaginalnych form *Philonthus cognatus* oraz *Alocota gregaria* w czasie dojrzewania łuszczyń pozwala przypuszczać, że na czas kwitnienia rzepaku przypadał ich rozwój larwalny. Larwy kusakowatych II i III stadium, podobnie jak formy imaginalne, są drapieżne i mogą przyczyniać się do redukcji liczebności larw fitofagów (głównie słodyszka rzepakowego), które w czasie kwitnienia rzepaku masowo schodzą na przepoczwarczenie do gleby.

PIŚMIENNICTWO

- Andersen A., 1999. Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. II. Pests and beneficial insects. *Crop protection*, 18: 651–637.
- Basedow T., 1973. Der Einfluss epigäischer Raubarthropoden auf die Abundanz phytophager Insekten in der Agrarlandschaft. *Pedobiologia*, 13: 410–422.
- Bohac J., 1999. Staphylinids beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 357–372.
- Clough Y., Kruess A., Tschantke T., 2007. Organic versus conventional arable farming systems: Functional grouping helps understand staphylinid response. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118:285–290.
- Dauber J., Purtauf T., Allspach A., Frisch J., Voigtländer K., Wolters V., 2005. Local vs. landscape controls on diversity: a test using surface-dwelling soil macroinvertebrates of differing mobility. *Global Ecology and Biogeography*, 14: 213–221.
- Dmoch J., 1959. Badania nad chowaczem czterozębnym *Ceuthorrhynchus quadridens* Panz. (morfologia, biologia, ekologia oraz znaczenie dla rzepaku) *Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roślin*, 1: 37–74.
- Eghtedar E., 1969. Die Empfindlichkeit von *Philonthus fuscipennis* und *Tachyporus hypnorum* (Coleoptera, Staphylinidae) gegenüber Insektiziden. *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst*, 21: 182–185.
- Eghtedar E., 1970. Zur Biologie und Ökologie der *Staphyliniden Philonthus fuscipennis* Mannh. und *Oxytelus rugosus* Grav. *Pedobiologia*, 10: 169–179.
- Elliot N.C., Tao F.L., Giles K.L., Royer T.A., Greenstone M.H., Shufron K.A., 2006. First quantitative study of rove beetles in Oklahoma winter wheat fields. *BioControl*, 51: 79–87.
- Kaczmarek S., 1987. Wpływ preparatu „Enolofos 50” na Carabidae i Staphylinidae w uprawie rzepaku ozimego. *Polskie Pismo Entomologiczne*, 57: 377–381.
- Krooss S., Schaefer M., 1998. The effect of different farming systems on epigeic arthropods: a five-year study on the rove beetle fauna (Coleoptera: Staphylinidae) of winter wheat. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 69: 121–133.
- Pałosz T., 1998. Analiza różnic w populacji stawonogów naziemnych w latach 1995–1997 na polach o różnej intensywności uprawy. *Postępy w Ochronie Roślin*, 38(2): 565–567.
- Petersen M.K., 1999. The timing of the predatory beetles *Bembidion lampros* and *Tachyporus hypnorum* from hibernating sites into arable fields. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 90: 221–221.

- Smith J., Potts S.G., Woodcock B.A., Eggleton P., 2008. Can arable field margins be managed to enhance their biodiversity, conservation and functional value for soil macrofauna? *Journal of Applied Ecology*, 45(1): 269–278.
- Szujewski A., 1965. Obserwacje nad rozwojem i biologią *Philonthus fuscipennis* (Mann.) (Coleoptera, Staphylinidae). *Fragmenta Faunistica*, 12: 165–175.
- Witkowski Z., 1970. Zagadnienia różnorodności gatunkowej w badaniach biocenotycznych. *Wiad. Ekol.*, 16: 117–132.

BIODIVERSITY OF ROVE BEETLES (COLEOPTERA: STAPHYLINIDAE) IN WINTER OILSEED RAPE CROP

S u m m a r y

Rove beetles (Col. Staphylinidae) are second important group of predators (except ground beetles) occurring agricultural crops. At the same time they are one of the less known beetles due to difficulties in determining and the fact that little is known about bionomy of predaceous species. The publication presents two years of rove beetles biodiversity study collected on the winter oilseed rape crop. In total from three different types of traps were caught 2455 specimens belonging to 124 Staphylinids species. The most effective method of collecting insects for the study were pitfall traps, which collected 1661 beetles (67,66% all specimens) from 83 species. The dominant rove beetles were 3 predaceous species: *Philonthus cognatus* (Stephens, 1833), *Alocnota gregaria* (Erichson, 1839) i *Tachyporus hypnorum* (Fabricius, 1775). In the first year of the study they constitute of 57,82% of all specimens, in the second year 42,03%. In both years of the study: *Amischa analis* (Gravenhorst, 1802), *Philonthus carbonarius* (Gravenhorst, 1802), *Anotylus tetracarinatus* (Block, 1799) i *Anotylus rugosus* (Fabricius 1775) were also common. Predaceous staphylinids can have an important impact as a control factor limiting the pests population in OSR crop. Also this group of insects should be considered in sustainable farming systems.

KEY WORDS: Staphylinidae, *Brassica* sp., biodiversity, predaceous insects, IPM

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Jerzy Lipa, Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu

Agnieszka Krawczyk¹, Michał Hurej², Jacek Twardowski²

**ZMIANY SEZONOWE W LICZEBNOŚCI
MSZYC ZBOŻOWYCH NA KUKURYDZY**
**SEASONAL CHANGES IN THE ABUNDANCE
OF CEREAL APHIDS ON MAIZE**

¹*Opolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Łosiowie*

Opole Center of Agricultural Advisory in Łosiów

²*Katedra Ochrony Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,*

Department of Plant Protection, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

Badania przeprowadzono w latach 2003–2005, na plantacjach kukurydzy uprawianej w monokulturze w Łosiowie i we Wronowie, w województwie opolskim. Celem było poznanie składu gatunkowego mszyc, określenie zmian w dynamice ich występowania w zależności od faz rozwojowych kukurydzy oraz poznanie miejsca żerowania tych owadów na roślinie. Dla realizacji tego zadania, na obu plantacjach wykonywano systematycznie analizy entomofaunistyczne 50 roślin kukurydzy.

We wszystkich latach badań zdecydowanie najliczniejszą mszycą żerującą na kukurydzy była *Rhopalosiphum padi* L. Mniej licznie występowała *Metopolophium dirhodum* (Walk.) i rzadko *Sitobion avenae* (P.) H.R.L. *Rhopalosiphum padi* występowała na kukurydzy w dwóch okresach, tj. wiosną i na początku lata oraz jesienią. W pierwszym okresie żerowała na roślinach począwszy od fazy BBCH 33 do BBCH 69. Mszyca żerowała wówczas głównie na najniższej położonych liściach, łodygach, wiechach i znamionach kolb. W drugim okresie obecność *R. padi* notowano na kukurydzy począwszy od fazy BBCH 73 do BBCH 97. W tym przypadku żerowała ona na wewnętrznych częściach pochw liściowych, łodydze i pomiędzy liśćmi okrywowymi kolb. *M. dirhodum* żerowała głównie w okresie wiosny i pierwszej połowy lata na roślinach od fazy BBCH 39 do BBCH 67-69. Mszyce obserwowano tylko na liściach. *Sitobion avenae* występowała również tylko w okresie wiosny i pierwszej połowy lata, tj. począwszy od fazy BBCH 39 do BBCH 69. Żerowała ona wyłącznie na górnych liściach kukurydzy.

SŁOWA KLUCZOWE: kukurydza, *Rhopalosiphum padi*, *Metopolophium dirhodum*, *Sitobion avenae*, dynamika występowania, miejsce żerowania

Do cytowania – For citation: Krawczyk A., Hurej M., Twardowski J., 2009. Zmiany sezonowe w liczebności mszyc zbożowych na kukurydzy. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. XCIV, 573, 55–64.

WSTĘP

Kukurydza (*Zea mays* L.) należy do jednych z najbardziej wydajnych roślin zbożowych. Obecnie pod względem powierzchni uprawy i globalnej produkcji zajmuje trzecie miejsce w świecie po pszenicy i ryżu (Jasińska i Kotecki 1999). W Polsce, w 2008 r., areał uprawy tej rośliny na ziarno wynosił 317 tys. ha (GUS 2008). W naszym kraju kukurydzę coraz częściej uprawia się w monokulturze, a w agrotechnice stosuje się liczne uproszczenia, łącznie z siewem bezpośrednim. Takie postępowanie sprzyja rozwojowi licznych fitofagów żerujących na kukurydzy, w tym również mszyc (Krawczyk i wsp. 2006, Strażyński 2008). W wielu gospodarstwach prowadzi się już chemiczne zwalczanie tej grupy owadów. Pomimo wzrostu znaczenia gospodarczego mszyc na kukurydzy niewiele wiadomo jest na temat rozwoju tych fitofagów na omawianej roślinie.

Celem badań było poznanie składu gatunkowego mszyc oraz określenie zmian w dynamice ich występowania na kukurydzy. Należało również ustalić fazy rozwojowe kukurydzy, w których mszyce występują najliczniej oraz poznać miejsca żerowania tych owadów na roślinach.

MIEJSCE I METODY BADAŃ

Badania dotyczące występowania mszyc zbożowych na kukurydzy prowadzono w Łosiu oraz we Wronowie w województwie opolskim, w latach 2003–2005. W Łosiu kukurydza uprawiana była w monokulturze na powierzchni piętnastu hektarów. Obserwacje prowadzono przez wszystkie lata badań na tym samym polu, na wydzielonym obszarze około trzech hektarów. Uprawiano następujące odmiany kukurydzy: 2003 – Monopol (FAO 250), 2004 – Ikos (FAO 260), 2005 – Eurostar (FAO 240). W pobliżu omawianego pola znajdowały się zadrzewienia śródpolne. We Wronowie kukurydzę również uprawiano w monokulturze. W sąsiedztwie plantacji rozciągał się niewielki las oraz liczne zadrzewienia śródpolne. Wielkość plantacji wynosiła trzy hektary i na całej jej powierzchni obserwowano rośliny. W tej miejscowości uprawiano następujące odmiany kukurydzy: 2003 – Anjou 235 (FAO 240), 2004 – LG 22.44 (FAO 240), 2005 – LG 3226 (FAO 250).

W celu określenia liczebności i składu gatunkowego mszyc zbożowych żerujących na kukurydzy wykonywano analizy entomofaunistyczne roślin. W obu miejscowościach wykonywano je systematycznie, raz w tygodniu, od połowy maja do zaschnięcia roślin. Rośliny wybierano po przekątnej pola w 5 punktach po 10 kolejnych roślin w rzędzie (50 roślin). Na kukurydzy odnotowywano gatunki mszyc zasiedlające tę roślinę oraz miejsce ich żerowania. W przypadku małej liczby mszyc liczono je dokładnie, natomiast w przypadku dużych kolonii podawano wartości szacunkowe. W czasie każdej analizy odnotowywano również fazę rozwojową kukurydzy według skali BBCH (Adamczewski i Banaszak 2000).

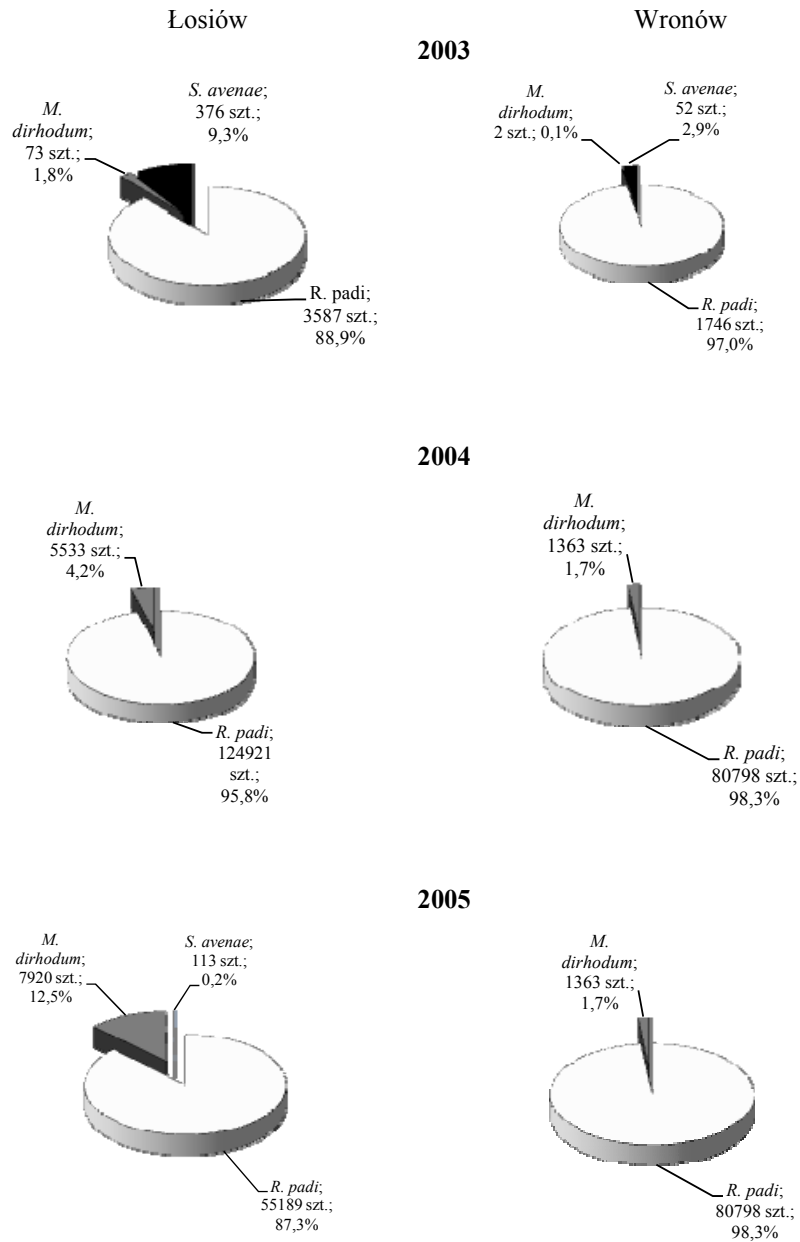
WYNIKI BADAŃ

Podczas badań prowadzonych na plantacjach kukurydzy w Łosiu i we Wronowie zaobserwowano zmienne nasilenie występowania poszczególnych gatunków mszyc zbożowych. Jak przedstawiono na rysunku 1, w obu miejscowościach obserwowano głównie dwa gatunki, tj.: *Rhopalosiphum padi* L. i *Metopolophium dirhodum* (Walk.). We wszystkich latach badań stwierdzono wyraźną dominację *R. padi*. Owady tego gatunku stanowiły od 87,3 (Łosiów 2005) do 98,3% (Wronów 2004) wszystkich mszyc obserwowanych na kukurydzy. *Metopolophium dirhodum* w większym nasileniu żerowała na roślinach w Łosiu. W 2005 r. gatunek ten wystąpił najliczniej, stanowiąc 12,5% wszystkich mszyc zbożowych. We Wronowie *M. dirhodum* również najliczniej wystąpiła w 2005 r., jednak procentowy udział tego gatunku w populacji mszyc zbożowych był niewielki (1,8). Oprócz dwóch omawianych gatunków mszyc na kukurydzy stwierdzono również żerowanie mszycy *Sitobion avenae* (P.) H.R.L. Gatunek ten na roślinach w obu miejscowościach wystąpił jedynie w 2003 oraz w 2005 r., na kukurydzy we Wronowie. W 2003 r. w Łosiu *S. avenae* była liczniejsza od *M. dirhodum*, stanowiąc 9,3% wszystkich mszyc zbożowych.

Dynamika występowania poszczególnych gatunków mszyc na kukurydzy była zróżnicowana. Inne też było miejsce żerowania tych owadów.

