

**ZESZYTY NAUKOWE
UNIwersytetu PRZYRODNICZEGO
WE WROCŁAWIU**

NR 553

**ROLNICTWO
XC**

**ZESZYTY NAUKOWE
UNIwersYTETU PRZYRODNICZEGO
WE WROCŁAWIU**

NR 553

**ROLNICTWO
XC**

WROCŁAW 2007

Redaktor merytoryczny serii
prof. dr hab. inż. Zofia Spiak

Opracowanie redakcyjne i korekta
Janina Szydłowska

Projekt okładki
Grażyna Kwiatkowska

Łamanie
Halina Sebzda

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław 2007

ISSN 1897–208 X
ISSN 1897–2098

WYDAWNICTWO UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO WE WROCŁAWIU

Redaktor naczelny – prof. dr hab. Andrzej Kotecki
ul. Sopocka 23, 50–344 Wrocław, tel. (071) 328–12–77
e-mail: wyd@ozi.ar.wroc.pl

Nakład: 100 + 16 egz. Ark. druk. 8,5
Druk i oprawa: F.P.H. „ELMA”

SPIS TREŚCI

	Str.
1. A. Kotecki, W. Malarz, M. Kozak, A. Pogorzelec – Wpływ rozmieszczenia roślin w łanie na rozwój i plonowanie mieszańcowych i populacyjnych odmian rzepaku. Część I. Morfologia roślin i plony nasion.....	7
2. A. Kotecki, W. Malarz, M. Kozak, A. Pogorzelec – Wpływ rozmieszczenia roślin w łanie na rozwój i plonowanie mieszańcowych i populacyjnych odmian rzepaku. Część II. Skład chemiczny i wartość energetyczna.....	41
3. M. Hurej, J. Twardowski – Wpływ rozmieszczenia roślin w łanie na występowanie ważniejszych fitofagów rzepaku ozimego.....	67
4. M. Hurej, J. Twardowski – Porównanie liczebności wybranych fitofagów na populacyjnej i mieszańcowej odmianie rzepaku ozimego	75
5. W. Pusz – Wpływ obsady roślin w łanie na zdrowotność rzepaku ozimego .	83
6. Z. Spiak, U. Piszcz, T. Zbroszczyk – Rozmieszczenie składników pokarmowych w nasionach i słomie wybranych odmian rzepaku ozimego. Część I. Makroskładniki.....	93
7. Z. Spiak, U. Piszcz, T. Zbroszczyk – Rozmieszczenie składników pokarmowych w nasionach i słomie wybranych odmian rzepaku ozimego. Część II. Mikroskładniki	107
8. Z. Spiak, U. Piszcz, T. Zbroszczyk – Dynamika pobierania składników pokarmowych przez wybrane odmiany rzepaku ozimego	117

CONTENTS

	Page
1. A. Kotecki, W. Malarz, M. Kozak, A. Pogorzelec – The effect of plants' location in a canopy on the growth and yield of rape hybrids and population cultivars. Part I. Plant morphology and seed yields.....	7
2. A. Kotecki, W. Malarz, M. Kozak, A. Pogorzelec – The effect of plants' location in a canopy on the growth and yield of rape hybrids and population cultivars. Part II. Chemical content and nutrient accumulation	41
3. M. Hurej, J. Twardowski – The effect of plant arrangement in winter oilseed rape crop on more important herbivores.....	67
4. M. Hurej, J. Twardowski – The comparison of abundance of some herbivores on an open-pollinated and hybrid cultivar of winter oilseed rape	75
5. W. Pusz – The influence of plant density on healthiness of winter oilseed rape	83
6. Z. Spiak, U. Piszcz, T. Zbroszczyk – Disposition of nutrients in seeds and straw of selected winter rape cultivars. Part I. Macronutrients	93
7. Z. Spiak, U. Piszcz, T. Zbroszczyk – Disposition of nutrients in seeds and straw of selected winter rape cultivars. Part II. Micronutrients.....	107
8. Z. Spiak, U. Piszcz, T. Zbroszczyk – The dynamics of nutrients uptake by selected winter rape cultivars	117

Andrzej Kotecki, Władysław Malarz, Marcin Kozak, Anna Pogorzelec

**WPŁYW ROZMIESZCZENIA ROŚLIN W ŁANIE NA ROZWÓJ
I PLONOWANIE MIESZAŃCOWYCH I POPULACYJNYCH
ODMIAN RZEPAKU.**

CZEŚĆ I. MORFOLOGIA ROŚLIN I PLONY NASION

**THE EFFECT OF PLANTS' LOCATION IN A CANOPY
ON THE GROWTH AND YIELD OF RAPE HYBRIDS
AND POPULATION CULTIVARS**

PART I. PLANT MORPHOLOGY AND SEED YIELDS

*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Department of Crop Production*

W latach 2003–2006 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Pawłowice należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu przeprowadzono badania polowe i laboratoryjne z dwoma odmianami mieszańcowymi rzepaku ozimego i jedną odmianą populacyjną. Doświadczenie poletkowe założono metodą „split-plot”, w czterech powtórzeniach, na 3 czynniki zmienne, którymi w kolejności były – I. Odmiany rzepaku ozimego: Baldur F₁ (DE), Lisek (DE) i Titan F₁ (DE); II. Rozstawa rzędów: 15 i 30 cm; III. Liczba wysianych nasion o pełnej wartości użytkowej na 1 m²: 40, 80 i 120.

Zróżnicowany przebieg pogody w latach badań wywarł większy wpływ na rozwój roślin, cechy morfologiczne rozety liściowej jesienią po zahamowaniu vegetacji, cechy morfologiczne przed zbiorem i plony nasion niż wszystkie badane czynniki. Najwyższe plony nasion uzyskano w drugim roku badań, kiedy podczas wykształcania nasion i dojrzewania łuszczyń, notowano najwyższą sumę opadów (167,5 mm) i umiarkowane temperatury powietrza. Odmiany heterozyjne Baldur F₁ (DE) i Titan F₁ (DE), w porównaniu z odmianą Lisek (DE) odznaczały się krótszym okresem vegetacji od 1 do 3 dni, słabszym jesiennym rozwojem rozety liściowej, nieznacznie większą liczbą łuszczyń na roślinie i nasion w łuszczyźnie oraz wyższymi plonami nasion odpowiednio o 8 i 11%. Wzrost rozstawy rzędów z 15 do 30 cm, na skutek zwiększenia konkurencji w rzędzie między roślinami, zmniejszył liczbę roślin po zahamowaniu vegetacji jesienią, wiosną po ruszeniu vegetacji i przed zbiorem, obniżył o 5% suchą masę jednej rośliny po zahamowaniu vegetacji i plon nasion o 6%. Zwiększenie liczby wysianych nasion na 1 m² z 40 do 120 nasion spowodowało zmniejszenie parametrów opisujących stan rozety liściowej jesienią po zahamowaniu vegetacji, obniżenie wysokości roślin o 7% i liczby łuszczyń na roślinie o 32%. W warunkach

Niżu Dolnośląskiego najwyższe plony nasion rzepaku ozimego uzyskano przy rozstawie 15 cm wysiewając na 1 m² 120 nasion dla odmiany Baldur F₁ (DE) i 80 dla odmian Lisek (DE) i Titan F₁ (DE).

SŁOWA KLUCZOWE: odmiany, rozstawa rzędów, ilość wysiewu, morfologia roślin, plon nasion

WSTĘP

Od momentu wprowadzenia do uprawy we Francji, w 1994 roku [Pinochet 1995] pierwszej odmiany mieszańcowej złożonej „Synergy”, w Europie obserwuje się ciągły wzrost liczby zarejestrowanych różnego typu odmian mieszańcowych rzepaku oraz zwiększenie powierzchni uprawy tych odmian. W sezonie wegetacyjnym 1999/2000 w krajach UE odmianami mieszańcowymi obsiane było 22% powierzchni uprawy rzepaku: we Francji 24%, Niemczech 16%, Wielkiej Brytanii 21%, Danii 26% [Renard i in. 1997, Pinochet i Bertrand 2000]. Poza Europą, w Kanadzie mieszańce zajmują 10% powierzchni uprawy rzepaku, a w Chinach 20% [Liersch, Bartkowiak-Broda 2001].

Efekt heterozji mieszańców pokolenia F₁ w stosunku do średniej ich form rodzicielskich u rzepaku ozimego może wynosić nawet 40% [Schuster i Michael 1976, Lefort-Buson i Dattee 1982, Krzymański i in. 1993, 1994]. Wzrost plonu nasion u odmian mieszańcowych jest wynikiem tworzenia przede wszystkim większej liczby rozgałęzień na roślinie i lepszego zawiązywania łuszczyń [Wielebski, Wójtowicz, Horodyski 2002].

Rozstawa rzędów ma wyraźny wpływ na rozwój roślin jesienią. W rozstawie 12–15 cm rośliny wykształciły w rozecie więcej liści, miały większą średnicę szyjki korzeniowej i mimo że rosły niższe, wytworzyły większą masę nadziemną niż przy rozstawie 30–40 cm. Natomiast wiosną, w rozstawie wąskorzędowej, rośliny rzepaku lepiej przetrzymały [Muśnicki 1989].

Siew szerokorzędowy w rozstawie 35–45 cm zaleca się stosować tylko na polu o niskim stopniu kultury roli, gdzie przez intensywne opielanie międzyrzędzia zamierza się poprawić ten stan, zwłaszcza jeśli zastosowano uproszczoną uprawę roli [Muśnicki i in. 2005].

Dembiński i Muśnicki [1979] stwierdzili, że silniej zagęszczone w rzędzie rośliny, w rozstawie szerokorzędowej konkurowały jesienią o światło, szybko wyciągały się i miały mniejszą masę. Równomiernie rozmieszczone na jednostce powierzchni rośliny z rozstawy wąskorzędowej wytworzyły grubsze łodygi i były odporniejsze na wyleganie.

Według Budzyńskiego [2006] najkorzystniejsza dla plonu jest rozstawa 18–20 cm. Rozstawa wyższa pogarsza przewietrzenie ładu, przez co zwiększa się porażenie przez niektóre choroby. Rozstawa szersza zwiększa gęstość w rzędach, zmniejsza zimowanie, a przede wszystkim opóźnia czas zakrycia międzyrzędzi przez liście, co wydatnie zwiększa nieproduktywne straty wody. Siew w rozstawie bardzo szerokiej (40–45 cm) jest dozwolony wyłącznie przy planowanej pielęgnacji mechanicznej międzyrzędzi jesienią i wiosną.

Rzepak ozimy wykazuje duże zdolności adaptacyjne w stosunku do zmian w zagęszczeniu roślin [Jasińska i in. 1988, Muśnicki 1989, Wielebski i Wójtowicz 1998,

2001a, 2001b]. Zmiany w obsadzie roślin na jednostce powierzchni pociągają za sobą zróżnicowanie cech morfologicznych roślin i elementów struktury plonu nasion.

Zagęszczenie roślin jest podstawowym komponentem strukturalnym [Muśnicki 1989] i obok liczby łuszczyn na roślinie oraz masy 1000 nasion decyduje o wielkości plonu nasion rzepaku ozimego [Kuchtová i in. 1996, 1999; Zajac i in. 1997].

Duże zagęszczenie roślin jesienią zwiększa konkurencję roślin, przez co gorzej one zimują, tworzą mniej rozgałęzień i zawiązków pąków kwiatowych, silniej wylegają oraz są bardziej porażone przez choroby grzybowe. Natomiast zbyt rzadki siew nie pozwala na pełne wykorzystanie przestrzeni produkcyjnej i sprzyja nadmiernemu zachwaszczeniu plantacji [Wielebski i Wójtowicz 1998].

W miarę wzrostu ilości wysiewu obniża się: liczba liści w rozecie, średnica szyjki korzeniowej, nadziemna masa roślin, a wzrasta liczba opadłych liści, wyniesienie pąka wierzchołkowego oraz zawartość suchej masy [Budzyński i in. 1986, Jasińska i in. 1988, Majkowski 1983, Muśnicki i in. 1991, Wielebski i Wójtowicz 1998]. W miarę zwiększania ilości wysiewu, maleje przezimowanie rzepaku i zmniejsza się wczesną wiosną wigor roślin [Gruszczyński 1979, Jasińska i in. 1987, Muśnicki 1989, Bartkowiak-Broda i Wałkowski 2003].

Budzyński [2006] wykazał, że odmiany mieszańców złożonych i zrestorowanych korzystnie reagują na rzadki siew zapewniający około 100 nasion kiełkujących na 1 m². Mniejsze wysiewy obniżają konkurencyjność łanu wobec chwastów i zwiększają ryzyko wystąpienia wolnych powierzchni na plantacji przy złych wschodach z powodu posuchy w sierpniu. Nawet przy siewach punktowych najkorzystniejsza dla plonu okazuje się gęstość ~ 70 roślin przed zimą na powierzchni 1 m².

W warunkach przyrodniczych Polski zagęszczenie roślin jesienią determinuje przezimowanie rzepaku [Muśnicki 1989], a dla dobrego plonowania potrzebna jest obsada roślin od 40 do 80 sztuk na 1 m² [Budzyński, Ojczyk 1996, Grosse 1995].

Wielebski i Wójtowicz [1998] stwierdzili, że bez względu na grupę odmian rzepaku – populacyjna bądź mieszaniec złożony – najwyższe plony nasion uzyskuje się przy wysiewie 80 nasion na 1 m².

Według aktualnych zaleceń agrotechnicznych [Horodyski i in. 2006] optymalna liczba roślin po wschodach powinna wynosić od 45 do 80 sztuk na 1 m² w przypadku odmian populacyjnych i od 40 do 60 sztuk na 1 m² w przypadku odmian mieszańcowych. Gęstość siewu rzepaku nie może być zbyt duża, bo wywiera ujemny wpływ na tempo wzrostu, rozwój i pokrój pojedynczych roślin przed zimą, a także na stan przezimowania plantacji. Im bardziej sprzyjają wegetacji warunki klimatyczne i glebowe, tym należy wysiewać mniejszą liczbę kwalifikowanych nasion.

METODYKA I WARUNKI BADAŃ

W latach 2003–2006 w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu przeprowadzono badania polowe i laboratoryjne z dwoma odmianami mieszańcowymi rzepaku ozimego i jedną odmianą populacyjną. Doświadczenie poletkowe założono metodą „split-plot”, w czterech powtórzeniach, na 3 czynniki zmienne, którymi w kolejności były – I. Odmiany rzepaku ozimego: Baldur F₁ (DE),

Lisek (DE) i Titan F₁ (DE); II. Rozstawa rzędów: 15 i 30 cm; III. Liczba wysianych nasion o pełnej wartości użytkowej na 1 m²: 40, 80 i 120.

Liczba kombinacji wynosiła 18, a powierzchnia jednego poletka do zbioru – 22,5 m².

W czasie wegetacji rzepaku prowadzono szczegółowe obserwacje rozwoju fazowe roślin oraz występowania chorób i szkodników.

Na wszystkich poletkach, w czterech powtórzeniach, bezpośrednio po zahamowaniu wegetacji, wiosną po ruszeniu wegetacji i przed zbiorem, określono zagęszczenie roślin na 2 m.b., a następnie przeliczono liczbę roślin na 1 m².

Jesienią bezpośrednio po zahamowaniu wegetacji na 10 roślinach z każdego poletka określono następujące cechy: liczba liści wytworzonych i utrzymujących się na roślinie, wysokość wyniesienia stożka wzrostu w mm, średnica szyjki korzeniowej w mm, świeża i sucha masa jednej rośliny w g i zawartość suchej masy w %.

Bezpośrednio przed zbiorem oznaczono na 10 roślinach, z każdego poletka, następujące cechy biometryczne: wysokość roślin w cm, wysokość do I plonującego rozgałęzienia, liczbę rozgałęzień pierwszego rzędu i liczbę łuszczyń na roślinie.

Na 20 losowo pobranych łuszczyinach z każdego poletka, pochodzących ze środkowej części pędu głównego określono liczbę i masę nasion z jednej łuszczyzny. Po oczyszczeniu nasion określono wielkość plonu nasion, który sprowadzono do wilgotności 13% oraz masę 1000 powietrznie suchych nasion.

Doświadczenie zakładano corocznie na glebie należącej do działu gleb autogenicznych, rzędu brunatno-ziemnych, typu płowego, podtypu typowe, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, zaliczanej do kompleksu przydatności rolniczej pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej III b.

Odczyn pH gleby w poszczególnych latach przedstawiał się następująco: w latach 2003/ 2004 i 2005/2006 – obojętny, a w roku 2004/ 2005 – lekko kwaśny.

Zasobność gleby w składniki mineralne przed założeniem doświadczenia przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Table 1

Zasobność gleby w P, K, Mg (mg · kg⁻¹ gleby)
Availability of P, K, Mg in soil (mg · kg⁻¹ of soil)

Lata badań Research years	P	Zawartość fosforu Content of phosphorus	K	Zawartość potasu Content of potassium	Mg	Zawartość magnezu Content of magnesium
2003/2004	106–161	średnia do wysokiej medium to high	128–146	średnia medium	58–79	średnia do wysokiej medium to high
2004/2005	85–107	niska do średniej low to medium	126–158	średnia medium	55–63	średnia medium
2005/2006	103–130	średnia medium	53–75	bardzo niska do niskiej very low to low	74–79	wysoka high

Przedplonem dla rzepaku ozimego w każdym roku badań była pszenica ozima odmiany Pegassos. Po zbiorze przedplonu wykonano podorywkę i bronowanie. Zastosowano także azot w formie saletry amonowej w ilości $34 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, celem rozłożenia słomy po sprzęcie przedplonu. Orkę siewną wykonano od 1 do 2 tygodni przed siewem wysiewając jednocześnie nawozy fosforowo-potasowe. Fosfor stosowano – w formie 46% superfosfatu potrójnego w ilości $60 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$, a potas – w formie 60% soli potasowej w ilości $120 \text{ kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$. Azot zastosowano przedsięwzięcie w formie 46% mocznika w ilości $20 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Wiosną po ruszeniu wegetacji azot zastosowano w formie 34% saletry amonowej w ilości $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. W fazie formowania pąków kwiatowych zastosowano dawki uzupełniające azotu ($70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w formie 46% mocznika). W drugim roku badań (2004/2005) wykonano wapnowanie gleb, zastosowano wapno magnezowo-wapniowe w ilości $1,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

W pierwszym roku badań przedsięwzięcie zastosowano herbicyd Trifsan 480 EC ($1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) przeciwko chwastom dwuliściennym, bezpośrednio po siewie wykonano oprysk herbicydem Lasso 480 EC ($4 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) celem zwalczania chwastów prosojących. W trzecim roku badań przedsięwzięcie zastosowano Devrinol 450 SC ($2 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) w dawce + Treflan 480 EC ($2 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) przeciwko chwastom jednoliściennym. W drugim roku badań stosowano doglebowo, posiewnie herbicyd Butisan Star 416 SC ($2,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) przeciwko chwastom dwuliściennym. Wykonano także oprysk graminiocydem Pantera ($1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) celem zwalczania samosiewów zbóż i perzu (17.09.2004 roku). W związku z wystąpieniem dużej liczby samosiewów pszenicy i znacznego zachwaszczenia, poletek doświadczalnych, perzem w okresie wiosennym, zabieg powtórzono (05.04.2005 roku) stosując preparat Perenal 104 EC ($0,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$).

Przed siewem nasiona rzepaku zostały zaprawione zaprawą nasienną Chinook 200 FS (w dawce 2000 ml / 100 kg nasion) + Sarfun T 450 FS (w dawce 550 ml / 100 kg nasion z dodatkiem 1000 ml wody). Siew rzepaku ozimego przeprowadzono zgodnie ze schematem doświadczenia (w ilości 40, 80 i 120 nasion na 1 m^2 , rozstawa rzędów 15 i 30 cm) wykonano siewnikiem poletkowym produkcji austriackiej SEEDMASTER UNIVERSAL w następujących terminach: w 2003 roku – 26 sierpnia, w 2004 roku – 26 sierpnia, w 2005 roku – 30 sierpnia. Głębokość siewu wynosiła 1,5 – 2 cm.

W pierwszym roku badań, jesienią zaobserwowano wystąpienie gnatarza rzepakowca (*Athalia colibri*), którego zwalczono preparatem Cyperkill Super 25 EC ($0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$).

We wszystkich latach badań odnotowano wystąpienie chowacza łodygowego (*Ceutorhynchus pallidactylus* Marsh, C. napi Gyll.), którego zwalczano preparatem Nurelle D 550 SC ($0,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) i słodyszka rzepakowego (*Meligethes aveneus* F.), do zwalczania którego zastosowano insektycyd Cyperkill Super 25 EC ($0,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). W pierwszym roku badań, w okresie maja, wykonano oprysk fungicydem Amistar 250 EC ($1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) przeciwko szarej pleśni (*Botrytis cinerea*) i czerni krzyżowych (*Alternaria* sp.). W związku z nasileniem się objawów chorobowych, szarej pleśni (*Botrytis cinerea*) i czerni krzyżowych (*Alternaria* sp.), wykonano powtórny oprysk fungicydem Horizon 250 EW ($1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). W drugim roku badań choroby grzybowe zwalczano stosując preparat Horizon 250 EW ($1,25 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). W trzecim roku badań zastosowano fungicyd Alert 375 SC ($1,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) przeciwko czerni krzyżowych (*Alternaria* sp.) i suchej zgniliznie kapustnych (*Phoma lingam*), w okresie opadania płatków korony.

We wszystkich latach badań jednoetapowego zbioru kombajnem poletkowym WINTERSTEIGER dokonano w fazie dojrzałości pełnej, w następujących terminach: 28 lipca 2004 roku, 27 lipca 2005 roku i 25 lipca 2006 roku.

Warunki pogodowe w latach 2003–2006 były bardzo zróżnicowane (tab. 2). Wspólną cechą były łagodne i umiarkowane wilgotne zimy. W roku 2003 sierpień był suchy, a szczególnie III dekada, gdzie odnotowano tylko 7,8 mm opadów. Wrzesień i listopad były miesiącami suchymi, gdzie średnia miesięczna suma opadów była niższa od wieloletniej. Jedynie w październiku i grudniu odnotowano wyższą sumę opadów w porównaniu do wielolecia. W roku 2004 styczeń, luty i marzec były miesiącami wilgotnymi,

Tabela 2

Table 2

Odchylenia od średnich wieloletnich temperatur miesięcznych (°C) i średniej wieloletniej sumy miesięcznej opadów (mm) podczas wegetacji rzepaku ozimego w latach 2003–2006

(dane ze stacji meteorologicznej Wrocław – Swojce)

Deviations from multiyear means of monthly temperature (°C) and multiyear means of monthly precipitation sums (mm) during vegetation period of winter oilseed rape in years 2003–2006

(data from meteorological station Wrocław-Swojce)

Miesiące Months	Odchylenia od średnich wieloletnich temperatur miesięcznych w °C (w latach 1970–2000) Deviations from multiyear means of monthly temperature in °C (in years 1970–2000)				Miesiące Months	Odchylenia od średniej wieloletniej sumy miesięcznej opadów w mm (w latach 1970–2000) Deviations from multiyear means of monthly precipitation sums in mm (in years 1970–2000)			
	2003	2004	2005	2006		2003	2004	2005	2006
I	-0,1	-1,9	3,0	-5,0	I	3,9	6,1	11,2	-7
II	-3,3	5,8	-1,6	-2,0	II	-21,9	8	14,3	14,5
III	0,2	1,1	-2,0	-3,1	III	-18	21,7	-23,9	-11,1
IV	0,2	1,7	1,7	1,8	IV	-16,9	-10,4	-6,4	19,2
V	2,2	-0,7	0,4	0,4	V	25,6	-10,8	71,1	-34
VI	3,3	0,0	0,2	1,8	VI	-31,8	-21	-28,6	-8,3
VII	1,4	0,1	1,3	4,9	VII	-17,9	-9,3	33,9	-63,4
VIII	2,8	1,9	0,0	-0,4	VIII	-9,7	-30,5	-12,5	103,2
IX	0,9	1,0	1,9	2,9	IX	-15,8	-18,9	-24,5	-27,1
X	-2,8	1,7	1,1	-	X	22,4	15,9	-30,1	-
XI	2,1	1,2	-0,3	-	XI	-7,4	43,8	-7,6	-
XII	1,4	1,5	0,3	-	XII	7,9	-20,5	59,6	-
Średnia Mean	0,69	1,11	0,5	-	Suma Sum	-79,6	-25,9	56,5	-

a kwiecień, maj i czerwiec suchymi. W lipcu suma opadów wyniosła 66,1 mm przy średniej wieloletniej 74,8 mm. W sierpniu suma opadów była o 30,5 mm niższa niż w wieloleciu. Przez cały rok 2004, z wyjątkiem stycznia, maja, czerwca i lipca, średnie temperatury miesięczne powietrza były wyższe od średniej wieloletniej. Jesień była ciepła, a zahamowanie wegetacji miało miejsce 6 grudnia. W roku 2005 miesiące: maj,

lipiec i grudzień były bardzo wilgotne, natomiast marzec, czerwiec, wrzesień i październik bardzo suche, a kwiecień, sierpień i listopad suche. Niedostateczna ilość opadów we wrześniu opóźniła wschody rzepaku. Średnie miesięczne temperatury powietrza w 2005 roku były wyższe od średnich wieloletnich, z wyjątkiem chłodnego lutego, marca oraz listopada. Zahamowanie jesiennej wegetacji rzepaku odnotowano już 21 listopada. W roku 2006 wiosenne ruszenie wegetacji rzepaku rozpoczęło się 30 marca. Temperatura powietrza w kwietniu, maju i czerwcu była wyższa od średniej wieloletniej. W lipcu średnia miesięczna temperatura powietrza była wyższa aż o 4,9 °C w stosunku do wielolecia. Sumy opadów w lutym i kwietniu były wyższe od wielolecia, zaś w maju i lipcu odnotowano suszę.

WYNIKI BADAŃ

Czynnikiem najbardziej różnicującym, w latach badań, rozwój roślin, cechy morfologiczne, elementy struktury plonu i plon nasion był przebieg pogody, w mniejszym stopniu wymienione cechy zależały od odmiany, rozstawy rzędów i liczby wysianych nasion na 1 m².

We wszystkich latach badań nie wykazano wpływu badanych czynników na zróżnicowanie rytmu rozwoju rzepaku ozimego w okresie siew – jesienne zahamowanie wegetacji (tab. 3). W poszczególnych latach wschody pojawiały się od 9 do 12 dni po siewie. Okres jesiennego rozwoju rzepaku był bardzo długi i trwał od 87 do 102 dni, a zahamowanie wegetacji trwało od 101 do 129 dni. Najwcześniej wegetację rozpoczął rzepak w 2004 roku, a najpóźniej w 2006 roku. Średnia temperatura w okresie spoczynku zimowego wynosiła od -1,5 °C do + 0,5 °C (tab. 4). We wszystkich latach badań odmiany heterozyjne Baldur i Titan miały nieco szybszy rytm rozwojowy od odmiany populacyjnej Lisek, która rozpoczynała kwitnienie później o 1 do 4 dni i miała dłuższy okres rozwoju od rozpoczęcia wegetacji do dojrzałości pełnej od 1 do 3 dni.

Liczba roślin na 1 m² po zahamowaniu wegetacji jesienią, wiosną po ruszeniu wegetacji i przed zbiorem we wszystkich latach badań różnicowała się pod wpływem ilości wysiewu, od rozstawy rzędów zależała w drugim i trzecim roku, a czynnik odmianowy miał wpływ w ostatnim roku badań (tab. 5 i 6). Procent roślin zimujących był wysoki i wynosił od 84 do 97.

W pierwszym roku badań wykazano, że odmiana populacyjna Lisek zimuje słabiej od odmian heterozyjnych.

Średnio za trzy lata badań jesienią po zahamowaniu wegetacji notowano większą liczbę roślin u odmiany Titan niż u odmiany Baldur, która miała najlepszą zimotrwałość. Wzrost rozstawy rzędów z 15 do 30 cm zwiększył konkurencję między roślinami i zmniejszył liczbę roślin jesienią po zahamowaniu wegetacji, wiosną po ruszeniu wegetacji i przed zbiorem odpowiednio o 6, 8 i 9%. Z powodu najkorzystniejszych warunków termicznych podczas spoczynku zimowego w drugim roku badań rzepak najlepiej przetrzymał w badanym trzyleciu.