Mszycy czeremchowo-zbożowa *Rhopalosiphum padi* bardzo licznie na kukurydzy wystąpiła w 2004 i 2005 r. (tab. 1 i 2). W 2004 r., w Łosiu, w całym okresie wegetacyjnym odnotowano łącznie około 125 tysięcy tych owadów, a w 2005 r. około 55 tysięcy. Znacznie mniej mszyc tego gatunku stwierdzono w 2003 r., gdyż tylko 3587. Podobnie we Wronowie, szczególnie licznie *R. padi* żerowała w latach 2004–2005. W obu wymienionych latach odnotowano około 80 tysięcy tych owadów. W 2003 r., podobnie jak w Łosiu, mszycy tej było znacznie mniej, tj. tylko 1746 sztuk.

Rhopalosiphum padi żerowała na kukurydzy w dwóch okresach, tj. wiosną i na początku lata oraz jesienią (tab. 1 i 2). Podział na te dwa okresy żerowania szczególnie dobrze widoczny był w latach licznego występowania mszyc (2004 i 2005). Porównując liczebność mszyc tego gatunku w obu wymienionych okresach, należy stwierdzić, że w okresie jesieni były one liczniejsze. Owady w okresie jesieni tworzyły większe kolonie, ale procent zasiedlonych roślin na plantacji w obu okresach był podobny. W okresie wiosny i na początku lata maksymalnie 95% roślin było opanowanych przez mszycę (Wronów 2004). W jesieni natomiast największe stwierdzone zasiedlenie kukurydzy wyniosło 97% (Łosiów 2004). Pierwsze naloty mszyc stwierdzano najczęściej na roślinach będących w fazie BBCH 33, tj. trzeciego kolanka rozwoju łodygi. Wcześniejszy pojaw mszyc miał miejsce w Łosiu w 2004 r. i we Wronowie w 2003 r. Mszyce pojawiły się wówczas na roślinach odpowiednio w fazie 7 liści (BBCH 17) i w fazie początku wzrostu źdźbła (BBCH 30). Naloty te trwały zwykle do końca kwitnienia kukurydzy, tj. BBCH 69. Owady żerowały wówczas głównie na najniższych położonych liściach, łodygach i znamionach kolb. W drugim okresie rozwoju *R. padi* mszyce pojawiały się na kukurydzy zwykle począwszy od fazy dojrzałości młecznicy (BBCH 73) i występowały do czasu zasychania i zamierania roślin (BBCH 97). W tym przypadku pluskwiaki żerowały na wewnętrznych częściach pochw liściowych, łodydze i pomiędzy liśćmi okrywowymi kolb.



Rys. 1. Skład gatunkowy i liczebność mszyc występujących na kukurydzy
 Fig. 1. Aphid species composition and their abundance on maize

Tabela 1
Table 1

Dynamika występowania mszyc na kukurydzy na tle faz rozwojowych rośliny w Łosiu
 Aphid seasonal dynamics on maize against the plant growth stages at Łosiów

		2003																		Razem Total				
Fazy BBCH BBCH stages		33	39	51	67	69	73	75	85	87	89	97	97											
		6.06	13. 20.	27. 4.07	9. 17.	25. 4.08	11. 18.	25. 8.09	15. 22.	7.10	14. 20.													
<i>Rhopalosiphum padi</i>	8*	6	15	68	380	432	177	595	492	178	94	17	188	193	136	327	260	21	3 587					
% zasiedlonych roślin	3	1	6	18	55	60	70	57	38	16	2	2	2	3	6	21	17	6						
% infested plants																			73					
<i>M. dirhodum</i>	2	6	14	8	8	35																		
% zasiedlonych roślin	1	2	2	8	1	1																		
% infested plants																								
<i>S. avenae</i>		3	36	228	62	47																		
% zasiedlonych roślin		3	6	9	9	7																		
% infested plants																				376				
2004																								
Fazy BBCH BBCH stages		17	30	39	51	53	65	69	73	83	87	89	97											
		24.05	3.06	14. 21.	28.06	2.07	8. 15.	22. 27.	2.08	7. 19.	26. 2.09	9. 16.	20. 27.	4.10	11.									
<i>Rhopalosiphum padi</i>	30	180	252	988	840	660	250	50	26	12	5							7288	41426	19234	44478	8562	640	12 421
% zasiedlonych roślin	9	20	86	88	70	58	18	12	6	3	1							52	97	76	76	46	8	8
% infested plants																		7	74	74				5 333
<i>M. dirhodum</i>		14	765	2184	1446	733	300	10																
% zasiedlonych roślin		10	69	76	82	91	59	1																
% infested plants																						3		

Mszyca różano-trawowa *Metopolophium dirhodum*, podobnie jak *R. padi*, licznie występowała w latach 2004 i 2005 (tab. 1 i 2). Zarówno w Łosiowie, jak i we Wronowie najwięcej osobników *M. dirhodum*, w ciągu całego okresu wegetacji, odnotowano w 2005 r. (odpowiednio 7920 sztuk i 1515 sztuk). Mszyce omawianego gatunku żerowały na kukurydzy głównie w okresie wiosny i pierwszej połowy lata. Bardzo rzadko i w niewielkiej liczbie obserwowane były one w okresie jesieni (Łosiów 2004 i 2005). W pierwszym, głównym okresie rozwoju rozproszenie kolonii było duże. Maksymalny procent zasiedlonych roślin w 2004 r. wynosił 91 (Łosiów) i 62 (Wronów), a w 2005 r. 95 (Łosiów) i 48 (Wronów). *Metopolophium dirhodum* pojawiała się na kukurydzy nieco później niż *R. padi*. Żerowanie mszyc odbywało się na roślinach będących w fazie od dziesiętego kolanka (BBCH 39) do fazy pełni lub końca kwitnienia (BBCH 67, 69). Maksimum liczebności owadów tego gatunku stwierdzano na roślinach od fazy początku ukazywania się wiechy (BBCH 51) do fazy wiechy wysuniętej do połowy (BBCH 55). *Metopolophium dirhodum* zasiedlała tylko liście, początkowo dolne, a następnie przemieszczała się ku górze rośliny.

Mszyca zbożowa *Sitobion avenae*, jak już wcześniej wspomniano, występowała jedynie w 2003 r., na roślinach w obu miejscowościach oraz w 2005 r., na roślinach we Wronowie (tab. 1 i 2). Większą liczebność mszyc obserwowano tylko w 2003 r. w Łosiowie (376 sztuk). W tym roku mszyce zasiedliły jednak tylko 9% roślin na plantacji. W 2003 r. owady te żerowały na roślinach począwszy od fazy BBCH 39 (9 lub więcej kolanek) do fazy BBCH 69 (koniec kwitnienia). Miejscem żerowania były wyłącznie górne liście.

WNIOSKI

1. We wszystkich latach badań zdecydowanie najliczniejszym gatunkiem mszycy żerującej na kukurydzy w województwie opolskim była *Rhopalosiphum padi*. Mniej licznie występowała *Metopolophium dirhodum* i rzadko *Sitobion avenae*.

2. *Rhopalosiphum padi* występowała na kukurydzy w dwóch okresach, tj. wiosny i początku lata oraz w jesieni. Pierwsze naloty stwierdzano na roślinach w fazie BBCH 33 i trwały one aż do końca kwitnienia, tj. BBCH 69. W tym terminie mszyca żerowała głównie na najniższych położonych liściach, łodygach, wiechach i znamionach kolb. W drugim okresie (jesień) *R. padi* notowana była na kukurydzy począwszy od dojrzałości młecznicy (BBCH 73), do zasychania i zamierania roślin (BBCH 97). W tym przypadku żerowała ona na wewnętrznych częściach pochw liściowych, łodydze i pomiędzy liśćmi okrywowymi kolb.

3. *Metopolophium dirhodum* żerowała głównie w okresie wiosny i pierwszej połowy lata na roślinach od fazy BBCH 39 do BBCH 67-69. W tym terminie mszyce obserwowano tylko na liściach. Wyjątkowo rzadko natomiast i mało licznie notowano ten gatunek w okresie jesieni.

4. *Sitobion avenae* występowała tylko w okresie wiosny i pierwszej połowy lata, tj. począwszy od fazy BBCH 39 do BBCH 69. Żerowała ona wyłącznie na górnych liściach kukurydzy.

PIŚMIENNICTWO

- Adamczewski K., Banaszak K., 2000. Fazy rozwojowe roślin w skali BBCH (3). Ochrona Roślin, 8: 5–12.
- Główny Urząd Statystyczny, 2008. Powierzchnia upraw rolnych i ogrodnictwa w 2008 roku, Warszawa.
- Jasińska Z., Kotecki A. (red.), 1999. Szczegółowa uprawa roślin, tom 1. Wyd. AR Wrocław, 263–287.
- Krawczyk A., Hurej M., Sobota G., 2006. Aphids and their natural enemies infesting maize in Opole province. Aphids and other homopterous insects, 12: 125–134.
- Strzyński P., 2008. Aphid fauna (Hemiptera, Aphidoidea) on maize crops in Wielkopolska – species composition and increase in numbers. Aphids and other homopterous insects, 14: 123–128.

SEASONAL CHANGES IN THE ABUNDANCE OF CEREAL APHIDS ON MAIZE

S u m m a r y

The research was carried out on maize grown in monoculture at Łosiów and Wronów, Opole province, Poland, in 2003–2005. The main objective was to determine species composition of aphids, their seasonal dynamics and feeding place on maize crop. Insects were counted once a week on 50 plants during whole growing season.

Three species of cereal aphids were found on the maize crops in Opole province: *Rhopalosiphum padi* L., *Metopolophium dirhodum* (Walk.) and *Sitobion avenae* (P.) H.R.L. *R. padi* was definitely the dominant one. This species occurred on maize in two clearly distinguished periods of time: in spring and in the first half of summer until autumn. In spring, aphids infested the plants at their stages 33–69 of BBCH scale. They fed mainly on the lower leaves, on plant stalks and on panicles. In the summer and autumn the insects occurred on plants at stages 73–97 BBCH and they fed on adaxial side of the leaf sheath, on the plants' stem and between the husks of ears. *M. dirhodum* was found on maize mainly in spring and in the first half of summer. These aphids were feeding on plant leaves at the stages between 39 and 67–69 BBCH. *S. avenae* was rarely encountered on maize and, like *M. dirhodum*, it occurred only in spring and in the first half of summer. The insects were feeding only on the upper leaves.

KEY WORDS: maize, *Rhopalosiphum padi*, *Metopolophium dirhodum*, *Sitobion avenae*, seasonal dynamic, feeding place

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Stanisław Ignatowicz, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Barbara Patorczyk-Pytlik, Aldona Zimoch, Ewa Szumińska

**WPLYW NAWOŻENIA GLEBY SIARKĄ
NA ZAWARTOŚĆ SELENU W LUCERNIE***

**EFFECT OF SULFUR FERTILIZATION
ON SELENIUM CONTENT IN ALFALFA**

*Katedra Żywienia Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Plant Nutrition, Wrocław University of Environmental and Life Sciences*

W pracy przedstawiono wyniki doświadczenia wazonowego, którego celem była ocena wpływu poziomu nawożenia siarką na zawartość selenu w lucernie. Podłożem była glina lekka, do której wprowadzono selen w ilości $240 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby, w postaci roztworu wodnego Na_2SeO_3 . Siarkę zastosowano w postaci Na_2SO_4 , w dawkach 0; 0,03; 0,06 i $0,09 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby. Rośliną testową była lucerna odmiany Susi, dwukrotnie zbierana w okresie wegetacji. Zastosowane nawożenie siarką nie miało wpływu na plonowanie roślin, spowodowało natomiast istotny wzrost zawartości zarówno S-og., jak i S- SO_4 . Wpływ nawożenia siarką na zawartość selenu uwarunkowany był wielkością zastosowanej dawki. W lucernie uprawianej na glebie z dodatkiem 0,03 i $0,06 \text{ g} \cdot \text{S} \cdot \text{kg}^{-1}$ stwierdzono wzrost zawartości selenu w częściach nadziemnych, w porównaniu do określonej w roślinach kontrolnych. Zwiększenie dawki S do $0,09 \text{ g} \cdot \text{S} \cdot \text{kg}^{-1}$ powodowało spadek zawartości i pobrania Se przez lucernę. O ilości nagromadzonego przez lucernę selenu decydował stosunek całkowitej i przyswajalnej formy siarki w glebie do zawartości całkowitej i rozpuszczalnej w DTPA formy selenu. Najwięcej selenu zawierała lucerna uprawiana na glebie, w której stosunek ogólnych ilości S:Se wynosił 841:1, a S- SO_4 : Se_{DTPA} 1127:1. Po zwiększeniu wartości tych stosunków siarka ograniczała nagromadzanie selenu przez rośliny.

SŁOWA KLUCZOWE: nawożenie, siarka, selen, lucerna

*Badania finansowane z grantu Nr 2 POGR – 103 29

Do cytowania – For citation: Patorczyk-Pytlik B., Zimoch A., Szumińska E., 2009. Wpływ nawożenia siarką na zawartość selenu w lucernie. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. XCIV, 573, 65–72.

WSTĘP

Według danych GUS (2008) w 2007 r. całkowita emisja SO_2 w Polsce była niższa o 64% w porównaniu do roku 1990. To znaczne ograniczenie emisji oraz stosowanie nawozów niezawierających siarki spowodowało, że na wielu obszarach rośliny wykazują objawy niedoboru tego składnika. Deficyt siarki obniża plonowanie, wpływa na ograniczenie pobierania azotu, redukuje zawartość bogatych w siarkę metabolitów odpowiedzialnych za odporność roślin na stres biotyczny i abiotyczny (Rausch i Wachter 2005). W rezultacie, uprawiane na takich glebach rośliny będą miały niską wartość paszową.

Znaczna zawartość białka, witamin i soli mineralnych decyduje o dużej wartości paszowej lucerny. Powierzchnia uprawy tej rośliny w Polsce w 2007 r. wynosiła 33 tys. ha, a średni plon zielonki kształtował się na poziomie $318 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ (GUS 2008). Lucerna należy do grupy roślin o dużym zapotrzebowaniu na siarkę. Grzebisz i Hårdter (2006) podają, że z plonem 9 t s.m. roślina ta pobiera $36 \text{ kg} \cdot \text{S} \cdot \text{ha}^{-1}$. Znaczny udział w Polsce gleb o niskiej zasobności w siarkę w zestawieniu z wysokim zapotrzebowaniem lucerny na ten składnik powoduje, że konieczne staje się stosowanie nawożenia tym pierwiastkiem.

Wysokie dawki tego składnika mogą jednak wpływać na pobieranie przez rośliny selenu, mikroelementu niezbędnego w żywieniu zwierząt (Euroła i wsp. 2005, Liu i wsp. 2004, Gupta i Gupta 2002, Dębski i wsp. 2001, Mikkelsen i wsp. 1988].

Mała różnica między niedoborem selenu, zawartością optymalną a ilością toksyczną powoduje, że tak ważna jest ocena zdolności nagromadzania tego mikroelementu przez dany gatunek rośliny. Celem pracy było określenie wpływu poziomu nawożenia gleb siarką na zawartość tego mikroelementu w lucernie.

MATERIAŁ I METODY

Ocenę wpływu poziomu nawożenia siarką na plonowanie lucerny oraz zawartość w niej selenu przeprowadzono na podstawie wyników uzyskanych z vegetacyjnego doświadczenia wazonowego. Założone ono zostało w wazonach typu Wagnera o pojemności 5 kg gleby. Podłożem była lekko kwaśna ($\text{pH}_{\text{KCl}} 6,3$) glina lekka o średniej zasobności w przyswajalne formy fosforu ($55 \text{ mg P} \cdot \text{kg}^{-1}$) i potasu ($128 \text{ mg K} \cdot \text{kg}^{-1}$) oraz o niskiej zasobności w Mg ($42 \text{ mg Mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). W trakcie zakładania doświadczenia gleba została wzbogacona w selen. Zastosowano go w postaci roztworu wodnego Na_2SeO_3 w dawce $240 \mu\text{g Se} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby. Siarkę wprowadzono w postaci Na_2SO_4 , w dawkach 0; 0,03; 0,06 i 0,09 $\text{g S} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby. Rośliną testową była lucerna siewna odmiany Susi, dwukrotnie zbierana w okresie wegetacji. Sprzętu roślin dokonywano w pełni kwitnienia. We wszystkich obiektach zastosowano jednakowe nawożenie mineralne, które pod każdy sprzęt lucerny wynosiło 1 g N (NH_4NO_3), 2 g K (KCl) i 0,3 g Mg ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). W zebranych i wysuszonym w temperaturze pokojowej materiale roślinnym oznaczono zawartość siarki ogólną metodą nefelometryczną Buttresa-Chenry'ego (1959). Zawartość siarczanów określono po ekstrakcji materiału roślinnego 2% kwasem octowym, nefelometrycznie (Grzesiuk 1968). Selen oznaczono metodą

AAS w połączeniu z generacją wodorków po przygotowaniu próbek zgodnie z metodą podaną w Załączniku do Rozporządzenia MR i RW z dnia 23 stycznia 2003 (Dz. U. 66, poz. 614).