Tabela 3
Table 3Fazy rozwoju rzepaku ozimego w latach badań – daty początku rozpoczęcia faz
Growing stages of winter oilseed rape in years of investigations – dates of beginning of phases

Fazy rozwoju The growing stages	Daty początku rozpoczęcia faz – Dates of beginning of growing stages											
	Balduur				Lisek				Titan			
	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2003/2004	2004/2005	2005/2006
Siew – Seeding	26.08.03 r.	26.08.04 r.	30.08.05 r.	26.08.03 r.	26.08.04 r.	30.08.05 r.	26.08.03 r.	26.08.04 r.	30.08.05 r.	26.08.03 r.	26.08.04 r.	30.08.05 r.
Wschody – Emergence	05.09.03 r.	06.09.04 r.	12.09.05 r.	05.09.03 r.	06.09.04 r.	12.09.05 r.	05.09.03 r.	06.09.04 r.	12.09.05 r.	05.09.03 r.	06.09.04 r.	12.09.05 r.
Jesienne zahamowanie wegetacji Autumn inhibition of vegetation	04.12.03 r.	06.12.04 r.	21.11.05 r.	04.12.03 r.	06.12.04 r.	21.11.05 r.	04.12.03 r.	06.12.04 r.	21.11.05 r.	04.12.03 r.	06.12.04 r.	21.11.05 r.
Wiosenne ruszenie wegetacji Spring beginning of vegetation	15.03.04 r.	23.03.05 r.	30.03.06 r.	15.03.04 r.	23.03.05 r.	30.03.06 r.	15.03.04 r.	23.03.05 r.	30.03.06 r.	15.03.04 r.	23.03.05 r.	30.03.06 r.
Formowanie pędu Main stem formation	24.03.04 r.	01.04.05 r.	10.04.06 r.	24.03.04 r.	01.04.05 r.	10.04.06 r.	24.03.04 r.	01.04.05 r.	10.04.06 r.	24.03.04 r.	01.04.05 r.	10.04.06 r.
Pąkowanie Inflorescence emergence	02.04.04 r.	13.04.05 r.	20.04.06 r.	03.04.04 r.	14.04.05 r.	21.04.06 r.	02.04.04 r.	13.04.05 r.	21.04.06 r.	02.04.04 r.	13.04.05 r.	20.04.06 r.
Kwitnienie/Flowering: początek – beginning pełnia – fullness koniec – end	24.04.04 r.	29.04.05 r.	08.05.06 r.	25.04.04 r.	30.04.05 r.	12.05.06 r.	24.04.04 r.	29.04.05 r.	12.05.06 r.	24.04.04 r.	29.04.05 r.	12.05.06 r.
Formowanie łuszczyn Silique formation	01.05.04 r.	05.05.05 r.	18.05.06 r.	02.05.04 r.	06.05.05 r.	24.05.06 r.	01.05.04 r.	05.05.05 r.	24.05.06 r.	01.05.04 r.	05.05.05 r.	18.05.06 r.
Dojrzałość/Maturity: zielona – green techniczna – technical pełna – full	15.05.04 r.	19.05.05 r.	01.06.06 r.	16.05.04 r.	20.05.05 r.	09.06.06 r.	15.05.04 r.	19.05.05 r.	09.06.06 r.	15.05.04 r.	19.05.05 r.	01.06.06 r.
Formowanie łuszczyn Silique formation	26.04.04 r.	02.05.05 r.	11.05.06 r.	27.04.04 r.	02.05.05 r.	16.05.06 r.	26.04.04 r.	02.05.05 r.	16.05.06 r.	26.04.04 r.	02.05.05 r.	11.05.06 r.
Dojrzałość/Maturity: zielona – green techniczna – technical pełna – full	27.05.04 r.	03.06.05 r.	12.06.06 r.	28.05.04 r.	03.06.05 r.	20.06.06 r.	27.05.04 r.	03.06.05 r.	20.06.06 r.	27.05.04 r.	03.06.05 r.	12.06.06 r.
Zbiór – Harvest	08.07.04 r.	14.07.05 r.	14.07.06 r.	09.07.04 r.	16.07.05 r.	17.07.06 r.	08.07.04 r.	14.07.05 r.	17.07.06 r.	08.07.04 r.	14.07.05 r.	14.07.06 r.
	22.07.04 r.	21.07.05 r.	21.07.06 r.	23.07.04 r.	22.07.05 r.	24.07.06 r.	22.07.04 r.	21.07.05 r.	24.07.06 r.	22.07.04 r.	21.07.05 r.	21.07.06 r.
	28.07.04 r.	27.07.05 r.	25.07.06 r.	28.07.04 r.	27.07.05 r.	25.07.06 r.	28.07.04 r.	27.07.05 r.	25.07.06 r.	28.07.04 r.	27.07.05 r.	25.07.06 r.

Tabela 4
Table 4Układ warunków atmosferycznych podczas wegetacji rzepaku ozimego w latach 2003–2006
The scheme of atmospheric conditions during vegetation period of winter oilseed rape in years 2003–2006

Lata Years	Wyszczególnienie Specification	Okres rozwoju Development period						Okres wegetacji Growing period
		Siew- wschody Seeding- emergence	Wschody –jesien- ne zahamowanie wegetacji Emergence – autumn inhibition of vegetation	Spoczy- nek zimowy Winter dormancy	Wiosenne ruszenie wegetacji – początek kwitnienia Spring beginning of growing – beginning of flowering	Kwitnienie Flowering	Dojrzwanie Maturing	
2003/2004	Suma opadów (mm) Precipitation sum (mm)	7,9	110,5	117,8	69,8	26,5	127,3	459,8
	Średnia dzienna temperatura powietrza (°C) Daily mean air temperature (°C)	15,9	8,3	0,2	8,6	13,2	16,3	8,1
2004/2005	Suma opadów (mm) Precipitation sum (mm)	4,6	155,1	105,1	26,2	62	167,5	520,5
	Średnia dzienna temperatura powietrza (°C) Daily mean air temperature (°C)	18,5	9,0	0,5	9,3	12,1	18	8,5
2005/2006	Suma opadów (mm) Precipitation sum (mm)	0,3	44,6	185,9	60,3	13,9	65,1	370,1
	Średnia dzienna temperatura powietrza (°C) Daily mean air temperature (°C)	20,2	9,5	-1,5	10,6	14,3	21,1	8,0

Tabela 5
Table 5Zagęszczenie roślin rzepaku ozimego oraz procent roślin zimujących
The density of winter oilseed rape plants and the percentage of wintering plants

Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Liczba roślin na 1 m ² Number of plants per 1 m ²						Procent roślin zimujących Percentage of wintering plants						Liczba roślin na 1 m ² przed zbiorem Number of plants per 1 m ² before harvest					
			jesienią po zahamowaniu wegetacji in autumn after inhibition of vegetation			wiosną po ruszeniu wege- tacji in spring after beginning of growing			2003/ 2004		2004/ 2005		2005/ 2006		2003/ 2004		2004/ 2005		2005/ 2006	
			2003/ 2004	2004/ 2005	2005/ 2006	2003/ 2004	2004/ 2005	2005/ 2006	2003/ 2004	2004/ 2005	2005/ 2006	2003/ 2004	2004/ 2005	2005/ 2006	2003/ 2004	2004/ 2005	2005/ 2006	2003/ 2004	2004/ 2005	2005/ 2006
Baldur	15	40	36	35	35	33	33	32	31	31	91	92	88	31	31	30	31	31	30	
		80	67	65	59	63	63	63	63	55	95	97	92	62	62	54	62	62	54	
		120	87	94	78	82	91	69	91	69	95	97	88	80	90	68	80	90	68	
	30	40	33	30	28	31	29	25	29	25	93	96	89	30	28	24	30	28	24	
		80	60	59	61	55	57	55	57	55	92	97	90	54	56	54	54	56	54	
		120	80	90	82	74	86	72	86	72	93	96	90	72	85	70	72	85	70	
Lisek	15	40	35	33	35	31	31	31	32	31	90	95	89	30	30	31	30	30	31	
		80	66	71	72	59	68	64	68	64	89	96	89	58	67	63	58	67	63	
		120	83	90	100	75	85	90	85	90	91	94	90	74	83	88	74	83	88	
	30	40	33	33	29	30	30	25	30	25	91	90	89	29	29	24	29	29	24	
		80	67	68	57	62	65	50	65	50	92	95	88	61	63	49	61	63	49	
		120	86	88	76	65	85	67	85	67	76	97	89	64	84	66	64	84	66	
Titan	15	40	32	38	34	29	35	30	30	92	92	87	28	34	29	28	34	29		
		80	73	69	71	66	65	64	65	64	89	94	90	64	64	63	64	64	63	
		120	87	103	93	79	100	79	100	79	91	97	84	77	99	77	77	99	77	
	30	40	3	33	31	30	30	28	30	28	93	93	88	29	29	27	29	29	27	
		80	65	65	63	59	60	54	60	54	91	93	85	58	59	53	58	59	53	
		120	87	88	88	79	84	76	84	76	91	96	87	78	83	45	78	83	45	
NIR ($\alpha=0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	7,5	r.n.	r.n.	r.n.	7,5	r.n.	3,4	r.n.	r.n.	r.n.	7,5	r.n.	r.n.	7,5		

Tabela 6
Table 6Zagęszczenie roślin rzepaku ozimego oraz procent roślin zimujących (średnie dla czynników)
The density of winter oilseed rape plants and the percentage of wintering plants (means for factors)

Od- miana Cul- tivar	Roz- stawa rzędów Row spa- cing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Liczba roślin na 1 m ² Number of plants per 1 m ²						Procent roślin zimujących Percentage of wintering plants						Liczba roślin na 1 m ² przed zbiorem Number of plants per 1 m ² before harvest					
			jesienią po zahamowa- niu wegetacji in autumn after inhibi- tion of vegetation			wiosną po ruszeniu wegetacji in spring after beginning of growing			2003/ 2004		2004/ 2005		2005/ 2006		2003/ 2004		2004/ 2005		2005/ 2006	
			2003/ 2004	2004/ 2005	2005/ 2006	2003/ 2004	2004/ 2005	2005/ 2006	2003/ 2004	2004/ 2005	2003/ 2004	2004/ 2005	2005/ 2006	2003/ 2004	2004/ 2005	2005/ 2006	2003/ 2004	2004/ 2005	2005/ 2006	
Baldur			60	62	57	56	60	60	51	51	93,0	95,6	89,5	55	58	50				
Lisek			61	64	61	54	60	55	55	88,2	94,3	89,0	53	59	54					
Titan			63	66	63	57	62	55	55	91,2	94,0	86,7	56	61	54					
		NIR ($\alpha=0,05$)	r.n.	r.n.	3,1	r.n.	r.n.	r.n.	3,3	2,7	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	3,3				
	15		63	66	64	57	63	57	63	57	91,3	94,8	88,6	56	62	56				
	30		60	61	57	54	58	50	50	90,3	94,6	88,2	53	57	49					
		NIR ($\alpha=0,05$)	r.n.	2,9	2,7	r.n.	2,6	3,5	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	2,4	3,5				
		40	33	34	32	31	31	28	28	91,7	92,7	88,3	30	30	27					
		80	66	66	64	61	63	57	57	91,5	95,0	89,0	59	62	56					
		120	85	92	86	76	88	75	75	89,2	96,2	87,9	74	87	74					
		NIR ($\alpha=0,05$)	2,9	2,7	3,0	3,4	2,6	3,0	3,0	r.n.	1,4	r.n.	r.n.	3,0	2,5	3,0				

Tabela 7
Table 7

Zagęszczenie roślin rzepaku ozimego oraz procent roślin zimujących
(średnie dla czynników i lat)
The density of winter oilseed rape plants and the percentage of wintering plants
(means for factors and years)

Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Lata Years	Liczba roślin na 1 m ² Number of plants per 1 m ²		Procent roślin zimujących Percentage of wintering plants	Liczba roślin na 1 m ² przed zbiorem Number of plants on 1 m ² before harvest
				jesienią po zahamowaniu wegetacji in autumn after inhibition of vegetation	wiosną po ruszeniu wegetacji in spring after beginning of growing		
Baldur				60	55	92,6	54
Lisek				62	56	90,5	55
Titan				64	58	90,7	57
NIR ($\alpha=0,05$)				2,2	r.n.	1,4	r.n.
	15			64	59	91,6	58
	30			60	54	90,9	53
NIR ($\alpha=0,05$)				1,6	1,8	r.n.	1,7
		40		33	30	90,9	29
		80		65	60	91,9	59
		120		88	80	90,9	78
NIR ($\alpha=0,05$)				1,6	1,7	r.n.	1,6
			2003/2004	61	56	90,8	54
			2004/2005	64	61	94,7	60
			2005/2006	61	53	88,3	52
NIR ($\alpha=0,05$)				2,2	2,4	1,4	2,4

Długi okres rozwoju od siewu do zahamowania wegetacji jesienią spowodował, że rośliny rzepaku weszły w okres spoczynku zimowego właściwie rozwinięte (tab.8 i 9). Najkorzystniejsze parametry, dla dobrego przezimowania, rozeta liściowa rzepaku ukształcała w pierwszym i drugim roku badań, kiedy okres jesiennego rozwoju był najdłuższy. Odmiana populacyjna Lisek, w porównaniu z odmianami heterozyjnymi, wykształcała więcej liści, miała większą średnicę szyjki korzeniowej i większą świeżą i suchą masę, lecz o mniejszej zawartości suchej masy. Zwiększona rozstawa rzędów do 30 cm, w porównaniu z 15 cm, obniżyła świeżą i suchą masę odpowiednio o 6 i 5%, a zwiększyła zawartość suchej masy o 0,3%. Zwiększenie liczby wysianych nasion na 1 m² z 40 do 120 spowodowało obniżenie liczby liści utrzymujących się o 12%, średnicy szyjki korzeniowej o 17% i suchej masy 1 rośliny o 35%.