W glebach pobranych po zakończeniu doświadczeń oznaczono pH_{KCl} , zawartość Sog. metodą Buttersa-Chenry'ego (1959), zasobność w S-SO_4 metodą Bardsley'a i Lancastera (1960). Formę selenu dostępną dla roślin oznaczono po ekstrakcji gleby DTPA zgodnie z metodą Lindsay'a i Norwella (1978). Wszystkie oznaczenia zarówno w materiale roślinnym, jak i glebowym wykonano w dwóch, a selenu w trzech powtórzeniach dla każdego wazonu.

WYNIKI I DYSKUSJA

W glebie użytej do przeprowadzenia doświadczenia zawartość siarki ogólnej kształtowała się na poziomie podawanym przez Jakubus (2006) dla gleb średnich (tab. 1). Była to gleba wykazująca średnią zasobnością w S-SO_4 (Lipiński i wsp. 2003) oraz o średniej zawartości selenu (Piotrowska 1984). Udział formy Se rozpuszczalnej w DTPA stanowił 9,65% całkowitej zawartości tego mikroelementu (tab. 1). Była to rozpuszczalność o około 3% wyższa niż określona przez Borowską i Kopera (2006) dla gleb okolic Bydgoszczy.

Tabela 1

Table 1

Niektóre właściwości gleby
Selected properties of the soil

Fracja glebowa Soil fraction <0,02 mm (%)	pH_{KCl}	CEC $\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$	C-org.	S-og. – total	S- SO_4	Se-og. – total	Se DTPA
			(g kg^{-1})	(mg kg^{-1})	($\mu\text{g kg}^{-1}$)		
21	6,3	8,8	24,1	310	11,4	143	13,8

CEC pojemność sorpcyjna – cation exchange capacity, Se DTPA – forma Se rozpuszczalna w DTPA – DTPA soluble form of Se

Przeprowadzone badania wykazały, że w porównaniu do plonu uzyskanego z obiektu kontrolnego zastosowane nawożenie siarką nie miało wpływu na plonowanie lucerny (tab. 2). Stwierdzony brak reakcji rośliny testowej może być związany z zasobnością użytej do badań gleby w S-SO_4 (tab. 1). Brak istotnego wpływu zastosowanego nawożenia siarką na plonowanie gorczyicy uprawianej na glebie o średniej zasobności w S-SO_4 stwierdzili również Filipek-Mazur i Gondek (2005).

Zróżnicowane nawożenie siarką przyczyniło się natomiast do wzrostu zawartości w lucernie zarówno siarki ogólnej, jak i mineralnej formy tego makroskładnika (tab. 2). W roślinach zebranych z gleb nawiezionych najwyższą dawką siarki ($0,09 \text{ g kg}^{-1}$) zawartość Sog. była wyższa, odpowiednio dla pokosów, o 22 i 13% niż określona dla lucerny zebranej z gleby obiektu kontrolnego. W obu pokosach istotny wzrost zawartości S-SO_4 w częściach nadziemnych lucerny stwierdzono jedynie po zastosowaniu najwyższej dawki siarki ($0,09 \text{ S} \cdot \text{kg}^{-1}$). Rośliny zebrane z tej gleby zawierały o 32% (I pokos) i o 20% (II pokos) więcej siarczanów w porównaniu do lucerny zebranej z gleby kontrolnej. Grzebisz (2008) podaje, że w zależności od zasobności gleb w przyswajalne formy

siarki udział S-SO₄ w Sog. waha się od 30 do nawet 90%. Przeprowadzone badania wykazały, że w roślinach pierwszego pokosu mineralna forma siarki stanowiła 36–44%, a z drugiego pokosu 53–56%.

Tabela 2
Table 2

Plon oraz zawartość siarki i seleniu w lucernie
Yield and contents of sulfur and selenium in alfalfa

Dawka Dose (g S kg ⁻¹)	Plon – Yield g s.m. / wazon; g d.m. / pot		Zawartość – Contents						Sumaryczne pobranie z wazonu Total uptake per pot		
			Sog. (g kg ⁻¹)		S-SO ₄ (g kg ⁻¹)		Se (μg kg ⁻¹)		Sog. (mg)	S-SO ₄ (mg)	Se (μg)
	I*	II**	I*	II**	I*	II**	I*	II**			
0	31,5	26,2	3,49	3,12	1,42	1,65	246	152	184	84	11,7
0,03	29,4	27,3	3,76	3,10	1,38	1,70	269	162	195	86	11,8
0,06	28,4	25,1	4,08	3,28	1,49	1,80	290	187	198	87	12,9
0,09	28,0	25,2	4,26	3,54	1,88	1,98	232	137	208	103	10,0
Średnia Mean	28,7	25,8	3,90	3,26	1,54	1,78	259	153	197	90	11,5
NIR; LSD p _{0,05}	n.i.	n.i.	0,19	0,15	0,12	0,15	6,8	6,2	8,8	5,7	1,27

* pokos I – swath I; ** pokos II – swath II

Niska najczęściej zasobność polskich gleb w selen (Piotrowska 1984, Borowska 1994, Borowska 1996, Borowska i Koper 2006) powoduje, że uprawiane na nich rośliny wykazują niedobór tego mikroelementu. Trafikowska i Kuczyńska (2000) w lucernie pochodzącej z upraw polowych w okolicach Bydgoszczy stwierdziły 34 μg · kg⁻¹, a Zabłocki (1994) dla lucerny zebranej z gleb Pomorza Zachodniego podaje wartości 33–39 μg · kg⁻¹. Były to więc zawartości niskie, niepokrywające zapotrzebowania zwierząt na ten pierwiastek (Euroła i wsp. 2005, Gupta i Gupta 2002, Preś i Kinal 1996). Wzbogacenie gleby w selen oraz odczyn sprzyjający jego pobieraniu (pH_{KCl} 6,3) spowodowało, że zebrana lucerna zawierała znacznie więcej tego składnika. Wartości określone dla obu pokosów mieściły się w zakresie zawartości optymalnej dla pasz przeznaczonych dla bydła mlecznego (Euroła i wsp. 2005, Gupta i Gupta 2002, Preś i Kinal 1996).

Zastosowane nawożenie siarką i wynikający z tego wzrost zawartości tego składnika w lucernie miały wpływ na zdolność roślin do pobierania selenu (tab. 2). W porównaniu do zawartości określonej w roślinach zebranych z obiektu kontrolnego lucerna uprawiana na glebie nawiezionej dawką 0,03 i 0,06 g S · kg⁻¹ zawierała istotnie więcej selenu. Zwiększenie poziomu nawożenia do 0,09 g S · kg⁻¹ spowodowało spadek zarówno zawartości, jak i pobrania tego mikroelementu przez lucernę. Uzyskane wyniki wskazują, że przy tak wysokim nawożeniu siarką pomiędzy tym składnikiem a selenem występują reakcje antagonizmu jonowego.

W literaturze poświęconej zagadnieniu antagonizmu/synergizmu jonowego między S a Se autorzy podkreślają, że wpływ ten jest uwarunkowany stosunkiem tych składników (Milchunas 1983, Kopsell i Randle 1997, Hopper i Parker 1999). Przy wąskim

stosunku tych pierwiastków w pożywce (1:1) Kopsell i Randle (1997) stwierdzili, że pobieranie i transport SO_4^{2-} i SeO_4^{2-} miało charakter antagonizmu. Natomiast przy wartości stosunku jak 1:250 do 1:500 dodatek selenu zwiększał nagromadzenie siarki. Hopper i Parker (1997) wykazali, że 10-krotne zwiększenie zawartości SO_4 w pożywce powodowało 90% spadek zawartości Se w rajgrasie oraz koniczynie. Cartes i wsp. (2006) podają, że w wyniku wprowadzenia do gleby 50 mg S kg^{-1} zawartość selenu w *Lolium perenne* spadła o 34%, a po zastosowaniu 100 mg S kg^{-1} spadek ten wyniósł 44% w porównaniu do określonej w roślinach uprawianych na glebie nie nawożonej siarką.

W celu określenia zależności pomiędzy nagromadzeniem siarki i selenu przez lucernę obliczono stosunek tych pierwiastków w tkankach roślin testowych (tab. 3). Ze względu na małą wartość liczbową pobranie Se pomnożono przez 100. W porównaniu z lucerną zebraną z gleb obiektu kontrolnego zastosowanie 0,03 i 0,06 g S kg^{-1} przyczyniło się do wzrostu ilości $\mu\text{g Se}$ przypadającej na 1 mg pobranej przez rośliny zarówno siarki ogólnej, jak formy mineralnej tego składnika. Dalsze zwiększanie dawki S powodowało istotny spadek wartości stosunku $\mu\text{g Se} \cdot 100/\text{mg S}$ oraz $\mu\text{g Se} \cdot 100/\text{mg S-SO}_4$. Był on istotnie niższy niż określony zarówno w stosunku dla roślin zebranych z obiektu kontrolnego, jak i z gleb nawożonych niższymi dawkami siarki. Zależności te wystąpiły dla obu sprzętów lucerny.

Tabela 3

Table 3

Stosunek pobranego przez lucernę selenu ($\mu\text{g Se} \cdot 100$) do nagromadzonej siarki ogółem oraz S-SO₄ (mg)
Relation of selenium ($\mu\text{g Se} \cdot 100$) collected by alfalfa to accumulated S and S-SO₄ (mg)

Dawka Dose (g S kg^{-1})	$\mu\text{g Se} \cdot 100/\text{mg Sog.}$			$\mu\text{g Se} \cdot 100/\text{mg S-SO}_4$		
	I*	II*	Pobranie sumaryczne Total uptake	I*	II*	Pobranie sumaryczne Total uptake
0	7,0	4,8	6,1	17,3	9,1	13,3
0,03	7,1	5,2	6,3	19,5	10,1	14,5
0,06	7,1	5,7	6,5	19,5	10,4	14,8
0,09	5,4	4,1	4,8	12,6	7,3	9,9
Średnia Mean	6,7	5,0	5,9	17,2	9,2	13,1
NIR; LSD $p < 0,05$	0,38	0,32	0,34	1,45	0,65	0,98

* pokos – swath

Zastosowane nawożenie siarką nie miało istotnego wpływu na stopień zakwaszenia gleb pobranych po zakończeniu wegetacji roślin testowych (tab. 4). Zwiększyła się natomiast zawartość całkowita siarki oraz zasobność w przyswajalną dla roślin formę tego makroskładnika.

Całkowita zawartość selenu w glebach pobranych po sprzęcie lucerny była zróżnicowana w niewielkim stopniu, wahała się od 376 do 383 $\mu\text{g Se kg}^{-1}$. Zróżnicowaniu uległa natomiast zawartość formy Se przechodzącej do roztworu DTPA. Średni udział formy rozpuszczalnej w całkowitej zawartości selenu kształtował się na poziomie 7,33%, był więc o blisko 2 % niższy niż w glebie wyjściowej (tab. 1).

Tabela 4
Table 4

Zawartość całkowita oraz rozpuszczalnych form siarki i selenu w glebach
pobranym po sprzęcie lucerny
Total and soluble sulfur and selenium contents in soils collected
after gathering of alfalfa

Dawka Dose (g S kg ⁻¹)	pH KCl	S-og	S-SO ₄	Udział (%)	Se	Se*	Udział (%)	Sog. : Se	S-SO ₄ :Se*
		(mg kg ⁻¹)			(μg kg ⁻¹)				
0	5,51	275	22,9	8,33	381	32,0	8,40	722:1	716:1
0,03	5,48	294	25,5	8,67	378	27,8	7,35	778:1	917:1
0,06	5,45	322	30,2	9,38	383	26,8	7,00	841:1	1127:1
0,09	5,40	346	40,6	11,73	376	24,8	6,59	920:1	1637:1
Srednia Mean	5,49	310	29,8	9,52	380	27,8	7,33	816:1	1099:1
NIR; LSD p<0,05	n.i.	7,3	2,8		n.i.	2,1			

* forma rozpuszczalna w DTPA – soluble in DTPA form

Nawożenie siarką przyczyniło się do ograniczenia rozpuszczalności obecnych w glebie związków selenu, z tym że spadek ten był uwarunkowany wielkością zastosowanej dawki. Udział formy rozpuszczalnej w DTPA był niższy o 12; 17 i 22%, odpowiednio dla dawek S, niż określona w glebie obiektu kontrolnego. Zmniejszenie rozpuszczalności związków selenu może wynikać z wiązania selenianu (IV) przez glebowy kompleks sorpcyjny. Według Barrowa i Whelana (1989), Rajana i Watkinsona (1976) oraz Yläranty (1983) w wypadku minerałów ilastych może nastąpić wymiana jonów siarczanowych i selenianów (IV).

Różna zasobność gleb pobranych po lucernie w całkowitą zawartość oraz w przyswajalną formę siarki i selenu zmieniła stosunki między tymi pierwiastkami w glebach (tab. 4). Porównując wartość tego stosunku i ilość pobranego selenu przez lucernę (tab. 2), można stwierdzić, że jeśli jest on wyższy niż 841:1 dla S ogólnej oraz wyższy niż 1127:1 w odniesieniu do S-SO₄, zostaje utrudnione pobieranie selenu.

WNIOSKI

1. Nawożenie siarką nie miało wpływu na plonowanie lucerny, zwiększyło natomiast zarówno zawartość, jak i pobranie tego makroskładnika przez rośliny.
2. Niższe dawki siarki (0,03 i 0,06 g · kg⁻¹) powodowały wzrost zawartości i pobrania selenu przez lucernę. Najwyższe wartości obu ocenianych parametrów stwierdzono po zastosowaniu 0,06 g S · kg⁻¹ gleby.
3. Stosowanie wysokiego nawożenia siarką (0,09 g · kg⁻¹) ograniczyło zarówno zawartość, jak i pobranie selenu przez lucernę.
4. Nawożenie siarką ograniczało rozpuszczalność w DTPA związków selenu wprowadzonego do gleby w postaci selenianu (IV).
5. Przy stosunku S-og.:Se-og. w glebie mniejszym niż 841:1 występował między tymi pierwiastkami synergizm jonowy, natomiast po rozszerzeniu wartości tego stosunku > 920:1 siarka ograniczała nagromadzenie selenu przez lucernę.