Tabela 8
Table 8

Cechy morfologiczne rzepaku ozimego po zahamowaniu jesiennej wegetacji
(średnie dla czynników i lat)
Morphological characters of winter oilseed rape after autumn inhibition of vegetation
(means for factors and years)

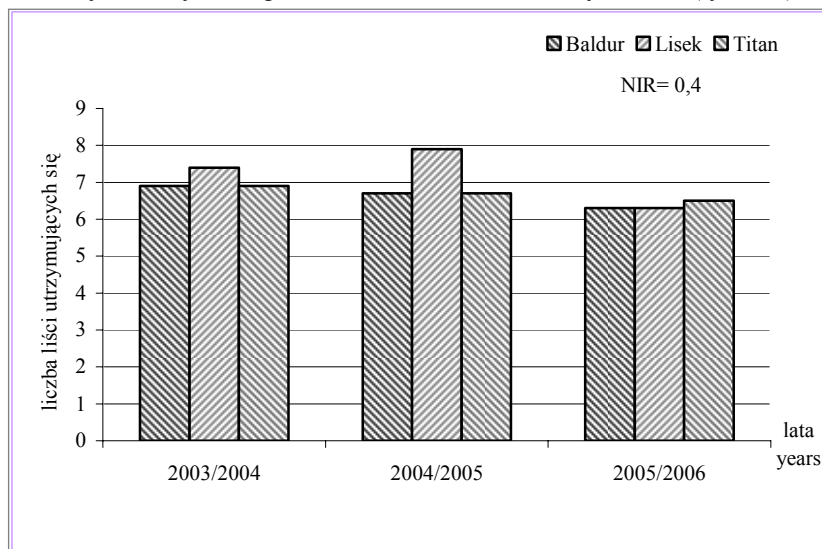
Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Lata Years	Liczba liści utrzymujących się na roślinie Number of leaves holding on plant	Średnica szyjki korzeniowej Diameter of root crown (mm)	Wysokość wyniesienia stożka wzrostu Height of eleva- tion growing point (mm)
Baldur				6,6	6,8	16
Lisek				7,2	7,2	18
Titan				6,8	7,0	17
NIR ($\alpha=0,05$)				0,2	0,2	0,4
	15			6,9	7,0	17
	30			6,8	7,0	17
NIR ($\alpha=0,05$)				r.n.	r.n.	r.n.
		40		7,3	7,7	16
		80		6,9	6,9	17
		120		6,4	6,4	19
NIR ($\alpha=0,05$)				0,1	0,1	0,3
			2003/2004	7,1	7,6	17
			2004/2005	7,1	7,8	16
			2005/2006	6,4	5,6	19
NIR ($\alpha=0,05$)				0,2	0,2	0,4

Tabela 9
Table 9

Cechy morfologiczne rzepaku ozimego po zahamowaniu jesiennej wegetacji
(średnie dla czynników i lat)
Morphological characters of winter oilseed rape after autumn inhibition of vegetation
(means for factors and years)

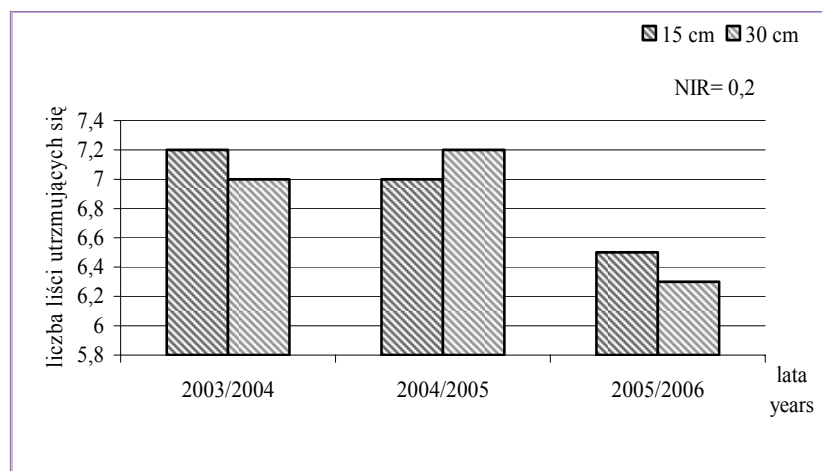
Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Lata Years	Świeża masa jednej rośliny Green matter of one plant (g)	Sucha masa jednej rośliny Dry matter of one plant (g)	Procent suchej masy Percentage of dry matter
Baldur				13,6	1,83	13,4
Lisek				16,1	2,04	12,7
Titan				13,6	1,86	13,5
NIR ($\alpha=0,05$)				0,5	0,07	0,3
	15			14,9	1,96	13,0
	30			14,0	1,86	13,3
NIR ($\alpha=0,05$)				0,3	0,05	0,2
		40		17,7	2,34	13,2
		80		14,2	1,87	13,2
		120		11,4	1,51	13,2
NIR ($\alpha=0,05$)				0,5	0,07	r.n.
			2003/2004	15,4	2,24	14,5
			2004/2005	15,2	2,03	13,4
			2005/2006	12,7	1,46	11,6
NIR ($\alpha=0,05$)				0,5	0,07	0,3

Wykazano współdziałanie lat i odmian w odniesieniu do wszystkich badanych parametrów opisujących roślinę rzepaku po zahamowaniu wegetacji. Liczba liści utrzymujących się na roślinie po zahamowaniu wegetacji kształtowała się także pod wpływem interakcji lat i rozstawy rzędów, a ponadto średnica szyjki korzeniowej i sucha masa 1 rośliny zależały od współdziałania odmian i rozstawy rzędów (rys. 1–9).



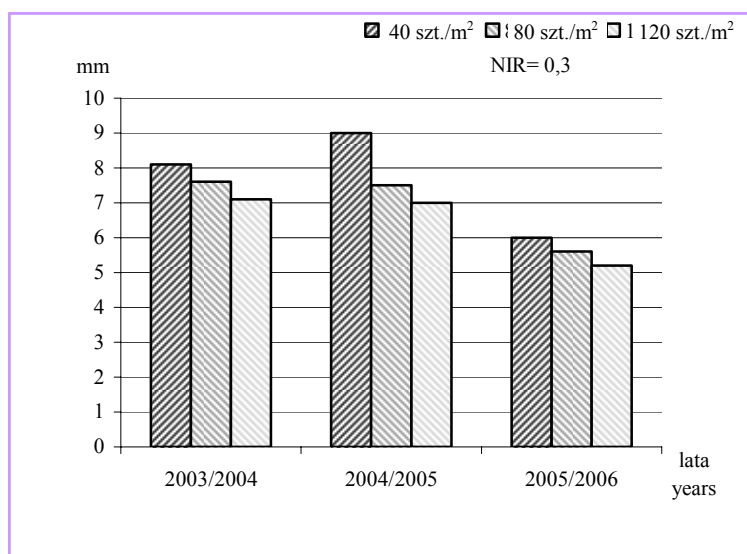
Rys. 1. Liczba liści utrzymujących się na roślinie po zahamowaniu jesiennej wegetacji (współdziałanie lat i odmian)

Fig. 1. Number of leaves per plant after vegetation stop in autumn (interaction of years and cultivars)



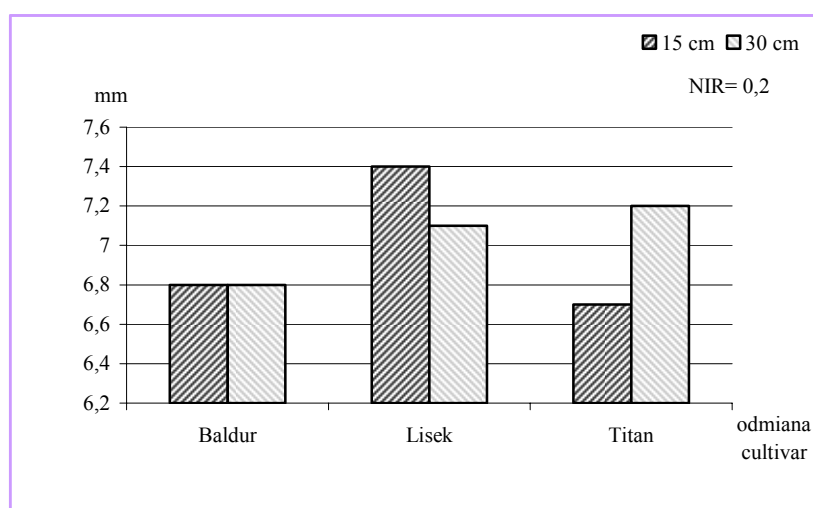
Rys. 2. Liczba liści utrzymujących się na roślinie po zahamowaniu jesiennej wegetacji (współdziałanie lat i rozstawy rzędów)

Fig. 2. Number of leaves per plant after vegetation stop in autumn (interaction of years and row spacing)



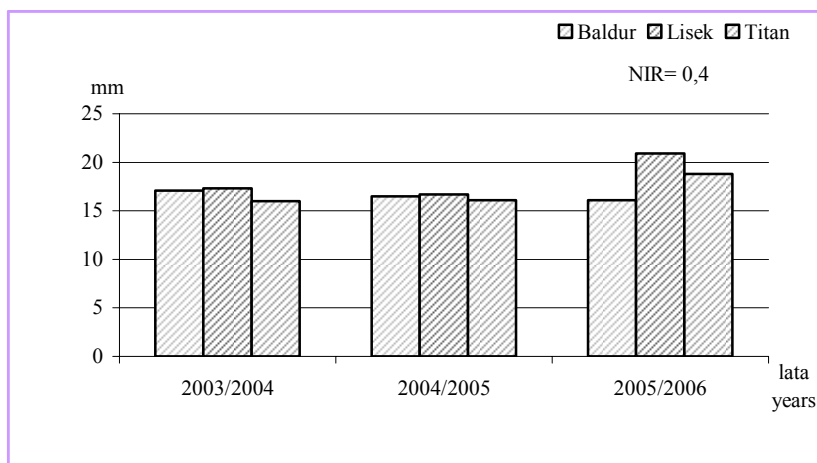
Rys. 3. Średnica szyjki korzeniowej po zahamowaniu jesiennej wegetacji (współdziałanie lat i ilości wysiewu)

Fig. 3. Root neck diameter after vegetation stop in autumn (interaction of years and sowing rate)



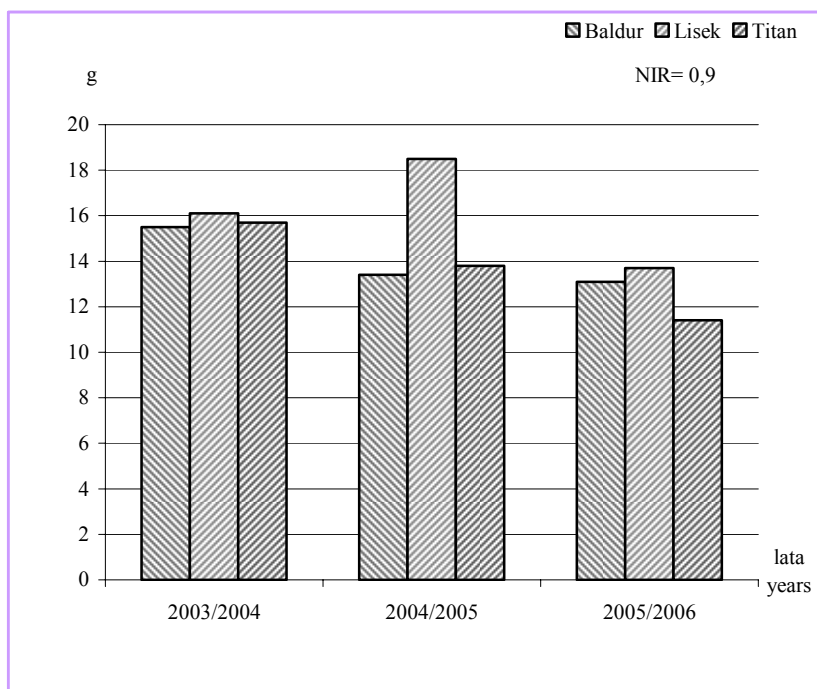
Rys. 4. Średnica szyjki korzeniowej po zahamowaniu jesiennej wegetacji (współdziałanie odmian i rozstawy rzędów)

Fig. 4. Root neck diameter after vegetation stop in autumn (interaction of years and row spacing)



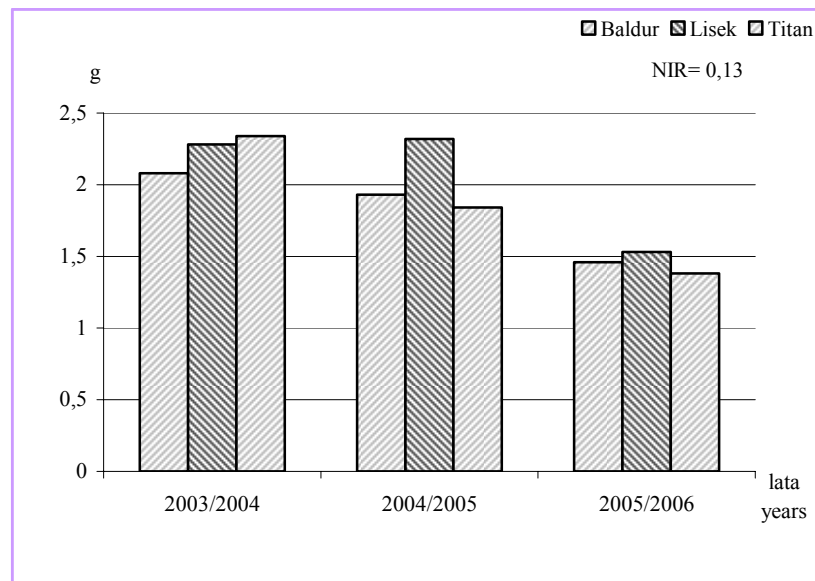
Rys. 5. Wysokość wyniesienia stożka wzrostu po zahamowaniu jesiennej wegetacji (współdziałanie dla lat i odmian)

Fig. 5. Growth cone height after vegetation stop in autumn (interaction of years and cultivars)

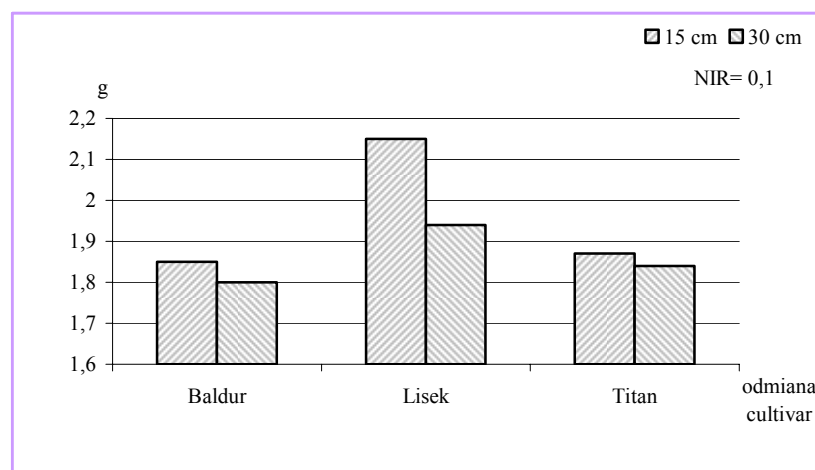


Rys. 6. Świeża masa jednej rośliny po zahamowaniu jesiennej wegetacji (współdziałanie lat i odmian)

Fig. 6. Fresh matter per plant after vegetation stop in autumn (interaction of years and cultivars)

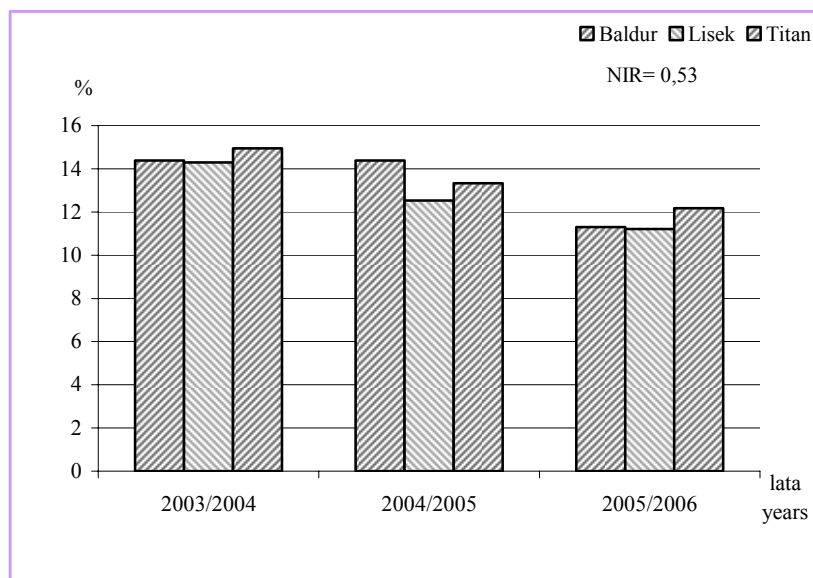


Rys. 7. Sucha masa jednej rośliny po zahamowaniu jesiennej wegetacji (współdziałanie lat i odmian)
 Fig. 7. Dry matter per plant after vegetation stop in autumn (interaction of years and cultivars)



Rys. 8. Sucha masa jednej rośliny po zahamowaniu jesiennej wegetacji
 (współdziałanie odmian i rozstawy rzędów)

Fig. 8. Dry matter per plant after vegetation stop in autumn (interaction of years and row spacing)



Rys. 9. Procent suchej masy (współdziałanie lat i odmian)
 Fig. 9. Percentage of dry matter (interaction of years and cultivars)

Wysokość roślin i wysokość do I plonującego rozgałęzienia różnicowała się na skutek interakcji wszystkich badanych czynników (tab. 10). Czynniki odmianowy różnicował wysokość do I plonującego rozgałęzienia i liczbę łuszczyń na roślinie, która była o 4% wyższa u odmiany Baldur w porównaniu z odmianą Lisek (tab. 11). Wzrost rozstawy rzędów z 15 do 30 cm zwiększył istotnie wysokość roślin i wysokość do I plonującego rozgałęzienia. Zwiększenie liczby wysianych nasion na 1 m² z 40 do 120 spowodowało zmniejszenie wysokości roślin o 7%, liczby rozgałęzień o 17% i liczby łuszczyń na roślinie o 32%, a wzrost wysokości osadzenia I rozgałęzienia o 27%. Najwięcej rozgałęzień i łuszczyń na roślinie notowano w drugim roku, kiedy suma opadów podczas wegetacji była największa w 3-letnim cyklu badań. W odniesieniu do wysokości roślin, wysokości do I plonującego rozgałęzienia, liczby rozgałęzień i liczby łuszczyń na roślinie wykazano współdziałanie lat i odmian (rys. 10–13).

Tabela 10
Table 10

Cechy morfologiczne rzepaku ozimego przed zbiorem
(średnie dla współdziałania czynników z lat 2003–2006)
Morphological features of winter oilseed rape before harvest
(means for factors interaction in 2003–2006)

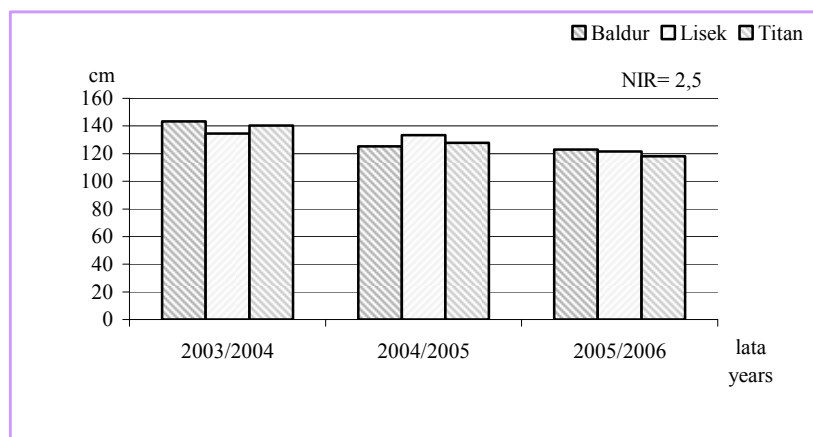
Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Wysokość roślin Height of plants (cm)	Wysokość do 1 rozgałę- zienia Height to the lowest branch (cm)	Liczba rozgałę- zień I rzędu na roślinie Number of pri- mary branches per plant	Liczba łuszczyń na roślinie Number of siliques per plant
Baldur	15	40	135	33	5,7	146
		80	130	41	5,1	117
		120	127	43	4,9	97
	30	40	137	38	5,8	149
		80	129	43	5,4	115
		120	125	49	4,7	101
Lisek	15	40	134	38	5,6	140
		80	126	39	5,0	112
		120	124	47	4,6	97
	30	40	136	37	5,9	137
		80	131	42	5,0	112
		120	128	46	4,8	98
Titan	15	40	133	37	5,6	141
		80	127	40	5,2	112
		120	124	45	5,0	95
	30	40	132	42	5,8	142
		80	129	47	5,1	118
		120	127	49	4,8	94
NIR ($\alpha=0,05$)			3	3	r.n.	r.n.

Tabela 11

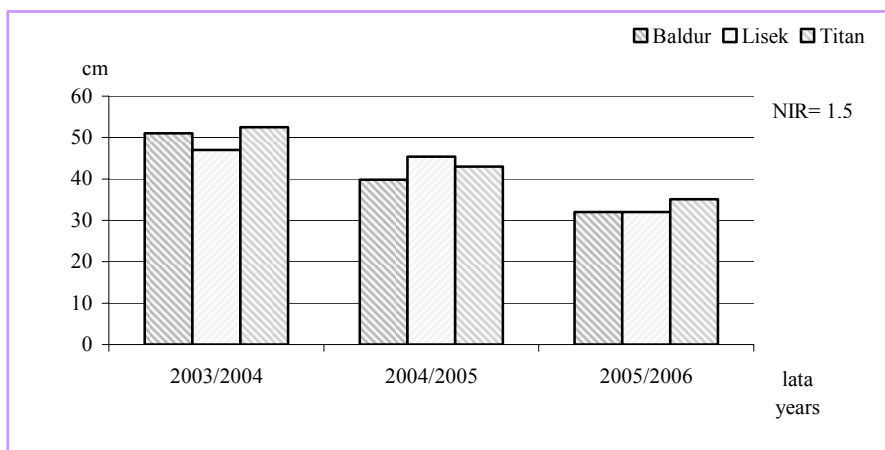
Table 11

Cechy morfologiczne rzepaku ozimego przed zbiorem (średnie dla czynników i lat)
Morphological characters of winter oilseed rape before harvest (means for factors and years)

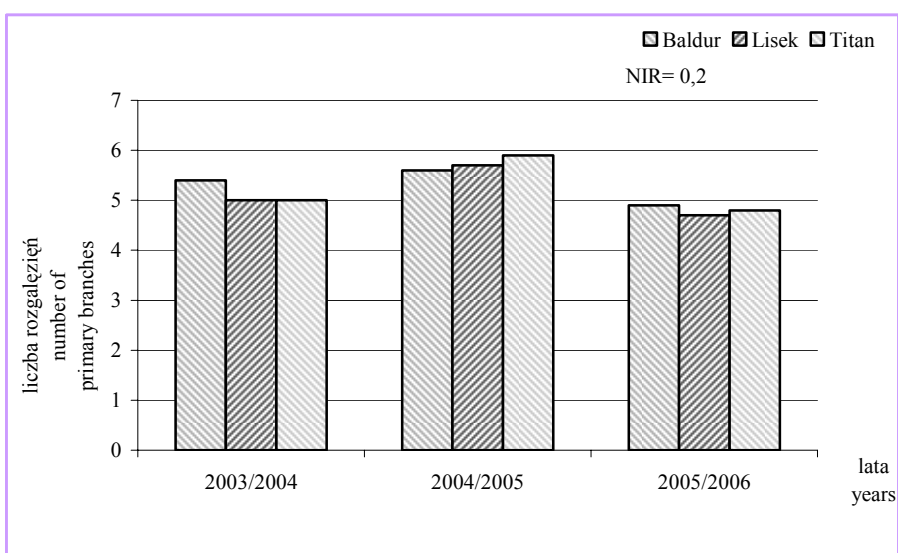
Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Lata Years	Wysokość roślin Height of plants (cm)	Wysokość do pierwszego plonującego rozgałęzienia Height to the lowest yielding branch (cm)	Liczba rozgałęzień pierwszego rzędu Number of primary branches	Liczba łuszczyń na roślinie Number of siliques per plant
Baldur				131	41	5,3	121
Lisek				130	41	5,2	116
Titan				129	44	5,3	117
NIR ($\alpha=0,05$)				r.n.	0,9	r.n.	2,2
	15			129	40	5,2	117
	30			130	44	5,3	118
NIR ($\alpha=0,05$)				1,2	0,8	r.n.	r.n.
	40			135	37	5,8	142
	80			129	42	5,1	114
	120			126	47	4,8	97
NIR ($\alpha=0,05$)				1,2	1	0,1	2,1
			2003/2004	139	50	5,1	127
			2004/2005	129	43	5,7	130
			2005/2006	121	33	4,8	97
NIR ($\alpha=0,05$)				1,5	0,9	0,1	2,2



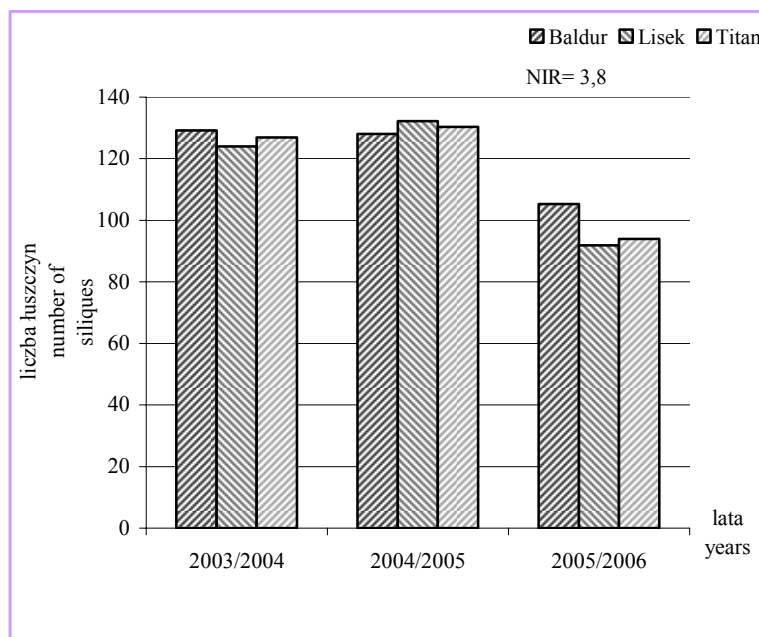
Rys. 10. Wysokość roślin przed zbiorem (współdziałanie lat i odmian)
Fig. 10. Height of plants before harvest (interaction of years and cultivars)



Rys. 11. Wysokość do I-go plonującego rozgałęzienia (współdziałanie lat i odmian)
Fig. 11. Height of the 1st yielding branch (interaction of years and cultivars)



Rys. 12. Liczba rozgałęzień I rzędu (współdziałanie lat i odmian)
Fig. 12. Number of primary branches (interaction of years and cultivars)



Rys. 13. Liczba łuszczyn na roślinie (współdziałanie lat i odmian)
 Fig. 13. Number of siliques per plant (interaction of years and cultivars)

Średnio dla trzech lat, w stosunku do masy nasion z 1 łuszczyny, liczby nasion w łuszczynie masy 1000 nasion i plonu nasion nie wykazano współdziałania wszystkich badanych czynników. Odmiana heterozyjna Titan miała najwyższą masę nasion w łuszczynie, a plony nasion były o 11% wyższe w porównaniu z odmianą Lisek (tab. 12). Wzrost rozstawy rzędów z 15 do 30 cm obniżył plon nasion o 6%. Zwiększenie ilości wysiewu spowodowało obniżenie wartości liczbowych wszystkich badanych elementów struktury plonu. Średnio najwyższy plon nasion uzyskano przy wysiewie 80 nasion na 1 m². Najniższe plony nasion uzyskano, z powodu suszy, w ostatnim roku i były one o 45% niższe w porównaniu z drugim rokiem.