PIŚMIENNICTWO

- Bardsley C.E., Lancaster J.D., 1960. Determination of reserve sulfur and soluble sulfates in soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 24: 265–268.
- Barrow N.J., Whelan B.R., 1989. Testing of mechanistic model. VII. The effects of time and temperature of incubation on the sorption and subsequent desorption selenite and selenate by a soil. *J. Soil. Sci.*, 40: 29–37.
- Borowska K., 1994. Selen w glebach i roślinach z wybranych plantacji lucerny. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 414: 57–62.
- Borowska K., 1996. Zawartość selenu w różnych częściach lucerny i mniszka lekarskiego z plantacji lucernianych założonych na trzech typach gleb. *Rocz. Glebozn.* XLV, 3/4: 239–245.
- Borowska K., Koper J., 2006. The effect of manure on the selenium content in soil and potato tubers. *Polish. J. Environ. Stud.* Vol. 15, No 2a: 17–19.
- Butters B., Chenry E.M., 1959. A rapid method for the determination of total sulfur in soils and plants. *Analyst*, 84: 239.
- Cartes P., Shene C., de la Luz Mora M., 2006. Selenium distribution in ryegrass and its antioxidant role as affected by sulfur fertilization. *Plant Soil.*, 285: 187–195.
- Dębski B., Zachara B., Wąsowicz W., 2001. Próby oceny poziomu selenu w Polsce oraz jego wpływ na zdrowotność ludzi i zwierząt. *Folia Univ. Agric. Stetin. Zootechnica*, 241: 31–38.
- Eurola M., Ekholm P., Venalainen E.J., 2005. Selenium supplemented fertilization – effect on the selenium content of foods and the selenium intake in Finland. NFJ Seminar No 370 "Essential trace elements for plants, animals and humans". 15–17.08.2005. Reykjavik, Iceland: 49–51.
- Filipek-Mazur B., Gondek K., 2005. Plonowanie i zawartość siarki w gorczycy białej jako efekt stosowania wieloskładnikowych nawozów zawierających siarkę. *Acta Agrophisica*, 6(2): 343–351.
- Grzebisz W., Härdter R., 2006. *ESTA Kizeryt naturalny siarczan magnezu*. Verlagsgesellschaft für Ackerbau mbH, Deutschland.
- Grzebisz W., 2008. *Nawożenie roślin uprawnych. Cz. I. Podstawy nawożenia*. PWRiL, Warszawa.
- Grzebiuk W., 1968. Nefelometryczne oznaczanie siarki siarczanowej w roślinach. *Rocz. Glebozn.* XIX, 2, 1: 167–172.
- Gupta U.C., Gupta S.C., 2002. Quality of animals and human life as affected by selenium management of soils and crops. *Soil Sci. Plant Anal.*, 33: 15–18.
- GUS 2008.
- Hopper J.L., Parker D.R., 1999. Plant availability of selenite and selenate as influenced by the competing ions phosphate and sulfate. *Plant Soil* 210: 199–207.
- Jakubus M., 2006. *Siarka w środowisku*. Wyd. AR Poznań.
- Kopsell D.A., Randle W.M., 1997. Selenite concentration affects selenium and sulfur uptake and accumulation by „Granek 33” onions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122, 5: 721–726.
- Lindsay W.L., Orwell W.A., 1978. Development of DTPA soil test for zinc, manganese, cooper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 421–428.
- Lipiński W., Terelak H., Motowicka-Terelak T., 2003. Propozycja liczb granicznych zawartości siarki siarczanowej w glebach mineralnych na potrzeby doradztwa nawozowego. *Rocz. Glebozn.* LIV, 3: 79–84.
- Liu Q., Wang D.J., Jing X.J., Cao Z.H., 2004. Effects of the interactions between selenium and phosphorus on the growth and selenium accumulation in rice. *Geochem. Health.*, 26, 2–3: 325–330.
- Mikkelsen R.L., Haghina G.H., Page A.L., Bingham F.T., 1989. Factors affecting selenium accumulation by agricultural crops, [in:] Jacobs L.W. (ed.) *Selenium in agriculture and the environment*. Amer. Soc. Agron. Soil Sci. Soc.: 65–94.

- Milchunas D.G., Lauenroth W.K., Dodd J.L. 1983. The interaction of atmospheric and soil sulphur and selenium concentration of range plants. *Plant and Soil*, 7: 117–125.
- Piotrowska M., 1984. Zawartość selenu w uprawnych glebach Polski. *Rocz. Glebozn. XXXV*, 1: 23–31.
- Preś J., Kinal S., 1996. Aktualne spojrzenie na sprawę zaopatrzenia zwierząt w mikroelementy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 434: 1043–1061.
- Rajan S.S., Watkinson J.H., 1976. Adsorption of selenite and phosphate on an allophone clay. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 40: 51–54.
- Rausch T., Wachter A., 2005. Sulfur metabolism: a versatile platform for launching defense operations. *Trends Plant Sci.*, 10: 503–509.
- Trafikowska U., Kuczyńska I., 2000. Zawartość selenu w glebie pól uprawnych i łąk okolic Bydgoszczy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 471: 567–572.
- Ylärinta T., 1983. Sorption of selenite and selenate in the soil. *Ann. Agric. Fenn.*, 22, 1: 29–39.
- Zabłocki Z., 1994. Porównanie zawartości selenu w glebach, roślinach i odciekach drenarskich. *Zesz. Nauk. Kom. „Człowiek i Środowisko” PAN*, 8: 44–50.
- Załącznik do Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 stycznia 2003 [Dz. U. 66, poz. 614].

EFFECT OF SULFUR FERTILIZATION ON SELENIUM CONTENT IN ALFALFA

Summary

The paper shows results of pot experiment which was to estimate the influence of fertilization with sulfur on the contents of selenium in alfalfa. The subsoil was light clay in which Se in dose $240 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ in form water solution Na_2SeO_3 was introduced. Sulfur was used in a form of Na_2SO_4 , in doses of 0; 0.03; 0.06; 0.09 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ of soil. The test plant was alfalfa, cv. Susi, took in twice during the vegetation. The usage of sulfur fertilization had not an influence on yielding of plants, but it caused an essential increase of contents of S total as well as S- SO_4 . The influence of fertilization with sulfur on the Se contents was conditioned with the quantity of used doses. In alfalfa cultivated in soils with addition of 0.03 and 0.06 g S kg^{-1} the increase of Se contents in over ground parts in comparison to control plants was found. The increase of S dose to 0.09 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ caused a decrease of the contents and intake of Se by alfalfa. For the quantity of Se accumulated by alfalfa crucial was the relation of total and soluble sulfur forms in soil to contents of total and soluble in DTPA Se forms. The highest selenium concentrations were found in alfalfa cultivated on soil in which the relation of total contents S:Se was 841:1, and S- SO_4 :SeDTPA was 1127:1. After broadening the value of these relations sulfur limited the accumulation of selenium by plants.

KEY WORDS: fertilization, sulfur, selenium, alfalfa

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Jan Koper, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Helena Sztuder¹, Urszula Sienkiewicz-Cholewa²

**EFEKTY STOSOWANIA PLYNNYCH
AGROCHEMIKALIÓW W UPRAWIE RZEPAKU OZIMEGO**
**EFFECT APPLICATION OF LIQUID
FERTILISERS IN WINTER RAPE CULTIVATION**

¹*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Państwowy Instytut Badawczy w Puławach*

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

²*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

Wrocław University of Environmental and Life Sciences

W badaniach porównywano tradycyjne i łączne stosowanie mineralnych nawozów azotowych (saletra amonowa, mocznik, RSM) i środków ochrony roślin (pełna i obniżona dawka) poprzez określenie skutków ich oddziaływania w kryteriach produkcyjnych, ekologicznych i ekonomicznych. Plony nasion rzepaku były zróżnicowane w zależności od rodzaju i techniki dawkowania nawozów azotowych. Dolistne stosowanie azotu w formie wodnego roztworu mocznika istotnie zwiększało plony nasion rzepaku ozimego i przyczyniło się do zmniejszenia zawartości mineralnych form azotu w glebie. Natomiast obniżona dawka środków ochrony roślin stosowana tradycyjnie jak i łącznie z nawozami płynnymi nie wpływała na wielkość plonu. Metoda zintegrowanego stosowania agrochemikaliów (nawozy + środki ochrony roślin) w prowadzonych badaniach była bardziej opłacalna w stosunku do tradycyjnej.

SŁOWA KLUCZOWE: płynne agrochemikalia, techniki stosowania, azot mineralny, rzepak ozimy

WSTĘP

W polowej produkcji roślinnej poszukuje się nowych metod i sposobów ograniczających koszty poszczególnych etapów technologii produkcji, w tym także technik aplikacji nawozów i środków ochrony roślin.

Do cytowania – For citation: Sztuder H., Sienkiewicz-Cholewa U., 2009. Efekty stosowania płynnych agrochemikaliów w uprawie rzepaku ozimego. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. XCIV, 573, 73–82.

Nawożenie w połączeniu z ochroną roślin w polskim rolnictwie zaczęto stosować wraz z wdrożeniem do praktyki rolniczej dolistnego dokarmiania roślin uprawnych mocznikiem, magnezem oraz płynnymi nawozami zawierającymi mikroelementy (Brzozowska, Brzozowski 2003, Czuba 1992). Miało to znaczenie ekonomiczne (technologia mniej energochłonna i oszczędna), ekologiczne (mniejsze obciążenie środowiska przyrodniczego azotanami, ograniczenie wprowadzania do gleby metali ciężkich w formie mikroelementowych soli technicznych itp.) i produkcyjne (współdziałanie preparatów nawozowych z pestycydami pozwala uzyskać pozytywne i wymierne efekty zarówno w plonowaniu roślin uprawnych, jak i w zwalczaniu danego agrofaga (Fotyma i wsp. 2002, Jadczyzyn i wsp. 1998, Juszcak i wsp. 1999, Kubsik 1998, Pruszyński i Mrówczyński 2002).

Łącznemu stosowaniu agrochemikaliów sprzyjają terminy zwalczania niektórych agrofagów oraz zabiegów ochronnych, które pokrywają się z terminami dolistnego dokarmiania roślin, a zabiegi te prowadzone są przy użyciu tych samych opryskiwaczy (Czuba 1992, Juszcak i wsp. 1999, Pruszyński, Mrówczyński 2002).

Celem badań było porównanie oraz ocena tradycyjnego i łącznego stosowania nawozów mineralnych (saletra amonowa, mocznik, RSM) i środków ochrony roślin (pełna i obniżona dawka) poprzez określenie skutków ich oddziaływania w kryteriach produkcyjnych, ekologicznych i ekonomicznych.

MATERIAŁ I METODY

Badania nad stosowaniem zintegrowanych technik płynnych agrochemikaliów prowadzono w oparciu o doświadczenia polowe w Stacji Doświadczalnej IUNG w Jelczu-Laskowicach w latach 2004–2006. Doświadczenia założono na glebach płowych o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego i mocnego na glinie lekkiej i średniej. Charakteryzowały się one odczynem kwaśnym i lekko kwaśnym (pH_{KCl} 5,0–6,0), średnią zawartością fosforu ($40\text{--}70 \text{ mg P}\cdot\text{kg}^{-1}$) i magnezu ($50\text{--}70 \text{ mg Mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) oraz średnią i wysoką zawartością potasu ($120\text{--}200 \text{ mg K}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Doświadczenia założono w układzie split-plot (losowane podbloki) jako dwuczynnikowe z 2 obiektami kontrolnymi, w czterech powtórzeniach. Rośliną doświadczalną był rzepak ozimy (odmiana Ceres) uprawiany zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi IUNG wg poniższego schematu.

I czynnik – pogłówne stosowanie azotu ($n=2$):

- 1) wodny roztwór mocznika
- 2) roztwór saletrano-mocznikowy (RSM).

II czynnik – sposoby stosowania środków ochrony roślin ($n=4$) tradycyjne stosowanie w pełnej dawce:

- tradycyjne stosowanie w pełnej dawce,
- tradycyjne stosowanie w obniżonej dawce,
- łączne stosowanie z nawozami w pełnej dawce,
- łączne stosowanie z nawozami w obniżonej dawce.

K1 – obiekt kontrolny (nawozy stałe + tradycyjna ochrona roślin w pełnej dawce),

K2 – obiekt kontrolny (nawozy stałe + tradycyjna ochrona roślin w obniżonej dawce).

Obniżona dawka stanowiła 70% dawki pełnej.

W doświadczeniach stosowano następujące nawozy przedsięwne:

- nawóz wieloskładnikowy Polimag 305 (5%N, 16% P₂O₅, 24% K₂O, 8% MgO) na obiektach kontrolnych (K-I i K-II),
- zawiesina NPK: 3% N, 9,5% P₂O₅, 12,5% K₂O oraz siarczan magnezu (16% MgO) na pozostałych obiektach.

Techniki i rodzaje nawozów azotowych stosowanych pogłównie przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Table 1

Nawożenie pogłównie azotem

Nitrogen top dressing

Techniki nawożenia Techniques of fertilization	Dawka (kg ha ⁻¹) Dose	Termin stosowania Application time
Saletra amonowa Ammonium nitrate	50,0	– po ruszeniu wegetacji growing season start
	35,0	– 2 tygodnie po I dawce 2 weeks after 1 st dose
razem – total: 85,0		
Roztwór saletrzano- -mocznikowy (RSM – 32%) Ammonium nitrate-urea solution (UAN–32%)	50,0	– po ruszeniu wegetacji wiosną growing season start
	35,0	– 2 tygodnie po I dawce 2 weeks after 1 st dose
razem – total: 85,0		
Wodny roztwór mocznika Urea water solution	24,2 (15%)	– po ruszeniu wegetacji growing season start
	24,2 (15%)	– przy wysokości roślin 10–15 cm plant height 10–15 cm
	24,2 (12%)	– 7 dni po II oprysku 7 days after II spray
	13,0 (8%)	– faza zielonego zwartego pąka green bud
razem – total: 85,0		

Przedsięwne i pogłównie dawki składników pokarmowych na wszystkich obiektach nawozowych były zbilansowane, a łączna dawka wynosiła 270 kg NPK·ha⁻¹ w czystym składniku. Dawki środków ochrony roślin (pełne, tj. zgodne z zalecanymi przez producenta) stosowane w uprawie rzepaku ozimego przedstawiono w tabeli 2.

Ocenę tradycyjnego i zintegrowanego stosowania płynnych agrochemikaliów w uprawie rzepaku ozimego przeprowadzono na podstawie kryteriów produkcyjnych (wielkość plonu), ekologicznych (zawartość mineralnych form azotu) i ekonomicznych (wskaźnik opłacalności).

Próbki gleb do analiz chemicznych pobierano do głębokości 60 cm z podziałem na warstwy co 30 cm, jesienią po zbiorze roślin. Zawartość azotanowej (N-NO₃) i amonowej (N-NH₄) formy azotu oznaczono w świeżym materiale glebowym, zgodnie z PN-R-04028, a wyniki wyrażono w kg N·ha⁻¹ (N_{min} = N-NO₃ + N-NH₄). Wyniki badań przedstawiono jako średnie z obiektów zawartości azotu mineralnego w glebie.

Tabela 2

Table 2

Rodzaje i dawki środków ochrony roślin
Type and doses of pesticide

Lp. No.	I rok – Year I	II rok – Year II	III rok – Year III
1.	Roundap Max – 4,0 l	Roundap Max – 4 l	Roundap Max – 4 l
2.	Treflan – 2,5 l	Treflan – 2,5 l	Karamba – 0,7 l + Karate 0,1 l
3.	Targa – 1,0 l	Alphaguard – 0,2 l	Karamba – 1,0 l + Nurele 0,6 l
4.	Lontrel – 0,5 l + Cyperkill – 0,3 l	Galera – 0,35 l	Cyperkill – 0,3 l
5.	Horizon – 0,5 l + Mospilan 0,12 g		

Tabela 3

Table 3

Plony ziarna rzepaku ozimego
Winter rape yields

Obiekt – Object		Rok – Year		
Nawożenie pogłówne azotem Nitrogen top dressing	Systemy stosowania środków ochrony roślin Systems of application of pesticides	I	II	III
	Kontrola I – Control I		27,2	36,6
Kontrola II – Control II		25,7	34,1	36,1
Mocznik – Urea	01	32,3	37,0	40,6
	02	33,0	38,7	39,6
	03	32,7	38,4	41,2
	04	31,6	36,2	39,6
RSM – UAN	01	28,7	34,1	40,0
	02	28,3	33,1	42,6
	03	26,3	36,7	39,6
	04	27,6	36,5	39,6
Średnie dla I czynnika – Means of I factor				
Mocznik – Urea		32,4	37,5	40,3
RSM – UAN		27,7	35,1	40,4
NIR /LSD _{0,05}		2,307	1,161	r.n.; n.s. ^{*)}
Średnie dla II czynnika – Means of II factor				
01		30,5	35,5	40,3
02		30,7	35,9	41,1
03		29,5	37,5	40,4
04		29,6	36,3	39,6
LSD _{0,05}		r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.
II/I		r.n.; n.s.	3,102	r.n.; n.s.
I/II		r.n.; n.s.	2,323	r.n.; n.s.