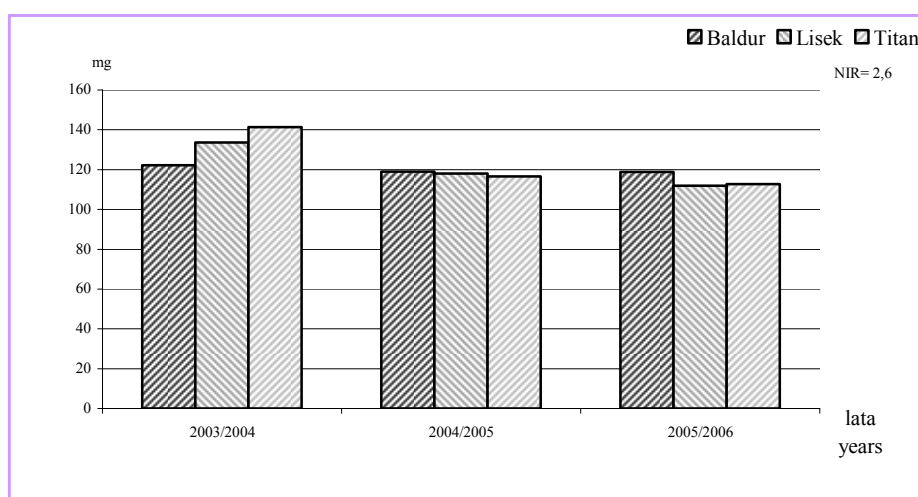
Wykazano współdziałanie lat i odmian w stosunku do wszystkich elementów struktury plonu (rys. 14–16). Natomiast plony nasion były uwikłane w interakcje lat i odmian, lat i rozstawy rzędów, lat i ilości wysiewu oraz rozstawy rzędów i ilości wysiewu (rys. 17–20).

Tabela 12

Table 12

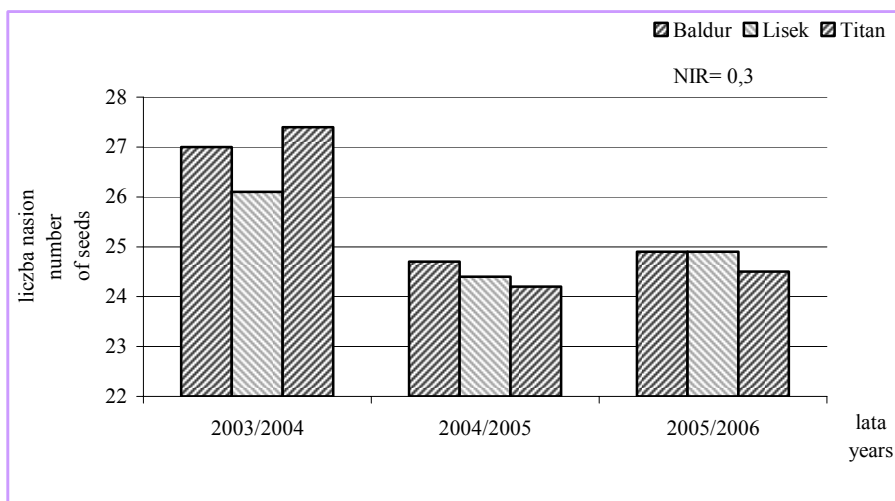
Elementy struktury plonu i plony nasion rzepaku ozimego (średnie dla czynników i lat)
Yield components and the yield of inter oilseed rape (means for factors and years)

Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spa- cing (cm)	Liczba wysia- nych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Lata Years	Masa nasion z 1 łuszczyzny Weight of seeds per 1 silique (mg)	Liczba nasion w łuszczyźnie Number of seeds per 1 silique	Masa tysiąca nasion Weight of 1000 seeds (g)	Plon nasion Seed yield (t · ha ⁻¹)
Baldur				120	25,5	4,55	3,74
Lisek				121	25,1	4,57	3,46
Titan				123	25,4	4,55	3,84
NIR ($\alpha=0,05$)				1,5	0,2	r.n.	0,07
	15			122	25,4	4,57	3,79
	30			122	25,3	4,55	3,57
NIR ($\alpha=0,05$)				r.n.	r.n.	r.n.	0,05
		40		125	25,8	4,66	3,53
		80		121	25,2	4,55	3,78
		120		119	25,0	4,47	3,73
NIR ($\alpha=0,05$)				1,4	0,2	0,02	0,06
			2003/2004	132	26,8	4,67	4,08
			2004/2005	118	24,4	4,54	4,48
			2005/2006	114	24,8	4,47	2,47
NIR ($\alpha=0,05$)				1,5	0,2	0,02	0,07

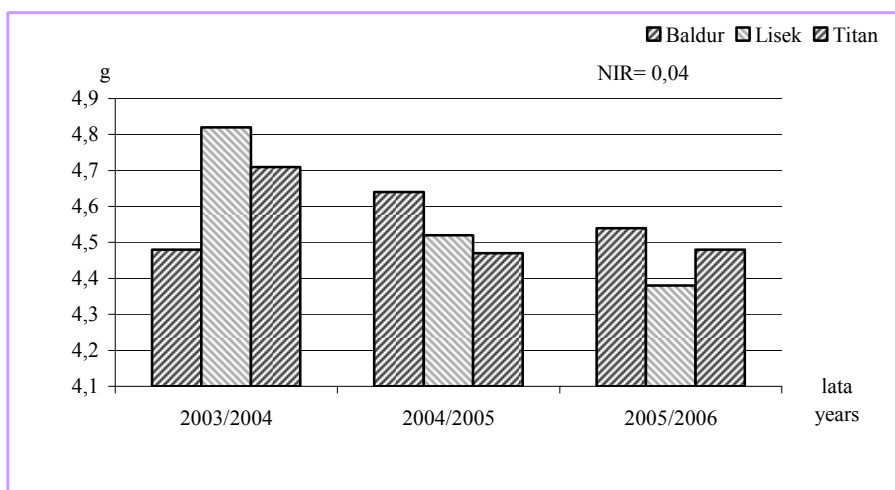


Rys. 14. Masa nasion z jednej łuszczyzny (współdziałanie lat i odmian)

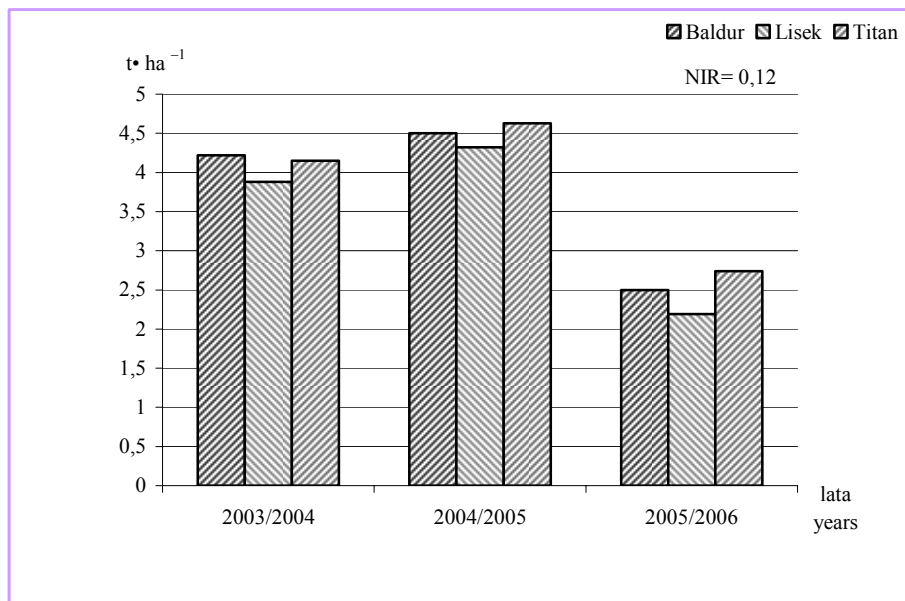
Fig. 14. Seed weight per 1 silique (interaction of years and cultivars)



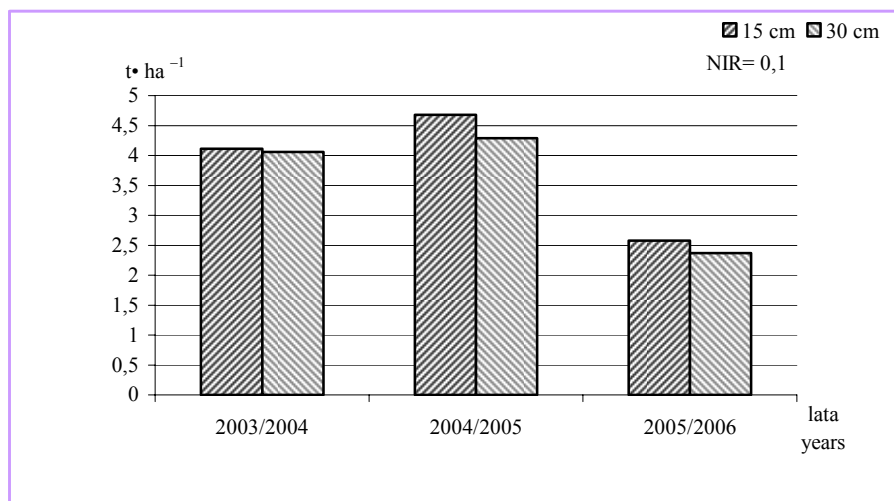
Rys. 15. Liczba nasion w łuszczyne (współdziałanie lat i odmian)
Fig. 15. Number of seeds per silique (interaction of years and cultivars)



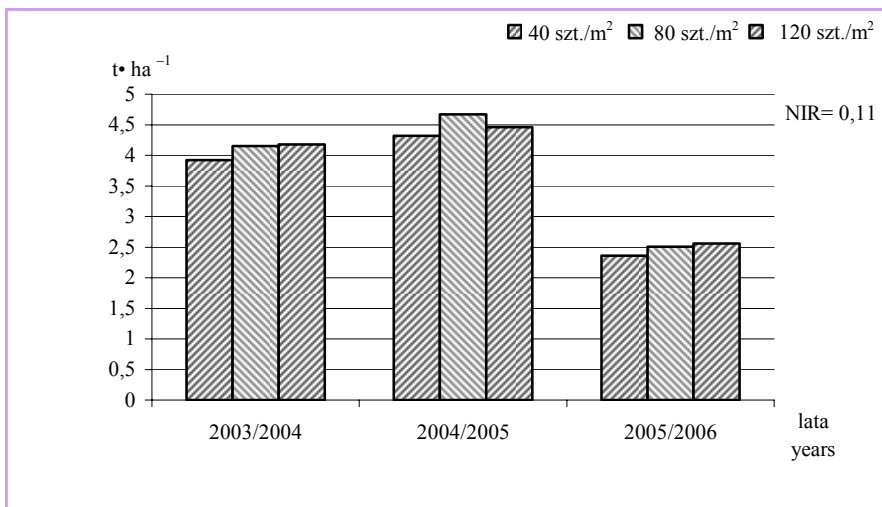
Rys. 16. Masa tysiąca nasion (współdziałanie lat i odmian)
Fig. 16. 1000-seed weight (interaction of years and cultivars)



Rys. 17. Plon nasion rzepaku ozimego (współdziałanie lat i odmian)
Fig. 17. Seed yield of winter rape (interaction of years and cultivars)

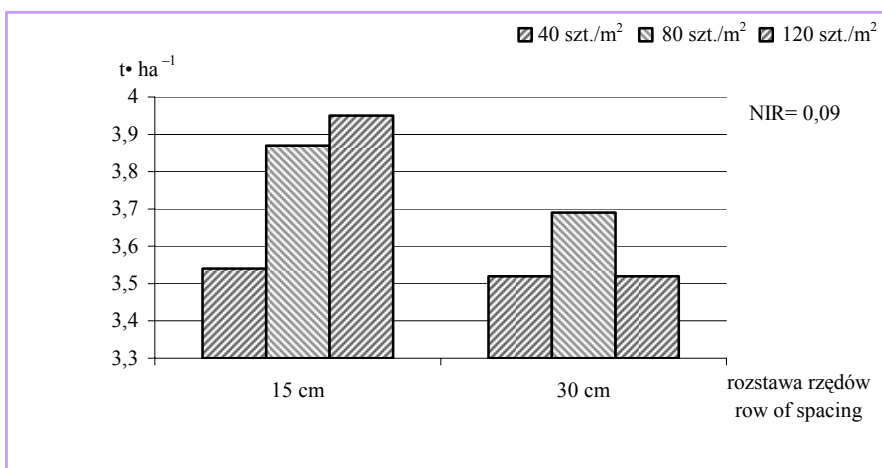


Rys. 18. Plon nasion rzepaku ozimego (współdziałanie lat i rozstawy rzędów)
Fig. 18. Seed yield of winter rape (interaction of years and row spacing)



Rys. 19. Plon nasion rzepaku ozimego (współdziałanie lat i ilości wysiewu)

Fig. 19. Seed yield of winter rape (interaction of years and sowing rate)



Rys. 20. Plon nasion rzepaku ozimego (współdziałanie rozstawy rzędów i ilości wysiewu)

Fig. 20. Seed yield of winter rape (interaction of row spacing and sowing rate)

DYSKUSJA

W badaniach własnych długość poszczególnych okresów rozwojowych rzepaku ozimego, cechy morfologiczne, elementy struktury plonu i plon nasion kształtowały się przede wszystkim pod wpływem zróżnicowanego w latach układu warunków pogodowych, a następnie w mniejszym stopniu zależały od czynnika odmianowego ilości wysiewu i rozstawy rzędów.

Wpływ warunków pogodowych na rozwój rzepaku ozimego wykazało wielu autorów [Bartkowiak-Broda 2002, Budzyński 1998, Wójtowicz, Wielebski, Czernik – Kołodziej 2002, Jasińska i in. 1989, Tańska, Rotkiewicz 2003]. W badaniach własnych różnice w długości poszczególnych faz rozwojowych oraz długość okresu wegetacji zależały przede wszystkim od sumy opadów i temperatur. Przebieg pogody wpływał nie tylko na rozwój i wzrost roślin, ale także miał istotny wpływ na przezimowanie rzepaku. Dla dobrego przezimowania, rzepak powinien wytworzyć rozetę składającą się z 8–10 liści, nisko umieszczonym stożkiem wzrostu (poniżej 30 mm), z szyjką korzeniową powyżej 5 mm i suchą masą nadziemnej części rośliny powyżej 1,5 g [Muśnicki 1989].