*) r.n.- różnica nieistotna; n.s.- difference in not significant

Do oceny ekonomicznej tradycyjnego i łącznego stosowania agrochemikaliów zastosowano uproszczony rachunek kalkulacyjny w oparciu o aktualne w latach badań ceny środków ochrony roślin i nawozów oraz ceny sprzedaży nasion rzepaku. Koszty wykonania zabiegów (opryski nawozami i środkami ochrony roślin) przyjęto na poziomie $50 \text{ PLN} \cdot \text{ha}^{-1}$ (wg kalkulacji SD IUNG Jelcz-Laskowice).

Opłacalność wykonanych zabiegów oceniono na podstawie wskaźnika opłacalności Q_1 , który określa, jaką ilością kwintali uzyskanego plonu zostaną zrównoważone koszty stosowanych agrochemikaliów wraz z ich dawkowaniem wg IOR (Pruszyński, Mrówczyński 2002).

W ocenie produkcyjnej uwzględniono wielkość uzyskanego plonu i wartość produkcji z hektara.

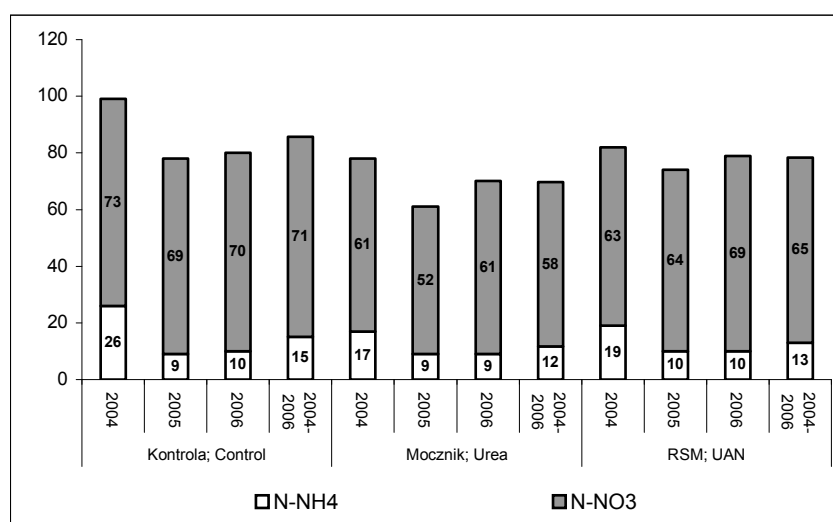
Plony nasion rzepaku w poszczególnych latach badań opracowano za pomocą analizy wariancji, a istotność różnic ($\text{NIR} = 0,05$) oceniano testem Tukey'a.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plony. Poziom plonów nasion rzepaku ozimego był wyraźnie zróżnicowany w latach i wynosił, niezależnie od czynników doświadczenia, od $25,7$ w I roku (2004) do $42,6 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ w III roku badań (2006), co spowodowane było różnymi warunkami pogodowymi (opady, temperatura). We wszystkich latach prowadzenia badań wielkość plonów na obiektach, gdzie stosowano pogłównie saletrę amonową, a zwłaszcza z obniżoną dawką pestycydów, była niższa w odniesieniu do plonów uzyskanych na obiektach z płynnymi nawozami azotowymi i różnice te były udowodnione statystycznie. W I i II roku badań wystąpiły istotne różnice pomiędzy rodzajami stosowanych pogłównie płynnych nawozów azotowych - opryski mocznikiem istotnie zwiększyły plon nasion w stosunku do RSM – odpowiednio o $4,7$ i $2,5 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$. W III roku badań plony nasion rzepaku były najwyższe (średnio $40,3 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$) i zbliżone na wszystkich obiektach doświadczalnych (nie stwierdzono między czynnikami istotnych różnic). Na podkreślenie zasługuje fakt, że dawki (pełna i obniżona) i techniki stosowania pestycydów (tradycyjna i łączna) nie wpływały istotnie na zróżnicowanie plonów. Udowodnione statystycznie różnice we współdziałaniu badanych czynników wystąpiły w II roku doświadczenia.

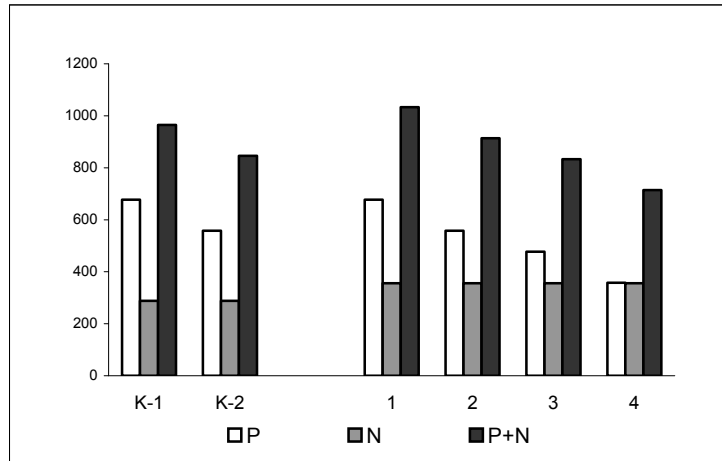
Zawartość mineralnych form azotu w glebie. Na rysunku 1 przedstawiono zawartość azotu mineralnego w warstwie gleby $0\text{--}60 \text{ cm}$ po zbiorze rzepaku ozimego w latach badań. Zawartość azotu mineralnego N_{min} ($\text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4$) wahała się (średnio z trzech lat) od 61 do $99 \text{ kg } N_{\text{min}} \cdot \text{ha}^{-1}$ niezależnie od badanych wariantów nawozowych. Wielkości te były znacznie niższe od zawartości przeciętnych ($>100 \text{ kg } N_{\text{min}} \cdot \text{ha}^{-1}$) uznanych za „bezpieczne” ze względu na środowisko podawanych przez Mullera (1990) dla warunków niemieckich. Najwyższe zawartości azotu mineralnego po zbiorze rzepaku stwierdzono w 2004 r., wyraźnie niższe w dwóch kolejnych latach. Warto zauważyć, że również poziom plonów rzepaku był najniższy w 2004 r., co mogło wpłynąć na kształtowanie się zawartości azotu w glebie. Można zatem sądzić, że nieco niższa koncentracja azotu w glebie w latach 2005 i 2006 spowodowana była zwiększonym jego pobraniem przez rzepak. Opisane wyżej relacje potwierdzają wcześniejsze badania z pszenicą ozimą (Sztuder 2007). Zawartość azotu mineralnego w glebie zależała od formy stoso-

wanego pogłównie nawożenia azotowego, niezależnie od rodzaju nawożenia przed-siewnego i była wyraźnie niższa na obiektach, gdzie azot stosowano dolistnie w formie oprysków wodnym roztworem mocznika, w odniesieniu do obiektów, na których stosowano RSM i saletrę amonową (rys. 1). Opisane wyżej relacje potwierdzają wcześniejsze badania Sztuder i Strączyńskiego (2008) z pszenicą ozimą, w których zawartość azotu na obiektach, gdzie stosowano pogłównie opryski mocznikiem, była ponad 20% niższa w odniesieniu do obiektów ze stałą formą azotu. W badanym profilu glebowym dominował azot azotanowy i jego udział w azocie mineralnym stanowił średnio około 80%. W pracach innych autorów (Fotyma i wsp. 1998, 2002) wystąpiły podobne zależności. Stwierdzona zawartość azotu azotanowego odpowiada niskiej i średniej klasie zawartości tej formy azotu i może być uznana za bezpieczną w kryteriach ochrony środowiska przyrodniczego dla warunków polskich [Fotyma i wsp. 1998, Serwis Agrotechniczny].



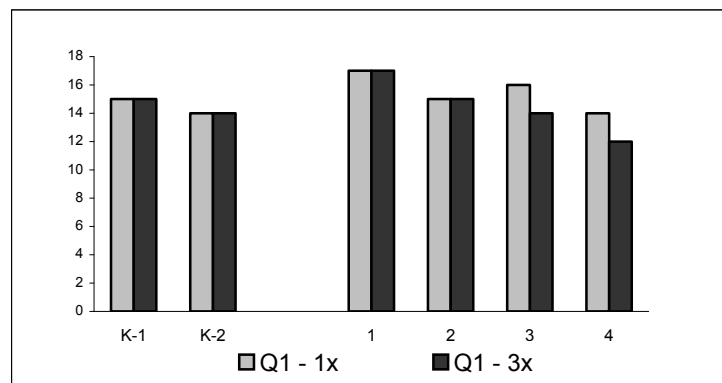
Rys. 1. Zawartość N_{\min} w glebie ($\text{kgN}_{\min} \cdot \text{ha}^{-1}$)
 Fig. 1. Content of N_{\min} in soil ($\text{kgN}_{\min} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Efekty ekonomiczne stosowania agrochemikaliów. Z przedstawionej uproszczonej kalkulacji kosztów stosowania agrochemikaliów (nawozy + środki ochrony roślin) wynika, że przy tradycyjnym ich stosowaniu (trzy oddzielne zabiegi) całkowite koszty zabiegu były o 18% (pełna dawka) i o 20% (obniżona dawka) wyższe w stosunku do łącznego ich zastosowania – rysunek 2.



Rys. 2. Koszty aplikacji agrochemikaliów (PLN); P – pestycydy; N – nawozy. Obiekty: K-1, K-2, 1, 2, 3, 4

Fig. 2. Costs of the applications for the agrochemicals (PLN); P – pesticides; N – nawozy; fertilizers. Treatments: K-1, K-2, 1, 2, 3, 4



Rys. 3. Wskaźnik opłacalności Q1 [dt] 1x – jednokrotna aplikacja P+N; 3x – trzykrotna aplikacja

Fig. 3. Profitability index – Q₁ (dt) 1x – once application P+N; 3x – triple application P+N

Efektywność ekonomiczną wykonanych zabiegów oceniono na podstawie wskaźnika opłacalności Q₁. Dla zrównoważenia kosztów zabiegów stosowania pestycydów w pełnej dawce przy 3-krotnym łącznym ich stosowaniu z mocznikiem trzeba przeznaczyć o 3 dt nasion rzepaku ozimego mniej w stosunku do tradycyjnego ich stosowania – rysunek 3.

WNIOSKI

1. Plony nasion rzepaku ozimego były zróżnicowane w zależności od rodzaju i techniki aplikacji nawozów azotowych:
 - na obiektach z nawozami stałymi były z reguły niższe w porównaniu do plonów uzyskanych z nawozami płynnymi;
 - dolistne stosowanie azotu w formie wodnego roztworu mocznika istotnie zwiększało plony ziarna w latach o niższym poziomie plonów w odniesieniu do plonów uzyskanych na obiektach, gdzie stosowano RSM.
2. Plony nasion rzepaku ozimego były zróżnicowane także w zależności od techniki stosowania agrochemikaliów:
 - dawki środków ochrony roślin różnicowały wielkość plonów nasion rzepaku tylko na obiektach z nawozami stałymi – niższa dawka powodowała z reguły obniżenie plonu;
 - obniżona dawka środków ochrony roślin stosowana tradycyjnie jak i łącznie z nawozami płynnymi nie wpływała na wielkość plonu nasion rzepaku ozimego.
3. Techniki dawkowania nawozów mineralnych wyraźnie różnicowały zawartość azotu mineralnego w glebie – najniższą stwierdzono w wariancie z nawozami płynnymi.
4. Metoda zintegrowanego stosowania agrochemikaliów (nawozy + środki ochrony roślin) w prowadzonych badaniach była bardziej opłacalna i zmniejszyła koszty ich użycia od 18 do 20%.

PIŚMIENNICTWO

- Brzozowska I., Brzozowski J., 2003. Skuteczność zabiegów herbicydowych i herbicydowo-nawozowych w pszenicy ozimej a efektywność rolnicza azotu stosowanego doglebowo i dolistnie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, z. 490: 31–39.
- Czuba R. (red.), 1992. Naziemna i agrolotnicza technologia dolistnego dokarmiania zbóż roztworem mocznika łącznie z mikroelementami i pestycydami. *IUNG Puławy*, P(52): 1–57.
- Fotyma E., Boguszewska M., Pietruch Cz., 1998. Zawartość azotu mineralnego w glebach Polski jako wskaźnik stanu środowiska rolniczego. *Mat. Konf. Nauk. „Dobre praktyki w produkcji rolniczej”*. IUNG Puławy, K (15/I): 61–70.
- Fotyma E., Fotyma M., Pietruch Cz., 2002. Produkcyjne i środowiskowe skutki nawożenia. *Pam. Puł.*, 130: 179–202.
- Jadczyzsyn T., Kubsik K., Igras J., 1998. Produkcyjna i ekologiczna ocena różnych technik stosowania nawozów azotowych. *Materiały II Kongresu Technologii Chemicznej*. Wrocław 15-18.09.1997. *Dolnośl. Wyd. Eduk.*: 1474–1478.
- Juszczak M., Głazek M., Mrówczyński M., 1999. Opłacalność łącznego stosowania agrochemikaliów w zbożach. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 39: 587–590.
- Kubsik K., 1998. Produkcyjne i ekologiczne skutki różnych technik stosowania nawozów azotowych. *Wyd. IUNG Puławy*.
- Muller S., Gorlitz H., 1990. Wykorzystanie metody Nmin w NRD. *Fragm. Agronom.*, 1: 23–35.
- PN-R-04028. Polska Norma. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Metoda pobierania próbek i oznaczanie zawartości jonów azotanowych i amonowych w glebach mineralnych. PKN 1997.
- Pruszyński S., Mrówczyński M. (red.), 2002. Łączne stosowanie agrochemikaliów. IOR, Poznań: 175. Serwis Agrotechniczny IUNG-PIB, www.iung.pulawy.pl

- Sztuder H., 2007. Produkcyjna i ekologiczna ocena różnych sposobów aplikacji nawozów w uprawie pszenicy ozimej. *Inż. Rol.*, 3 (91): 167–172.
- Sztuder H., Strączyński S., 2008. Ocena tradycyjnego i zintegrowanego stosowania płynnych agrochemikaliów w uprawie pszenicy ozimej. *Annales UMCS, Agricultura*, Vol. 63 (4): 24–33.
- Wesołowski M., Bojarczyk M., Cierpiała R., 2006. Wpływ zredukowanych dawek herbicydów Huzar 05 WG na plonowanie i zachwaszczenie pszenicy ozimej. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 46 (2): 281–283.

EFFECT APPLICATION OF LIQUID FERTILISERS IN WINTER RAPE CULTIVATION

S u m m a r y

In the study a comparison was made of conventional and integrated application of liquid nitrogen fertilisers (ammonium nitrate, urea, ammonium nitrate-urea solution (ANUS)) and plant protection agents (full dose and reduced dose) through the determination of their effects in terms of production, ecological and economic criteria. Yields of winter rape seeds were varied with relation to the type of nitrogen fertilisers and the technique of their application. Foliar application of nitrogen in the form of water solution of urea caused significant increase in yields of winter rape seeds and was conducive to a reduction in the content of mineral forms of nitrogen in the soil. Whereas, the reduced dose of plant protection agents, applied conventionally and in conjunction with liquid fertilisers, had no effect on the level of grain yields. In the study, the method of integrated application of fertilisers and plant protection agents proved to be more profitable compared to the conventional method.

KEY WORDS: fluid fertilisers, application, mineral nitrogen, winter rape

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Edmund Kamiński, Kłodzisko, woj. mazowieckie

Helena Sztuder¹, Urszula Sienkiewicz-Cholewa²

**OCENA TRADYCYJNEGO I ZINTEGROWANEGO
STOSOWANIA PŁYNNYCH AGROCHEMIKALIÓW
PRZY RÓŻNYCH SPOSOBACH UPRAWY KUKURYDZY
EVALUATION OF CONVENTIONAL AND INTEGRATED
APPLICATION OF LIQUID FERTILISERS AND PLANT
PROTECTION AGENTS IN ZEA MAIZE CULTIVATION**

¹Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

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

²Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Wrocław University of Environmental and Life Sciences

W badaniach porównywano tradycyjne i łączne stosowanie mineralnych nawozów azotowych (saletra amonowa, mocznik) i środków ochrony roślin (pełna i obniżona dawka) poprzez określenie skutków ich oddziaływania w kryteriach ekonomicznych na uprawie typowej i zerowej. Udział kosztów zabiegów ochrony roślin i nawożenia w wartości produkcji był nieznacznie zróżnicowany w zależności od techniki uprawy roli. Metoda zintegrowanego stosowania agrochemikaliów (nawozy + środki ochrony roślin) w prowadzonych badaniach była bardziej opłacalna w stosunku do tradycyjnej.

SŁOWA KLUCZOWE: płynne agrochemikalia, techniki stosowania, kukurydza

WSTĘP

W polowej produkcji roślinnej poszukuje się energooszczędnych metod i sposobów usprawnienia poszczególnych etapów technologii produkcji, w tym także technik stosowania nawozów, środków ochrony roślin i systemów uprawy roli. Decydują o tym

Do cytowania – For citation: Sztuder H., Sienkiewicz-Cholewa U., 2009. Ocena tradycyjnego i zintegrowanego stosowania płynnych agrochemikaliów przy różnych sposobach uprawy kukurydzy. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. XCIV, 573, 83–90.

głównie względy organizacyjno-ekonomiczne. Jednym z podstawowych elementów osiągnięcia tych zamierzeń jest energooszczędna agrotechnika. Dąży się w niej do wprowadzenia uproszczeń tak w technikach uprawy roli, jak i w nawożeniu oraz ochronie roślin. Możliwość łącznego stosowania różnych agrochemikaliów nabrała znaczenia dopiero w ostatnich latach. Wpłynęły na to: zwiększająca się liczba dopuszczonych do stosowania środków ochrony roślin, coraz szersze wprowadzanie nawozów płynnych, opracowanie technologii dolistnego dokarmiania różnych gatunków roślin uprawnych i dzielenie dawek nawozowych (Czuba 1992, Fotyma i wsp. 2002, Jadczyński i wsp. 1998, Kubsik 1998). Ponadto łącznemu stosowaniu agrochemikaliów sprzyjają terminy zwalczania niektórych agrofagów oraz zabiegów ochronnych, które pokrywają się z terminami aplikacji nawozów (Pruszyński, Mrówczyński 2002).

Celem badań było porównanie oraz ocena tradycyjnego i łącznego stosowania nawozów mineralnych i środków ochrony roślin w dwóch systemach uprawy kukurydzy (typowa i zerowa) poprzez określenie skutków ich oddziaływania w kryteriach ekonomicznych.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w oparciu o doświadczenia polowe w Stacji Doświadczalnej IUNG w Jelczu-Laskowicach w latach 2004–2006. Doświadczenia założono na glebach pływowych o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego i mocnego na glinie lekkiej i średniej. Charakteryzowały się one odczynem kwaśnym i lekko kwaśnym (pH_{KCl} 5,0–6,0), średnią zawartością fosforu ($40\text{--}70 \text{ mg P}\cdot\text{kg}^{-1}$) i magnezu ($50\text{--}70 \text{ mg Mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) oraz średnią i wysoką zawartością potasu ($120\text{--}200 \text{ mg K}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Doświadczenia prowadzono w układzie losowanych bloków jako jednoczynnikowe, w czterech powtórzeniach. Rośliną doświadczalną była kukurydza uprawiana na ziarno (odmiana Amelior) zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi IUNG według poniższego schematu.

Obiekty doświadczenia:

- 1) saletra amonowa + tradycyjna ochrona roślin w pełnej dawce
- 2) saletra amonowa + tradycyjna ochrona roślin w obniżonej dawce
- 3) wodny roztwór mocznika + tradycyjna ochrona roślin w pełnej dawce
- 4) wodny roztwór mocznika + tradycyjna ochrona roślin w obniżonej dawce
- 5) wodny roztwór mocznika + ochrona roślin w pełnej dawce – zintegrowane stosowanie
- 6) wodny roztwór mocznika + ochrona roślin w obniżonej dawce – zintegrowane stosowanie.

Obniżona dawka stanowiła 70% dawki pełnej.

Doświadczenia prowadzono na typowej i zerowej uprawie roli.

W doświadczeniach stosowano następujące nawozy przedsiewne:

- nawóz wieloskładnikowy: Polimag 305 (5% N, 16% P_2O_5 , 24% K_2O , 8% MgO) na obiektach 1 i 2,
- zawiesina NPK: 3% N, 9,5% P_2O_5 , 12,5% K_2O oraz siarczan magnezu (16% MgO) na pozostałych obiektach.

Techniki i rodzaje nawozów azotowych stosowanych pogłównie przedstawiono w tabeli 1.

Przedsięwzięcia i pogłówna dawki składników pokarmowych na wszystkich obiektach nawozowych były zbilansowane, a łączna dawka wynosiła 270 kg NPK·ha⁻¹ w czystym składniku. Dawki środków ochrony roślin (pełne, tj. zgodnie z zaleceniami producenta) stosowane w uprawie kukurydzy przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 1
Table 1Nawożenie pogłówna azotem
Nitrogen top dressing

Techniki nawożenia Techniques of fertilization	Dawka (kg ha ⁻¹) Dose	Termin stosowania Application time
N w formie stałej: saletra amonowa ammonium nitrate	50,0	– po ruszeniu wegetacji growing season start
	35,0	– 2 tygodnie po I dawce 2 weeks after 1 st dose
	razem – total: 85,0	
Roztwór saletrano-mocznikowy (RSM – 32%) Ammonium nitrate-urea solution (UAN–32%): wodny roztwór mocznika urea water solution	45,3	– faza 6–8 liści (I termin) 6–8 leaf stages
	9,7	– 5–6 dni po I terminie
	9,7	– 5–6 dni po II terminie
	9,7	– 5–6 dni po III terminie
	9,7	– 5–6 dni po IV terminie
razem – total: 85,0	5–6 days after I, II, III, IV, time	

Tabela 2
Table 2Rodzaje i dawki środków ochrony roślin
Type and doses of pesticide

Lp. No.	I rok – Year I	II rok – Year II	III rok – Year III
1.	Roundap Max – 2 kg	Roundap – 4 l	Roundap Max – 4 l
2.	Guardian – 3,0 l + Atrasan – 1,0 l	Guardian – 3,0 l + Atrasan – 1,0 l	Maizina – 1,5 l + Trophy – 2,5 l
3.	Gesaprim – 1,0 kg + Milargo – 1,0 l	Maister – 0,25 kg	Maister – 0,25 kg
4.	Bi Nowy 58 – 0,5 l	Bi Nowy 58 – 0,5 l	Bi Nowy 58 – 0,5 l
5.		Karate – 0,2 l	Maister – 0,1 kg + Actirob – 1 l

Ocenę tradycyjnego i zintegrowanego stosowania płynnych agrochemikaliów w uprawie kukurydzy na ziarno przeprowadzono na podstawie kryteriów produkcyjnych (wielkość plonu ziarna) i ekonomicznych (wskaźniki opłacalności). Poziom plonów ziarna kukurydzy w latach prowadzenia doświadczeń był na uprawie typowej i zerowej zbliżony, nieistotnie różnicowany w obrębie badanych obiektów (Raport końcowy... 2006).

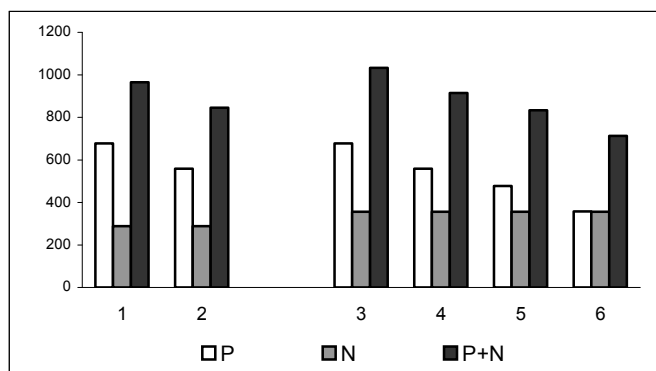
Do oceny ekonomicznej tradycyjnego i łącznego stosowania agrochemikaliów zastosowano uproszczony rachunek kalkulacyjny w oparciu o aktualne w latach badań ceny środków ochrony roślin i nawozów pogłównych (saletra amonowa i mocznik) oraz ceny sprzedaży ziarna kukurydzy. Koszty wykonania zabiegów (opryski nawozami i środkami ochrony roślin) przyjęto na poziomie 50 PLN·ha⁻¹ (wg kalkulacji SD IUNG Jelcz-Laskowice).

Opłacalność wykonanych zabiegów oceniono na podstawie następujących parametrów wg IOR (Pruszyński, Mrówczyński 2002):

- wskaźnika opłacalności Q_1 , który określa, jaką ilością kwintali uzyskanego plonu zostaną zrównoważone koszty stosowanych agrochemikaliów wraz z ich aplikacją;
- wskaźnika opłacalności Q_2 , który określa, ile procent wartości produkcji stanowią koszty stosowanych agrochemikaliów.

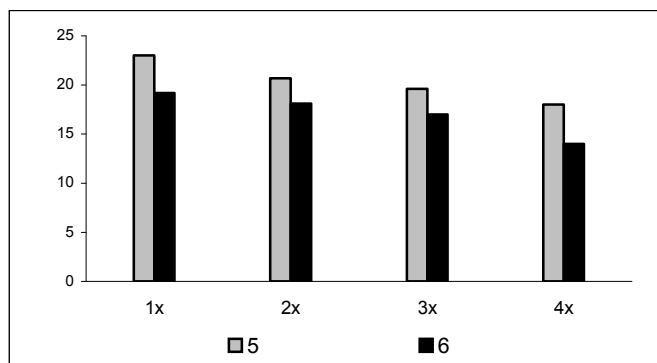
WYNIKI I DYSKUSJA

Z przedstawionej na rysunku 1 uproszczonej kalkulacji kosztów stosowania agrochemikaliów na uprawie typowej kukurydzy wynika, że były one zróżnicowane w obrębie obiektów doświadczalnych. I tak na pełnej dawce środków ochrony roślin (koszt nawożenia azotowego jednakowy na obiektach z mocznikiem) przy tradycyjnym ich stosowaniu (obiekt 3) całkowite koszty zabiegów były o 19% wyższe w stosunku do łącznego ich stosowania (obiekt 5). Przy obniżonej dawce pestycydów i tradycyjnej aplikacji (obiekt 4) koszty te były o prawie 12% wyższe w porównaniu do zintegrowanego ich stosowania (obiekt 6). Nieco wyższe koszty stosowania agrochemikaliów na obiektach kontrolnych (1 i 2) w porównaniu do odpowiednich obiektów z nawożeniem płynnym (3 i 4), podobnie jak w uprawie rzepaku ozimego i pszenicy ozimej wynikały z różnej ilości wykonanych zabiegów. Stwierdzone relacje kosztów stosowania agrochemikaliów na uprawie zerowej kształtowały się na zbliżonym poziomie jak na uprawie typowej (Raport końcowy...2006).



Rys. 1. Koszty aplikacji agrochemikaliów [PLN]; P – pestycydy; N – nawozy
 Fig. 1. Costs of the applications for the agrochemicals [PLN]; P – pesticides; N – fertilizers

Efektywność ekonomiczną wykonanych w doświadczeniach zabiegów oceniono na podstawie wskaźników opłacalności Q1 i Q2. Koszty środków ochrony roślin mogą być zrównoważone określoną ilością plonu ziarna kukurydzy w zależności od łączenia zabiegów z wodnym roztworem mocznika. Na rysunku 2 przedstawiono wskaźnik opłacalności Q1 przy zintegrowanym stosowaniu agrochemikaliów dla pełnej i obniżonej dawki pestycydów. Koszt wykonania jednego zabiegu łączonego (1x) przy pełnej dawce pestycydów równoważy plon 23 dt ziarna kukurydzy. Zwiększanie ilości zabiegów łączonych z mocznikiem powoduje zmniejszanie się współczynnika opłacalności. Dla zrównoważenia kosztów 4 zabiegów trzeba przeznaczyć 18 dt ziarna, czyli o 5 dt ziarna kukurydzy mniej. Natomiast dla zrównoważenia kosztów zabiegów stosowania pestycydów w obniżonej dawce (cena pestycydu i jego użycie) relacje wyżej opisane były zbliżone, przy czym ilość ziarna pokrywająca koszty stosowania pestycydów była niższa i wynosiła odpowiednio 19 i 14 dt ziarna kukurydzy.



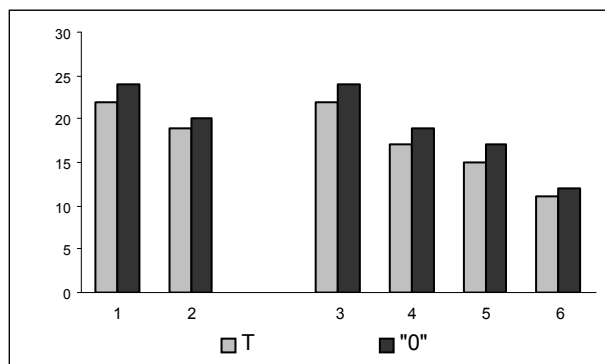
Rys. 2. Wskaźnik opłacalności Q1 [dt]; 1x – 4x aplikacja P+N
Fig. 2. Profitability index – Q1 [dt]; 1x – 4x application P+N

Udział kosztów zabiegów ochrony roślin w uzyskanej wartości produkcji kukurydzy uprawianej na ziarno (Q2) na uprawie typowej i zerowej przedstawiano na rysunku 3.

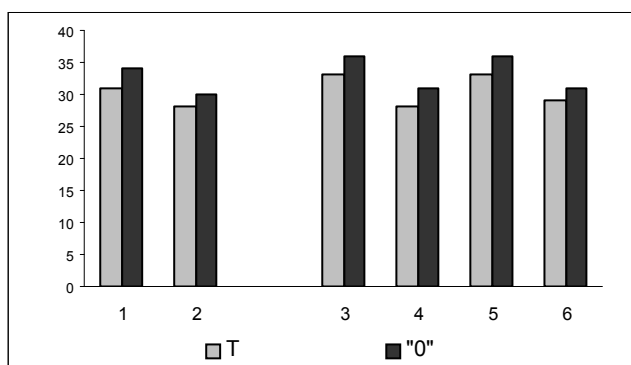
Udział ten był wyraźnie zróżnicowany w zależności od sposobu aplikacji środków ochrony roślin, a nieznacznie od systemu uprawy roli. Na uprawie typowej kształtował się od 22 na obiektach z tradycyjnym ich stosowaniem do 11% na obiektach przy 4-krotnym łącznym ich stosowaniu. Natomiast na uprawie zerowej był nieco wyższy i wynosił odpowiednio: 24 i 12%. Tak małe różnice wynikały ze zbliżonego poziomu plonów ziarna kukurydzy na obydwu uprawach roli. Natomiast koszty stosowania pestycydów i nawozów były wyraźnie wyższe, również mało zróżnicowane w zależności od techniki uprawy roli i wynosiły odpowiednio na uprawie typowej od 33 do 28% i od 36 do 30% na uprawie zerowej (rys. 4).

Na podstawie ścisłych doświadczeń własnych prowadzonych z pszenicą ozimą, kukurydzą i rzepakiem ozimym opisane wyżej zależności pomiędzy wartością produkcji a kosztami zabiegów były zróżnicowane i zależały głównie od gatunku uprawianej rośliny. I tak np. dla rzepaku ozimego na uprawie zerowej udział kosztów stosowania agrochemikaliów (P+N) w wartości produkcji był aż dwukrotnie wyższy w stosunku do

uprawy typowej (Raport końcowy...2006). Spośród testowanych roślin największy udział kosztów w uprawie typowej wystąpił w przypadku pszenicy ozimej i wynosił ponad 60% (Sztuder, Strączyński 2008).