Rozstawa rzędów i ilość wysiewu mają wpływ na większość cech morfologicznych rozety rzepaku kształtujących zimotrwałość rzepaku. Budzyński i in. [1986], Jasińska i in. [1988], Muśnicki i in. [1991], Wielebski i Wójtowicz [1998] wykazali, że większe ubytki roślin podczas spoczynku zimowego były przy zwiększonej ilości wysiewu oraz podczas spoczynku zimowego rzepaku, na skutek łagodnych zim, wystąpiły wyjątkowo korzystne warunki do przezimowania.

Rzepak ozimy wykazuje duże zdolności adaptacyjne w stosunku do zagęszczenia roślin. Jasińska i in. [1988], Muśnicki [1989] oraz Wielebski i Wójtowicz [2001a, 2001b] wykazali, że zmiana w obsadzie roślin na jednostce powierzchni pociąga za sobą zróżnicowanie cech morfologicznych roślin. W miarę zwiększania ilości wysiewu obniżała się liczba liści w rozecie, średnica szyjki korzeniowej, nadziemna masa roślin, a wzrastało wyniesienie pąka wierzchołkowego oraz zawartość suchej masy. W badaniach własnych wykazano, że wzrost ilości wysiewu powoduje obniżenie liczby liści i średnicy szyjki korzeniowej, a zwiększenie wyniesienia stożka wzrostu. W miarę zwiększania gęstości siewu, malała świeża i sucha masa jednej rośliny. Wykazano natomiast istotny wpływ warunków pogodowych, na badane cechy morfologiczne roślin, w okresie jesiennym. Wpływ czynnika hydrotermicznego potwierdzili również Wielebski i Wójtowicz [2001].

Muśnicki [1989] wykazał, że rozstawa rzędów miała wyraźny wpływ na rozwój roślin jesienią. W rozstawie 12–15 cm rośliny wykształcały więcej liści w rozecie, miały większą średnicę szyjki korzeniowej i wytwarzały większą masę nadziemną, niż przy rozstawie 30–40 cm. Badania potwierdziły te zależności w odniesieniu do świeżej i suchej masy 1 rośliny.

Badania własne wykazały istotny wpływ ilości wysiewu na wysokość roślin, wysokość do I plonującego rozgałęzienia, liczbę rozgałęzień I rzędu oraz liczbę łuszczyń na roślinie. Wraz ze wzrostem ilości wysiewu z 40 do 120 nasion na 1 m² malała wysokość roślin oraz liczba rozgałęzień I rzędu, a wzrastała wysokość do I plonującego rozgałę-

zienia i liczba łuszczyn na roślinie. Podobne wyniki uzyskali Wielebski i Wójtowicz [2001]. Rozstawa rzędów wpływała istotnie na wysokość roślin oraz wysokość do I plonującego rozgałęzienia. Przy zwiększaniu rozstawy rzędów z 15 do 30 cm rosła zarówno wysokość roślin, jak i wysokość do I plonującego rozgałęzienia. Natomiast Jasińska i in. [1989] nie wykazali istotnego wpływu rozstawy rzędów na kształtowanie cech morfologicznych roślin przed zbiorem.

Istotne zróżnicowanie cech morfologicznych przed zbiorem pod wpływem warunków pogodowych wykazało wielu autorów [Horodyski 1962, Muśnicki 1979, Wójtowicz 2005]. Badania własne dowiodły dominującego wpływu pogody na kształtowanie się takich cech, jak: wysokość roślin, wysokość do I plonującego rozgałęzienia i liczba rozgałęzień I rzędu. Uwarunkowane to jest reakcją roślin rzepaku na uwilgotnienie gleby. Brak opadów lub ich niedobór w okresie kwietnia i maja spowodował, że rośliny niżej rosły, niżej wykształcały pierwsze plonujące rozgałęzienie i wytwarzały mniej rozgałęzień pierwszego rzędu. Natomiast czynnik odmianowy miał istotny wpływ jedynie na liczbę łuszczyn na roślinie. Najwięcej łuszczyn wykształciła odmiana Baldur, a najmniej odmiana Lisek i Titan.

Badania własne potwierdziły wcześniejsze doniesienia Wójtowicza i Muśnickiego [2001] oraz Wójtowicza [2005], że elementy struktury plonu kształtują się przede wszystkim pod wpływem warunków klimatycznych. Natomiast Jasińska i in. [1997], Ojczyk i Jankowski [1996] wykazali małą zmienność masy 1000 nasion i liczby nasion w łuszczynie pod wpływem warunków środowiskowych. W badaniach własnych czynnik odmianowy determinował istotnie masę nasion z jednej łuszczyny oraz liczbę nasion w łuszczynie. Powyższa zależność wskazuje, że w sprzyjających warunkach wilgotnościowych ujawnia się potencjał odmiany do tworzenia określonego komponentu plonu. Różnice między odmianami w wielkości elementów struktury plonu wykazali między innymi Muśnicki i Muśnicka [1986], Szczygielski i Owczarek [1987] oraz Wójtowicz i Muśnicki [2001]. W badaniach własnych masa tysiąca nasion, uznawana za ważny element struktury plonu, kształtowana była pod wpływem warunków pogodowych i gęstości siewu. Wykazano, że zwiększanie ilości wysiewu powodowało obniżenie masy nasion z łuszczyny i masy 1000 nasion oraz zmniejszenie liczby nasion w łuszczynie. Potwierdzają to także wyniki prac Krzymańskiego [1994], Mińkowskiego i Krygiera [1998] oraz Wielebskiego i Wójtowicza [1998, 2001].

Plon nasion jest wypadkową liczby roślin na jednostce powierzchni i produktywności jednej rośliny, która z kolei zależy od liczby łuszczyn na roślinie, liczby nasion w łuszczynie i masy 1000 nasion. Struktura elementów plonowania kształtuje się między innymi pod wpływem rozstawy rzędów i ilości wysiewu. Wybór rozstawy rzędów wiąże się ze sposobem pielęgnowania. Wyniki wielu badań nie wykazały jednoznacznie, jaka rozstawa rzędów jest dla rzepaku właściwa. Dembiński [1976], Dembiński i Muśnicki [1979] oraz Jasińska i Malarz [1988] nie wykazali różnic w plonach nasion rzepaku uprawianego w wąskie i szerokie rzędy. Natomiast Horodyski i in. [1987] uzyskali w szerszej rozstawie wyższe plony niż w rozstawie węższej. W badaniach własnych w rozstawie 15 cm uzyskano wyższe o 6% plony nasion w porównaniu do rozstawy 30 cm.

Wielebski i Wójtowicz [2001a] stwierdzili, że wysiew na 1 m² od 40 do 80 nasion istotnie różnicował plon nasion odmian populacyjnych i mieszańców złożonych rzepaku ozimego, co potwierdzają również badania Muśnickiego [1989]. Wykazał on, że dla

dobrego plonowania potrzebna jest obsada na 1 m² od 40 do 80 roślin. W badaniach własnych w miarę zwiększania ilości wysiewu do 120 nasion, malał istotnie plon nasion. Podobne wyniki uzyskali Jasińska i in. [1989] oraz Wielebski i Wójtowicz [1998].

Dembińska [1970] w doświadczeniach wazonowych wykazała, że rzepak ozimy w okresie od wschodów do zahamowania vegetacji przed zimą jest mało wrażliwy na niedobory wody w glebie. Dopiero niedobór opadów w ciągu całej fazy formowania rozety powodował obniżenie plonu o 15%. Znacznie silniej na plon rzepaku oddziaływał rozkład opadów wiosną. W doświadczeniach wazonowych Dembińskiej [1970] i Pieczki [1974] niedobór opadów w każdej fazie wiosenno-letniego rozwoju rzepaku powodował istotny spadek plonu. Muśnicki [1989] nie potwierdził w warunkach polowych korelacji między plonem a sumą opadów w okresach krytycznych wyznaczonych doświadczeniami wazonowymi. Dembiński [1983] uważa, że na glebach związłych wystarczająca dla dobrego plonowania rzepaku jest suma opadów rocznych w granicach 500–600 mm, a o wysokości plonu decyduje długość fazy dojrzewania, choć długość fazy kwitnienia ma według tego autora pewne znaczenie. Według Muśnickiego [1999] na wysokości plonów rzepaku szczególnie ujemnie odbijały się długotrwałe susze. Natomiast drobne opady deszczu, zwłaszcza w okresie kwitnienia, przy stosunkowo niewysokiej temperaturze wpływały dodatnio na plon rzepaku ozimego. W badaniach własnych najwyższy plon nasion uzyskano w drugim roku prowadzenia doświadczeń, kiedy w okresie vegetacji suma opadów wynosiła 520 mm, a podczas dojrzewania 167 mm.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych w latach 2003–2006 badań można wyciągnąć następujące wnioski mające odniesienie przede wszystkim w warunkach Niżu Dolnośląskiego:

1. Zróżnicowany przebieg pogody w latach badań wywarł większy wpływ na rozwój roślin, cechy morfologiczne rozety liściowej jesienią po zahamowaniu vegetacji, cechy morfologiczne przed zbiorem i plony nasion niż wszystkie badane czynniki. Najwyższe plony nasion uzyskano w drugim roku badań, kiedy podczas wykształcania nasion i dojrzewania łuszczyń, notowano najwyższą sumę opadów (167,5 mm) i umiarkowane temperatury powietrza.

2. Odmiany heterozyjne Baldur F₁ (DE) i Titan F₁ (DE), w porównaniu z odmianą Lisek (DE), odznaczały się krótszym okresem vegetacji od 1 do 3 dni, słabszym jesiennym rozwojem rozety liściowej, nieznacznie większą liczbą łuszczyń na roślinie i nasion w łuszczyńce oraz wyższymi plonami nasion odpowiednio o 8 i 11%.

3. Wzrost rozstawy rzędów z 15 do 30 cm, na skutek zwiększenia konkurencji w rzędzie między roślinami, zmniejszył liczbę roślin po zahamowaniu vegetacji jesienią, wiosną po ruszeniu vegetacji i przed zbiorem, obniżył o 5% suchą masę jednej rośliny po zahamowaniu vegetacji i plon nasion o 6%.

4. Zwiększenie liczby wysianych nasion na 1 m² z 40 do 120 nasion spowodowało zmniejszenie parametrów opisujących stan rozety liściowej jesienią po zahamowaniu vegetacji, obniżenie wysokości roślin o 7% i liczby łuszczyń na roślinie o 32%.

5. W warunkach Niżu Dolnośląskiego najwyższe plony nasion rzepaku ozimego uzyskano przy rozstawie 15 cm wysiewając na 1 m² 120 nasion dla odmiany Baldur F₁ (DE) i 80 dla odmian Lisek (DE) i Titan F₁ (DE).

PIŚMIENNICTWO

- Bartkowiak-Broda I., 2002: Wzajemny związek postępu w agrotechnice i hodowli rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, t. XXIII (1): 61–71.
- Bartkowiak-Broda I., Wałkowski T., 2003: Wybór przedplonu i stanowiska, stosowanie odpowiedniego zmianowania. *Rzepak ozimy*, IHAR Radzików, 24.
- Budzyński W. i in., 1986: Studium nad wpływem niektórych czynników agrotechnicznych na zimowanie i plonowanie odmian podwójnie uszlachetnionego rzepaku ozimego. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olsz. Agricult.*, 41, supl. B.
- Budzyński W., 1998: Reakcja rzepaku jarego na termin siewu i sposób odchwaszczania. *Rośliny Oleiste*, t. XIX (1): 125–133.
- Budzyński W., 2006: Efektywność wybranych czynników produkcji nasion rzepaku ozimego. „Rzepak – biopaliwa”, wyd. 2, IHAR: 34–39.
- Budzyński W., Ojczyk T., 1996: Produkcja surowca olejarskiego. Wyd. ART Olsztyn, 186.
- Dembińska H., 1970: Wpływ wiosennych okresowych niedoborów wody na rozwój i strukturę plonu rzepaku ozimego przy różnych sposobach dawkowania azotu. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 97 (1): 33–47.
- Dembiński F., 1976: Jak uprawiać rzepak i rzepik. PWRiL, Warszawa.
- Dembiński F., 1983: Jak uprawiać rzepak i rzepik. PWRiL, Warszawa.
- Dembiński F., Muśnicki Cz., 1979: Wpływ rozstawy rzędów i sposobów pielęgnowania na plony rzepaku ozimego. *Zesz. Probl. Nauk Rol.*, 229:23–33.
- Grosse F. I., 1995: Jak tworzy się plon rzepaku – spojrzenie do wnętrza rośliny. *Top Agrar. Profesjonalna uprawa rzepaku*, 8–12.
- Gruszczyński S., 1979: reakcja odmian rzepaku ozimego na rozstawę rzędów i gęstość siewu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 229: 43–50.
- Horodyski A., 1962: Przebieg pobierania azotu przez rzepak ozimy w zależności od wysokich dawek nawozów azotowych i pory ich stosowania. *Pamiętnik Puławski*, 8: 83–141.
- Horodyski A. i wsp., 1987: Evaluation of winter rape growing in Poland based on inquiry in 1984–1986. *Proc. 7th Inter. Rapeseed Congr.*, Poznań, 4: 994–999.
- Horodyski A. i wsp., 2006: IHAR „Rzepak ozimy”: 62.
- Jasińska Z. i wsp., 1987: The influence of swing date and swing rates on the development and yield of winter rape varieties. *Proc 7th Int. Rapeseed Congress*, Poznań, 4: 886–892.
- Jasińska Z., Malarz W. i in., 1988: Wpływ terminu siewu i ilości wysiewu na rozwój i plonowanie odmian rzepaku ozimego. *Zesz. Probl. IHAR „Rzepak ozimy”*: 256–265.
- Jasińska Z., Kotecki A., Kozak M., 1997: Wpływ następczy roślin strączkowych i nawożenia azotem na rozwój i plon rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVIII (1): 187–198.
- Jasińska Z., Malarz W. i in. 1989: Wpływ rozstawy rzędów i ilości wysiewu na rozwój i plony rzepaku ozimego. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, t. 108 (1): 135–147.
- Krzymański J., 1993: Możliwości pełniejszego wykorzystania wartości rzepaku podwójnie ulepszonego. *Post. Nauk Rol.*, 6: 161–166.
- Krzymański J. i in., 1994: Zdolność kombinacyjna i heterozyjna mieszańców diallelicznych rzepaku ozimego podwójnie ulepszonego. II. Pokolenie F₁ i F₂. *Rośliny Oleiste*, t. XV (1): 21–32.

- Kuchtova P., 1996: Czynniki warunkujące tworzenie plonu nasion rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste, t. XVII (1): 223–234.
- Kuchtová P. i in., 1999: Redukcja liczby luszczyn na rzepaku ozimym (*Brassica napus* var. *napus*). Rośliny Oleiste, t. XX (2): 601–612.
- Lefort-Buson M., Dattee Y., 1982: Genetic study of some agronomic characters in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). I Heterosis. Agronomie 2, 4: 315–322.
- Liersh A., Bartkowiak-Broda I., 2001: Ocena plonowania i cech jakościowych różnego typu odmian mieszańcowych rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste, t. XXI (2): 341–358.
- Mińkowski K., Krygier K., 1998: Wpływ odmiany i wielkości nasion rzepaku ozimego podwójnie ulepszonych na ich charakterystykę fizykochemiczną. Rośliny Oleiste XIX (1): 219–230.
- Muśnicki Cz., 1979: Zmienność i współzależność niektórych cech rzepaku ozimego i ich oddziaływanie na plony. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 229: 22–25.
- Muśnicki Cz., 1989: Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w zmiennych warunkach środowiskowo-agrotechnicznych. Roczn. Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rozprawy Naukowe, 191: 93–97, 110–112.
- Muśnicki Cz. i in., 1991: Reakcja podwójnie ulepszonych odmian rzepaku ozimego na zagęszczenie roślin w łanie. Zesz. Probl. IHAR Rośliny Oleiste, Wyniki badań za rok 1990, 2, 5–16.
- Muśnicki Cz. i in., 1999: Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych na jakość plonu rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste XX (2): 459–469.
- Muśnicki Cz., Bartkowiak-Broda I., Mrówczyński M., 2005. Technologia produkcji rzepaku. Wydanie specjalne dla firmy Z.P.U.H. „BEST-PEST” Sp. J. „Wieś Jutra”, Warszawa 2005.
- Muśnicki Cz., Muśnicka B., 1986: Struktura plonowania różnych typów jakościowych rzepaku ozimego. Zesz. Probl. IHAR Rzepak ozimy: 107–122.
- Ojczyk T., Jankowski K., 1996: Głębokość orki a zimowanie i plonowanie rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XVII (1): 249–255.
- Pieczka H., 1974: Wpływ uwilgotnienia gleby na rozwój i strukturę plonu rzepaku ozimego przy stosowaniu dwóch sposobów oznaczania jej optymalnej wilgotności, jak i niedoborów wody w glebie. Maszynopis rozpr. dokt., KURR AR Poznań.
- Pinochet X., 1995: Arrive de materie de type cybride en France. Bulletin GCIRC 11: 32–37.
- Pinochet X., Bertrand M., 2000: Oilseed rape grain yeild productivity increases with hybrid varietal types: a first balance sheet with post registration tests in France and in Europe. OCL, vol. 7: 11–16.
- Renard M. i in., 1997: Mise sur le marche d'hybrides de colza. Bulletin GCIRC 14: 114–122.
- Schuster W., Michael J., 1976. Untersuchungen über Inzuchtdepressionen und Heterosiseffekte bei Raps (*Brassica napus* L.). Z. Pflanzenzüchtg. 77: 56–66.
- Szczygielski T., Owczarek E., 1987: Response of new winter rape varieties to the swing density. Proc. of the 7th Intern. Rapeseed Congress, Poznań, 4: 868–872.
- Tańska M., Rotkiewicz D., 2003: Wpływ różnych czynników na jakość nasion rzepaku. Rośliny Oleiste XXIV (2): 595–616.
- Wielebski F., Wójtowicz M., 1998: Zagęszczenie roślin w łanie jako istotny element kształtowania plonu nasion odmian populacyjnych i odmiany mieszańcowej rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste XIX (2): 645–652.
- Wielebski F., Wójtowicz M., 2000: Porównanie zrestorowanych odmian mieszańcowych z odmianą wyprowadzoną z linii podwójnych haploidów i odmianami populacyjnymi rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste XXI (1): 55–64.

- Wielebski F., Wójtowicz M., 2001: Wpływ zagęszczenia roślin na cechy morfologiczne i elementy struktury plonu odmian populacyjnych i mieszańcowych rzepaku ozimego. XXIII Konferencja Rzepakowa, Poznań 27–28.04.2001, IHAR: 46.
- Wielebski F., Wójtowicz M., 2001a: Wpływ podstawowych czynników agrotechnicznych na plonowanie i strukturę plonu mieszańców złożonych rzepaku ozimego. I. Wpływ gęstości siewu i procentowego udziału roślin zapyłacza na plon i strukturę plonu mieszańca złożonego rzepaku ozimego POH 595. *Rośliny Oleiste* XXII (2): 363–380.
- Wielebski F., Wójtowicz M., 2001b: Wpływ podstawowych czynników agrotechnicznych na plonowanie i strukturę plonu mieszańców złożonych rzepaku ozimego. II. Reakcja odmian mieszańców złożonych POH 495, POH 595 na termin siewu i wiosenne nawożenie azotowe. *Rośliny Oleiste*, XXII (2): 381–396.
- Wielebski F., Wójtowicz M., Horodyski A., 2002: Agrotechnika rzepaku ozimego w badaniach Zakładu Roślin Oleistych IHAR w Poznaniu. *Rośliny Oleiste* XXIII (1): 31–51.
- Wójtowicz M., 2005: Wpływ warunków środowiskowych na zmienność i współzależność pomiędzy plonem nasion rzepaku ozimego oraz komponentami jego struktury. *Rośliny Oleiste*, XXVI (1): 99–110.
- Wójtowicz M., Muśnicki Cz., 2001: Udział komponentów struktury w kształtowaniu plonu nasion podwójnie ulepszonych odmian rzepaku ozimego. *Rocz. Akademii Rolniczej w Poznaniu – CCCXXXV*, 61: 105–121.
- Wójtowicz M., Wielebski F., Czernik–Kołodziej K., 2002: Wpływ wiosennego nawożenia azotem na cechy rolnicze i użytkowe nowych form hodowlanych rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste* XXIII (2): 337–350.
- Zajac T. i in., 1997: Zależności między elementami składowymi plonu nasion odmian rzepaku ozimego w dwóch latach o odmiennej produktywności. *Rośliny Oleiste* XVIII (1): 243–252.

**THE EFFECT OF PLANTS' LOCATION IN A CANOPY ON THE GROWTH
AND YIELD OF RAPE HYBRIDS AND POPULATION CULTIVARS.
PART I. PLANT MORPHOLOGY AND SEED YIELDS**

S u m m a r y

In 2003–2006 at the Research Station Pawłowice at Wrocław University of Environmental and Life Sciences, field and laboratory experiments were conducted on two hybrid cultivars of winter rape and one population cultivar. The field experiments were split-plot in four replications and to investigate three following variables: I – winter rape cultivars: Baldur F₁ (DE), Lisek (DE) and Titan F₁ (DE); II – Row spacing: 15 and 30 cm; III – number of full value seeds sown per 1 m²: 40, 80 and 120.

More than the investigated factors, a fluctuating weather pattern in the research years had a greater effect on plants' growth, morphological features of a leave rosette after vegetation stop, morphological features before harvest and seed yield. The highest seed yields were obtained in the second year of the research, when the highest precipitation sum (167.5 mm) and moderate air temperatures were noted during seed formation and silique ripening. Compared to the cultivar Lisek (DE), the heterotic cultivars Baldur F₁ (DE) and Titan F₁ (DE) recorded a shorter vegetation period by 1–3 days, a poorer rosette development in autumn, and higher seed yields by 8 and 11%, respectively. The increase of row density from 15 to 30 cm lowered the number of plants after the stop of the vegetation in autumn, at vegetation start in spring and before harvest due to a

higher competitiveness of plants in a row. It also decreased the seed yield by 6% and a dry matter per plant by 5 % after vegetation stop.

The increase of the sowing rate from 40 to 120 seeds per 1 m² lowered the parameters defining the leave rosette after vegetation stop in autumn, plant height by 7% and number of siliques per plant by 32%.

In the conditions of the Lower Silesia region, the highest seed yields of winter rape were obtained with row spacing 15 cm and a sowing rate of 120 seeds per 1 m² for Baldur F₁ (DE) cultivar, and with 80 seeds for Lisek (DE) and Titan F₁ (DE).

KEY WORDS: cultivars, row spacing, sowing rate, plant morphology, seed yield

Recenzent: prof. dr hab. Mieczysław Wilczek, Akademia Rolnicza w Lublinie

Andrzej Kotecki, Władysław Malarz, Marcin Kozak, Anna Pogorzelec

**WPLYW ROZMIESZCZENIA ROŚLIN W ŁANIE NA ROZWÓJ
I PLONOWANIE MIESZAŃCOWYCH I POPULACYJNYCH
ODMIAN RZEPAKU.**

CZĘŚĆ II. SKŁAD CHEMICZNY I WARTOŚĆ ENERGETYCZNA

**THE EFFECT OF PLANTS' LOCATION IN A CANOPY ON THE
GROWTH AND YIELD OF RAPE HYBRIDS AND POPULATION
CULTIVARS.**

**PART II. CHEMICAL CONTENT AND NUTRIENT
ACCUMULATION**

*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Department of Crop Production*

W latach 2003–2006 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Pawłowice należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu badano wpływ: I. Odmiany rzepaku ozimego: Baldur F1 (DE), Lisek (DE) i Titan F1 (DE); II. Rozstawy rzędów: 15 i 30 cm; III. Liczby wysianych nasion o pełnej wartości użytkowej na 1 m²: 40, 80 i 120 na skład chemiczny nasion, śrutę, oleju i nagromadzenie składników pokarmowych.

Skład chemiczny nasion i śrutę rzepakowej, zawartość kwasów tłuszczowych w oleju oraz wartość energetyczną nasion w największym stopniu różnicował zmienny przebieg pogody podczas dojrzenia nasion, a w mniejszym stopniu czynnik odmianowy. Rozstawa rzędów i ilość wysiewu miały niewielki wpływ na skład chemiczny. Wysoka suma opadów podczas wykształcania nasion i dojrzenia łuszczyń w połączeniu z umiarkowanymi temperaturami sprzyjały gromadzeniu tłuszczu surowego, natomiast susza w tym okresie powodowała zwiększenie zawartości białka ogółem. W suchym, trzecim roku badań, w porównaniu z wilgotnym pierwszym i drugim rokiem, nasiona zawierały więcej białka ogółem odpowiednio o 2 i 1,8%, a mniej tłuszczu surowego o 2,5 i 1,6%. Zmienny przebieg pogody w latach badań różnicował w największym stopniu zawartość kwasu linolenowego (o 2,54%), linolowego (o 2,13%) i kwasu oleinowego (o 1,67%). Suma kwasów nasyconych ogółem i suma kwasów C_{16:0}+C_{18:0} była najniższa, a nienasyconych ogółem i 18-węglowych najwyższa w pierwszym roku badań.

Odmiany heterozyjne Baldur F1 (DE) i Titan F1 (DE), w porównaniu z odmianą Lisek (DE) zawierały więcej tłuszczu surowego i miały wyższą wartość energetyczną nasion, z kolei śruta zawierała więcej białka ogółem i odznaczała się niższą wartością energetyczną. W składzie kwa-

sów tłuszczowych występujących w oleju wykazano istotne różnice odmianowe w odniesieniu do kwasu laurynowego, mirystynowego, pentadekanowego, palmitoelaidynowego, linolowego, eikozenowego, eikozadienowego, behenowego i erukowego. Spośród nienasyconych kwasów osiemnastowęglowych, ważnych dla człowieka z fizjologicznego punktu widzenia, najwięcej kwasu linolowego zawierała odmiana Lisek, a kwasu linolenowego odmiana Baldur F₁. Najmniejsza zawartość tych kwasów była u odmiany Titan F₁. Najwięcej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych zawierała odmiana Lisek, a najmniej odmiana Titan F₁. Stosunek kwasu linolowego do linolenowego+gamma-linolenowego wahał się w granicach 1,77 do 2,49 i był najkorzystniejszy w roku 2005/2006, a najmniej korzystny w roku 2003/2004. W warunkach Nizy Dolnośląskiego najwyższą wydajność tłuszczu surowego, białka ogółem, śruty i wartość energetyczną nasion i śruty z 1 ha uzyskano przy rozstawie 15 wysiewając na 1 m² 120 nasion dla odmiany Baldur F1 (DE), a dla odmian Lisek (DE) i Titan F1 (DE) wystarczający był wysiew 80 nasion na 1 m².

SŁOWA KLUCZOWE: odmiany, rozstawa rzędów, ilość wysiewu, skład chemiczny nasion, śruta, kwasy tłuszczowe, wydajność składników pokarmowych

WSTĘP

Skład chemiczny nasion rzepaku kształtuje się przede wszystkim pod wpływem czynnika genetycznego i środowiskowego [Wielebski i in. 2002, Kotecki i in. 2002]. Dembińska [1970] oraz Wielebski i Wójtowicz [1994] wykazali, że susza w okresie pąkowania i kwitnienia, jak i wyższa temperatura od optymalnej [Canvin 1965] obniżyła zawartość tłuszczu w nasionach.

Spośród czynników agrotechnicznych, zawartość tłuszczu i białka w największym stopniu kształtuje poziom wiosennej dawki azotu [Muśnicki i in. 1999].

Jasińska i Malarz [1989] wykazali, że rozstawa rzędów i ilość wysiewu nie miały istotnego wpływu na zawartość tłuszczu w nasionach. Stwierdzili jednak, że wystąpił korzystny wpływ mniejszej ilości wysiewu (6 kg/ha) na wydajność tłuszczu z 1 ha.

Muśnicki i in. [1999] nie wykazali