Rys. 3. Wskaźnik opłacalności Q2 [%] – udział P; T – uprawa typowa, 0 – uprawa zerowa
Fig. 3. Profitability index – Q2 [dt] – participation P; T – traditional tillage , 0 – zero-tillage



Rys. 4. Wskaźnik opłacalności Q2 [%] – udział P+N; T – uprawa typowa, 0 – uprawa zerowa
Fig. 4. Profitability index – Q2 [dt] – participation P+N; T – traditional tillage , 0 – zero-tillage

WNIOSKI

1. Łączne stosowanie agrochemikaliów (nawozy + środki ochrony roślin) zmniejszyło koszty ich użycia od 12 do 19% w odniesieniu do tradycyjnego ich wykorzystania.
2. Dla zrównoważenia kosztów łącznego stosowania agrochemikaliów – mocznika i środków ochrony roślin (wskaźnik Q1) trzeba było przeznaczyć około 5 dt ziarna kukurydzy mniej w stosunku do tradycyjnego ich dawkowania.
3. Udział kosztów zabiegów ochrony roślin i nawożenia w wartości produkcji (Q2) był nieznacznie zróżnicowany w zależności od techniki uprawy roli.

PIŚMIENNICTWO

- Czuba R. (red.), 1992. Naziemna i agrolotnicza technologia dolistnego dokarmiania zbóż roztworem mocznika łącznie z mikroelementami i pestycydami. IUNG Puławy P(52): 1–57.
- Fotyma E., Fotyma M., Pietruch Cz., 2002. Produkcyjne i środowiskowe skutki nawożenia. *Pam. Puł.*, 130: 179–202.
- Jadczyszyn T., Kubsik K., Igras J., 1998. Produkcyjna i ekologiczna ocena różnych technik stosowania nawozów azotowych. *Materiały II Kongresu Technologii Chemicznej*. Wrocław 15–18.09.1997. Dolnośl. Wyd. Eduk.: 1474–1478.
- Kubsik K., 1998. Produkcyjne i ekologiczne skutki różnych technik stosowania nawozów azotowych. *Wyd. IUNG Puławy*.
- Pruszyński S., Mrówczyński M. (red.), 2002. Łączne stosowanie agrochemikaliów. IOR, Poznań: 175.
- Raport końcowy z tematu badawczego Nr 2.10. IUNG Puławy, grudzień 2006.
- Sztuder H., Strączyński S., 2008. Ocena tradycyjnego i zintegrowanego stosowania płynnych agrochemikaliów w uprawie pszenicy ozimej. *Annales UMCS, Agricultura*, Vol. 63 (4): 24–33.

EVALUATION OF CONVENTIONAL AND INTEGRATED APPLICATION OF LIQUID FERTILISERS AND PLANT PROTECTION AGENTS IN ZEA MAIZE CULTIVATION

S u m m a r y

In the study a comparison was made of conventional and integrated application of liquid nitrogen fertilisers (ammonium nitrate, urea) and plant protection agents (full dose and reduced dose) through the determination of their effects in economic criteria on the traditional tillage and zero-tillage. The share of crop protection and fertilization cost in production value fluctuates slightly depending on tillage technique.

In the study, the method of integrated application of fertilisers and plant protection agents proved to be more profitable compared to the conventional method.

KEY WORDS: fluid fertilisers, application, zea maize

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Edmund Kamiński, Kłodzianko, woj. mazowieckie

Jan Spiak

**STRUKTURA GOSPODARSTW I ORGANIZACJA
PRODUKCJI ROLNICZEJ W POLSCE I NIEMCZECH
(W LATACH 2003–2007)**

**FARMS STRUCTURE AND ORGANIZATION
OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN POLAND
AND GERMANY (FOR THE YEARS 2003–2007)**

*Katedra Ekonomii i Zarządzania, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Department of Economics and Management, Wrocław University of Environmental and
Life Sciences*

W artykule przedstawione zostały wyniki analizy porównawczej obejmującej strukturę obszarową gospodarstw oraz organizację produkcji w rolnictwie polskim i niemieckim w latach 2003–2007. Wprowadzane stopniowo zmiany w rolnictwie poprawiły strukturę obszarową gospodarstw rolnych w obu krajach, choć ich tempo i zakres w rolnictwie krajowym są niewystarczające do zmniejszenia dystansu dzielącego go od rolnictwa niemieckiego. Występujące główne różnice w strukturze zasiewów dotyczyły większego udziału zbóż oraz mniejszego rzepaku w zasiewach krajowych, przy osiągniętych niższych plonach niż w rolnictwie niemieckim. W organizacji produkcji zwierzęcej rolnictwo polskie miało niższy poziom obsady bydła i trzody chlewnej w szt. fiz./100 ha UR oraz mniejszą wydajność mleczną krów. W badanym okresie rolnictwo polskie wykazywało mniejszą siłę konkurencyjną w porównaniu do rolnictwa niemieckiego.

SŁOWA KLUCZOWE: struktura gospodarstw, organizacja produkcji, rolnictwo polskie, rolnictwo niemieckie

WSTĘP

Rolnictwo w Polsce po 1989 roku charakteryzowało się dominującym udziałem sektora prywatnego w zagospodarowaniu użytków rolnych w kraju, stąd przekształcenia własnościowe objęły tylko sektor państwowy, który zarządzał 18,4% użytków rolnych. Jednym z przyjętych celów w procesie transformacji polskiego rolnictwa była poprawa

Do cytowania – For citation: Spiak J., 2009. Struktura gospodarstw i organizacja produkcji rolniczej w Polsce i Niemczech w latach 2003–2007. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. XCIV, 573, 91–100.

struktury agrarnej. W Niemczech, po zjednoczeniu obu państw w 1990 r., społecznie-rolnictwo landów byłej NRD poddane zostało procesom prywatyzacji. Realizowane procesy transformacji w rolnictwie przebiegały w obu krajach na podobnych zasadach, ale z różnym nasileniem oraz w odmiennych warunkach ekonomiczno-społecznych.

Według danych ze sprawozdań AR i MR (2008) w trakcie realizacji programów pomocy od początku działalności do 31.08.2008 roku wypłacono beneficjentom ponad 70,5 mld zł (w tym 15,4 mld zł z pomocy krajowej), które to środki skierowane były nie tylko do rolnictwa i na obszary wiejskie, ale także do rybołówstwa i firm z sektora rolno-spożywczego.

Jak podają Jezierska-Hole i Kluba (2009), w pierwszych latach po zjednoczeniu Niemiec rolnicy indywidualni otrzymali pomoc w skali roku w wysokości średnio po 23 tys. DM na rozwój gospodarstw rolnych, natomiast w latach 2000–2006 z pomocy finansowej Unii Europejskiej na 1 wniosek przydzielono 189 tys. Euro.

Wprowadzone zmiany w rolnictwie spowodowały w badanym okresie zmniejszenie średniej powierzchni gospodarstwa w Polsce z 7,9 do 7,6 ha, natomiast w Niemczech nastąpiło powiększenie gospodarstwa z 45,7 do 50,4 ha. W tym okresie, jak podaje Ziętara (2009), zwiększył się udział liczby gospodarstw z grupy obszarowej powyżej 20,0 ha z 5,0 do 5,3% w strukturze gospodarstw w Polsce oraz z 43,3 do 45,3% w Niemczech.

Zmiany zachodzące w strukturze gospodarstw dokonywały się stopniowo i wymagały długiego okresu ich wprowadzania, gdyż, jak podaje Spiak (2009), w 2007 r. gospodarstwa rolne o powierzchni do 50,0 ha miały ponad 2/3 udziału w użytkach rolnych w Polsce i tylko 1/4 udziału w Niemczech.

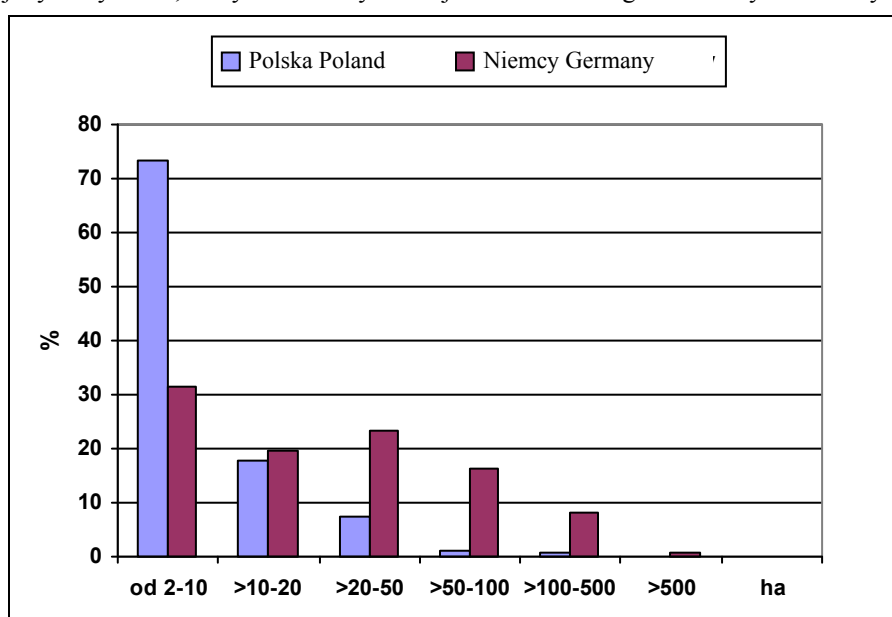
CEL I METODYKA BADAŃ

Analiza struktury obszarowej gospodarstw rolnych oraz organizacji produkcji w rolnictwie Polski i Niemiec pozwoli na porównanie poziomu rozwoju rolnictwa w Polsce na tle rolnictwa Niemiec. Poznanie organizacji i wydajności produkcji roślinnej i zwierzęcej umożliwi określenie różnicy, jaka dzieli oba konkurencyjne rolnictwa na wspólnym rynku Unii Europejskiej. Uzyskane wyniki badań z lat 2003–2007 (przed i po akcesji Polski do UE), w zakresie struktury gospodarstw i osiągniętych wydajności, umożliwią ocenę dystansu dzielącego rolnictwo polskie od jednego z głównych konkurentów – rolnictwa niemieckiego oraz określenie przyszłych kierunków zmian w polskim rolnictwie.

W badaniach zastosowano metodę analizy techniczno-ekonomicznej z wykorzystaniem wskaźników dynamiki i struktury badanych zagadnień z zakresu struktury obszarowej gospodarstw oraz organizacji i wyników produkcyjnych w rolnictwie obu krajów. Podstawowym obiektem badań były gospodarstwa producentów rolnych o powierzchni powyżej 2,0 ha użytków rolnych.

WYNIKI

Przeprowadzona analiza porównawcza czynników produkcji w rolnictwie (tab. 1) wykazała duże podobieństwo rolnictwa obu krajów pod względem wielkości powierzchni i struktury użytków rolnych. Wielkość zasobów pracy określona liczbą pracujących w rolnictwie wskazuje na 2,4 razy wyższą liczbę pracujących w rolnictwie Polski, przy równocześnie 5,1 razy większej liczbie producentów rolnych. W badanym okresie średnia wielkość gospodarstwa producenta rolnego w Polsce nie zmieniła się i wynosiła 11,4 ha, natomiast w Niemczech powiększyła się z 43,8 do 45,7 ha użytków rolnych. Zachodzące zmiany w zasobach użytków rolnych wskazują na stopniowe zmniejszanie powierzchni użytków rolnych w obu krajach, przy równocześnie lepszym jej wykorzystaniu, o czym świadczy zmniejszenie udziału ugorów w użytkach rolnych.



Rys. 1. Struktura grup obszarowych gospodarstw rolnych o pow. użytków rolnych > 2,0 ha w Polsce i Niemczech, w 2007 roku

Fig. 1. Structure of areal groups of agricultural enterprises with agricultural land > 2,0 ha. in Poland and Germany in 2007

Źródło: jak w tabeli 2
Source: as in Table 2

Zestawienie grup obszarowych gospodarstw rolnych powyżej 2,0 ha UR w Polsce i Niemczech (rys. 1) wskazuje na dużo korzystniejszą strukturę gospodarstw w Niemczech. W 2007 r. największy odsetek w strukturze obszarowej gospodarstw rolnych stanowiła grupa gospodarstw od 2 do 10 ha UR, której udział w kraju wynosił 72,2%, natomiast w Niemczech ich udział wynosił tylko 31,5%. Grupy gospodarstw obszarowo większych powyżej 50 ha UR stanowiły 1,7% ogólnej liczby gospodarstw w Polsce i użytkowały 25,2% gruntów, natomiast w Niemczech odsetek tej grupy gospodarstw

był wyższy i wynosił 25,3%, a gospodarowały one na powierzchni ponad 75% użytków rolnych. Wykazana różnica potwierdza konieczność zwiększenia liczby gospodarstw większych – powyżej 50,0 ha UR oraz ich udziału w użytkowaniu gruntów w Polsce, aby mogły sprostać konkurencji na rynku.

Zachodzące zmiany w latach 2003–2007, w grupach obszarowych gospodarstw rolnych; (> 2–10 ha) i (>10–20 ha) UR, wskazują na stopniowe (0,53 i 1,81%) zmniejszanie ich liczby w Polsce, przy wysokich wskaźnikach dynamiki wzrostu 116% dla grup wielkościowych; (20–50 ha) i (> 50–100 ha). W tym samym czasie w Niemczech spadek w poszczególnych grupach gospodarstw był większy i wynosił od 11,5 do 17,0% oraz obejmował wszystkie grupy obszarowe w przedziale do 100 ha UR. Ogółem w latach 2003–2007 odsetek badanych gospodarstw zwiększył się nieznacznie w Polsce o 0,54%, natomiast w Niemczech wyraźnie się zmniejszył o 12,39%. Pomimo nieznacznej poprawy struktury obszarowej gospodarstw w Polsce tempo wprowadzanych zmian w rolnictwie było niewystarczające, stąd różnica w tym zakresie dzieląca nas od jednego z największych producentów na rynku UE zwiększa się jeszcze bardziej (tab. 2).

Podmioty o wielkości do 4 ESU w kraju stanowiły 80,5%, natomiast za zdolne do konkurencji na rynku uznaje się takie, którego wielkość ekonomiczna przekracza 4 ESU, jak podaje Lewandowski (2008). Stąd tylko około 20% gospodarstw można uznać za zdolne do sprostania konkurencji na wspólnym rynku pod względem siły ekonomicznej.

Istotnym zagadnieniem w funkcjonowaniu gospodarstw rolnych jest dostosowanie organizacji działów do naturalnych warunków produkcji. Odpowiednia struktura organizacji produkcji oraz poziom uzyskiwanych wydajności umożliwiają efektywniejsze wykorzystywanie posiadanych zasobów, a tym samym uwzględnianie przewagi w ponoszeniu kosztów i skuteczniej wyższe plony. W tabeli 3 przedstawiono strukturę zasiewów oraz plony głównych roślin uprawianych w Polsce i Niemczech w latach 2003–2007. W strukturze zasiewów w badanym okresie nastąpił w Polsce spadek udziału zbóż o 4%, ale ich udział był nadal dominujący i wynosił 70% GO. W niemieckim rolnictwie odnotowany został w tym czasie spadek udziału zbóż o 2%, a ich udział w zasiewach wynosił 52% w 2007 roku. W produkcji zbóż Polska ze zbiorem w wysokości 26–27 mln ton zajmuje trzecie miejsce na rynku Unii Europejskiej bezpośrednio po Niemczech przy ich 45 mln ton plonów. Z pozostałych roślin duża różnica w strukturze zasiewów występuje w uprawie rzepaku, którego udział w zasiewach zwiększył się z 4,1 do 7,0% w Polsce oraz z 10,8 do 13,0% w Niemczech. Wzrost powierzchni uprawy rzepaku spowodowany został zwiększonym popytem na nasiona rzepaku jako surowca wykorzystywanego do produkcji biopaliw.

Porównanie uzyskiwanych plonów głównych upraw w latach 2003–2007 (tab. 3) wskazuje na dużo wyższy poziom uzyskiwanych wydajności w produkcji roślinnej niemieckiego rolnictwa. W 2007 r. plony zbóż podstawowych oraz kukurydzy na ziarno były wyższe o około 30 dt/ha oraz rzepaku o 8 dt/ha w porównaniu do plonów roślin w Polsce. W uprawach okopowych różnica w plonowaniu ziemniaków była ponad dwukrotnie wyższa, przy uzyskanym plonie 423 dt/ha oraz buraków cukrowych o 110 dt/ha wyższa (plon 624 dt/ha) niż w rolnictwie krajowym. W badanym okresie nastąpił wzrost plonowania głównych roślin w Polsce, ale jego tempo wzrostu było wolniejsze niż w rolnictwie niemieckim, co zwiększyło jeszcze różnicę w poziomach wydajności produkcji roślinnej.

Tabela 1
Table 1Tabela 1. Charakterystyka rolnictwa Polski i Niemiec w latach 2003–2007
Table 1. Characteristics of agriculture in Poland and Germany in the years 2003–2007

Lp. No.	Wyszczególnienie Specification	J.m. M. u.	Kraj ¹ Country	2003		2005		2005/2003		2007		2007/2005		2007/2003	
				wielkość size	wielkość size	wielkość size	wielkość size	(%)	wielkość size	(%)	wielkość size	(%)	wielkość size	(%)	
1.	Powierzchnia użytków rolnych Agricultural land	(tys. ha) (thous. ha)	a b	16899 17025	15906 17035	94,12 100,06	16177 16954	101,70 99,52	95,73 99,58						
2.	Udział gruntów ornych w UR Percentage of arable land in AL	(%)	a b	77,3 70,0	76,8 70,0	99,35 100,00	73,4 70,0	95,57 100,00	94,95 100,00						
3.	Udział ugorów UR Percentage of fallow in AL	(%)	a b	13,6 4,6	6,5 4,7	47,79 102,17	2,5 3,8	38,46 80,85	18,38 82,61						
4.	Zatrudnienie Employment	(tys.) (thous.)	a b	12663 38279	12788 38783	100,99 101,32	13344 39737	104,35 102,46	105,38 103,81						
5.	Pracujący w rolnictwie Workers in agriculture	(tys.) (thous.)	a b	1991 927	1970 853	98,95 92,02	1968 850	99,90 99,65	98,84 91,69						
6.	Liczba producentów rolnych Producers in agriculture	(tys.) (thous.)	a b	1647,3 388,5	1782,3 386,6	108,20 99,51	1894,6 370,8	106,30 95,91	115,01 95,44						
7.	Średnia wielkość gospodarstwa Average size of farm	(pow. ha) (area ha)	a* b	11,4 43,8	11,1 44,1	97,37 100,68	11,4 45,7	102,70 103,63	100,00 104,34						

¹Objaśnienia: a – Polska, b – Niemcy; a* – wielkość szacowana

Explanations: a – Poland, b – Germany a* – estimated value

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Rocznik statystyczny. GUS, Warszawa 2008.

Source: Own results on the basis of: Rocznik statystyczny. GUS, Warszawa 2008.

Daten aus dem Berichtsjahr 2003, 2005, 2007. Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

Tabela 2
Table 2

Gospodarstwa rolne > 2,0 ha UR według grup obszarowych w Polsce i Niemczech w latach 2003–2007
Farms > 2,0 ha by area groups in Poland and Germany, in years 2003–2007

Lp. No.	Grupy obszarowe w ha UR Area groups in ha AL.	J.m. M.u.	Kraj ¹ Country	2003		2005		2005/2003		2007		2007/2005		2007/2003	
				ilość quantity	(%)	ilość quantity	(%)	ilość quantity	(%)	ilość quantity	(%)	ilość quantity	(%)	ilość quantity	(%)
1.	> 2 – 10	(tys.) (thou.)	a b	1019,8 132,5	95,45 90,94	973,4 120,5	98,39 93,95	1014,4 110,0	104,21 91,29	1014,4 110,0	99,80 94,11	104,21 91,29	99,47 83,02		
2.	> 10 do 20	(tys.) (thou.)	a b	248,7 77,7	98,39 93,95	244,7 73,0	98,39 93,95	244,2 68,7	99,80 94,11	244,2 68,7	99,80 94,11	99,80 94,11	98,19 88,42		
3.	> 20 do 50	(tys.) (thou.)	a b	88,3 94,8	111,89 93,46	98,8 88,6	111,89 93,46	102,7 82,1	103,95 92,66	102,7 82,1	103,95 92,66	103,95 92,66	116,31 86,60		
4.	> 50 do 100	(tys.) (thou.)	a b	13,7 65,1	98,54 98,62	13,5 64,2	98,54 98,62	16,0 56,4	118,52 87,85	16,0 56,4	118,52 87,85	118,52 87,85	116,79 86,64		
5.	>100	(tys.) (thou.)	a b	7,4 28,5	83,78 105,96	6,2 30,2	83,78 105,96	8,1 32,0	130,65 105,96	8,1 32,0	130,65 105,96	130,65 105,96	109,46 112,28		
6.	Razem	(tys.) (thou.)	a b	1377,9 398,6	97,00 94,46	1336,6 376,5	97,00 94,46	1385,4 349,2	103,65 92,75	1385,4 349,2	103,65 92,75	103,65 92,75	100,54 87,61		

¹Objaśnienia: a – Polska b – Niemcy

Explanations: a – Poland, b – Germany

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Rocznik statystyczny rolnictwa. GUS, Warszawa 2008, 2006, 2004.

Source: Own results on base: Rocznik statystyczny rolnictwa. GUS, Warszawa 2008, 2006, 2004

Daten aus dem Berichtsjahr 2003,2005,2007. Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

Tabela 3
Table 3

Udział w zasiewach i plony ważniejszych roślin w Polsce i Niemczech, w latach 2003–2007
Participation in structure ratio and yields of major plants in Poland and Germany, in years 2003–2007

Lp. No.	Wyszczególnienie Specification	Kraj ¹ Country	2003		2005		(2005–2003)		2007		(2007–2005)		(2007–2003)	
			%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha	%	dt/ha
1.	4 Zboża – 4 Cereals w tym: – in this:	a	73,8	31,3	70,7	31,5	-3,1	0,2	69,9	31,6	-0,8	0,1	-3,9	0,3
		b	54,0	57,6	53,7	67,3	-0,3	9,7	51,9	61,8	-1,8	-5,5	-2,1	4,2
1.1	Pszenica Wheat	a	22,4	38,5	19,8	39,5	-2,6	1,0	18,4	39,4	-1,4	-0,1	-4,0	0,9
		b	25,1	65,0	26,7	74,7	1,6	9,7	25,2	69,6	-1,5	-5,1	0,1	4,6
1.2	Żyto Rye	a	14,5	24,6	12,6	24,1	-1,9	-0,5	11,5	23,7	-1,1	-0,4	-3,0	-0,9
		b	4,5	42,9	4,6	50,9	0,1	8,0	5,7	40,2	1,0	-10,7	1,2	-2,7
2.	Kukurydza na ziarno Maize for grain	a	3,3	52,1	3,7	57,3	0,4	5,2	3,0	65,7	-0,7	8,4	-0,3	13,6
		b	4,0	72,2	3,7	92,7	-0,3	20,5	3,4	94,9	-0,3	2,2	-0,6	22,7
3.	Ziemniaki Potatoes	a	7,5	194,0	5,3	176,0	-2,2	-18,0	5,0	207,0	-0,3	31	-2,5	13,0
		b	2,4	345,3	2,3	419,8	-0,1	74,5	2,3	423,5	0,0	3,7	-0,1	78,2
4.	Buraki cukrowe Sugar beet	a	2,8	435,0	2,6	416,0	-0,2	-19,0	2,2	513,0	-0,4	97	-0,6	78
		b	3,8	446,4	3,5	601,8	-0,2	155,4	3,4	624,3	-0,1	22,5	-0,4	177,9
5.	Rzepak Rape	a	4,1	21,7	4,9	26,3	0,8	4,6	7,0	26,7	2,1	0,4	2,9	5,0
		b	10,8	28,1	11,3	37,6	0,5	9,5	13,0	34,4	1,7	-3,2	2,3	6,3

¹Objaśnienia: a – Polska, b – Niemcy

Explanations: a – Poland, b – Germany

Źródło: jak w tabeli 2

Source: in the Table 2

Tabela 4
Table 4Obsada inwentarza żywego i produkcja mleka w Polsce i Niemczech w latach 2003–2007
Live stock and milk output in Poland and Germany in years 2003–2007

Lp. No.	Wyszczególnienie Specification	J.m. M.u.	Kraj ¹ Country	2003	2005	2005– 2003	2007	2007– 2005	2007– 2003
1.	Obsada bydła w szt. Stock of cattle in pcs	(szt./100 ha UR) (pcs/100 ha AL.)	a b	33,0 79,9	35,0 76,8	2,0 -3,2	35,0 75,9	0,0 -0,9	2,0 -4,1
1.1	Udział % krów mlecznych w stadzie Participation % milk cows in dairy	(%)	a b	51,0 32,4	51,0 32,2	0,0 -0,2	48,9 32,2	-2,1 0,0	-2,1 -0,2
1.2	Obsada trzody chlewnej Stock of pigs in pcs	(szt./100 ha UR) (pcs/100 ha AL.)	a b	104,0 158,1	114,0 160,3	10,0 2,2	112,0 161,9	-2,0 1,5	8,0 3,7
2.	Udział % loch w stadzie Participation % sows in dairy	(%)	a b	11,0 9,86	11,0 9,46	0,0 -0,4	11,0 8,92	0,0 -0,5	0,0 -0,9
3.	Produkcja mleka krowiego Production of cows' milk	(dcm ³ /ha UR) (dcm ³ /ha AL.)	a b	692 1691	728 1695	36,0 4,0	726 1695	-2,0 0,0	34,0 4,0
4.	Przeciętny roczny udój mleka od 1 krowy w l/szt Average annual quantity of milk per 1 cow	(dcm ³)	a b	3992 6272	4147 6585	155,0 313,0	4292 6944	145,0 359,0	300,0 672,0

¹Objaśnienia: a – Polska, b – Niemcy

Explanations: a – Poland, b – Germany

Źródło: jak w tabeli 2

Source: in the Table 2

W organizacji produkcji zwierzęcej rolnictwo polskie, w analizowanym okresie posiadało niższy poziom obsady bydła i trzody chlewnej na 100 ha UR, co świadczy o mniejszej intensywności organizacji produkcji zwierzęcej. W Polsce wielkość obsady bydła wynosiła 35 szt fiz./ ha UR i była niższa o 41 szt/ha niż w Niemczech. Pomimo zwiększenia obsady trzody chlewnej do 112 szt/ha w kraju jej poziom był niższy o 50 szt/ha niż w Niemczech. W badanym okresie tempo wzrostu obsady bydła wyniosło 2% oraz trzody chlewnej 8% w Polsce i było wyższe niż w rolnictwie niemieckim. Wydajność mleczna krów uzyskiwana w 2007 r. wynosiła, w Polsce 4,3 tys. litrów, natomiast w Niemczech osiągała poziom 6,9 tys. litrów.

Rolnictwo krajowe dzieli duży dystans od niemieckiego w zakresie osiągniętych wydajności w produkcji roślinnej i zwierzęcej, stąd też konkurowanie krajowych – towarowych gospodarstw rolnych na wspólnym rynku Unii Europejskiej wymaga zwiększenia efektywności czynników produkcji.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza porównawcza w latach 2003–2007 wybranych elementów dotyczących struktury obszarowej gospodarstw producentów rolnych wykazała, że wprowadzone stopniowo zmiany poprawiły strukturę obszarową gospodarstw, jednak nadal w polskim rolnictwie udział grupy gospodarstw (> 2–10 ha) był bardzo duży i wynosił 72,2% liczby badanych producentów rolnych.

W analogicznym okresie, w rolnictwie niemieckim struktura obszarowa badanych gospodarstw rolnych była korzystniejsza, ponieważ odsetek grupy gospodarstw (> 2–10 ha) to 31,5%, natomiast wysoki wskaźnik dynamiki wzrostu 112,3 % odnotowany w grupie gospodarstw największych > 100 ha UR wskazuje na powiększanie liczby gospodarstw wysoko towarowych.

Porównanie organizacji produkcji roślinnej wykazało, że w strukturze zasiewów dominowały zboża podstawowe, których udział w kraju wynosił 70% i był wyższy niż w rolnictwie niemieckim o 18%. Obok zbóż główną rośliną uprawianą był rzepak, którego zasiew w badanym okresie zwiększył się z 4,1 do 7,0% w Polsce oraz z 10,8 do 13,0 % w Niemczech. Pod względem wydajności w produkcji roślinnej uzyskiwane w kraju plony głównych roślin były znacznie niższe niż w rolnictwie niemieckim.

Rolnictwo polskie charakteryzowało się niższym poziomem intensywności organizacji produkcji zwierzęcej w stosunku do rolnictwa zachodniego sąsiada. W 2007 r. wielkość obsady na 100 ha UR bydła wynosiła w kraju 35 szt. fiz., natomiast trzody chlewnej 112 szt. fiz. i była odpowiednio mniejsza o 54% – bydła i 30% – trzody chlewnej w porównaniu z tą dziedziną produkcji w Niemczech. Poziom wydajności mlecznej krów w kraju był o 38% niższy w stosunku do uzyskiwanej w rolnictwie niemieckim. Omówione różnice w rolnictwie obu krajów w zakresie uzyskiwanych wydajności produkcji, wskazują na potencjalne możliwości wzrostu produkcji polskiego rolnictwa.

PIŚMIENNICTWO

- Jeziarska-Thole A., Kluba M., 2009. Tendencje rozwojowe gospodarstw rolnych w Niemczech wschodnich na przykładzie Meklemburgii – Pomorza Przedniego w latach 1991–2007. seria, Roczn. Nauk., t. XI, z. 1, Poznań, Warszawa, Olsztyn: 156–161.
- Lewandowski R., 2008. Konkurencyjność gospodarstw rolnych w Polsce na tle innych krajów UE w latach 2002–2007. Acta Scientiarum Polonorum Oeconomia, 7 (3): 33–40.
- Praca zbior., 2008. Realizacja pomocy unijnej i krajowej w ARiMR. Wyd. AR i MR Warszawa.
- Spiak J., 2009. Rozwój struktur rolnictwa w regionie Dolnego Śląska i Saksonii w latach 2003–2007. seria, Roczn. Nauk., t. XI, z. 2, Poznań, Warszawa, Olsztyn: 234–240.
- Ziętara W., 2009. Uwarunkowania rozwoju gospodarstw wielkotowarowych w Polsce. seria, Roczn. Nauk., t. XI, z. 1, Poznań, Warszawa, Olsztyn: 490–495.

FARMS STRUCTURE AND ORGANIZATION OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN POLAND AND GERMANY FOR THE YEARS 2004–2007

S u m m a r y

The article shows the results of comparative analysis including areal structure of farms as well as production organization in Polish and German agriculture in the years 2003–2007. Changes that were gradually introduced improved areal structure of farms in both countries, although their pace and range in Poland are insufficient to decrease the distance to Germany. Main differences in cropping system involved bigger share of grain crops and smaller of rape with lower crop results in Poland in comparison to Germany. In organization of animal production Poland experienced lower level of cattle and pigs in numbers per 100 ha cropland as well as lower milk productivity of cows. In analyzed period of time Polish agriculture has shown weaker competitiveness than German agriculture.

KEY WORDS: farms structure, production organization, Polish agriculture, German agriculture

Recenzent – Reviewer: prof. dr hab. Bogdan Klepacki, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie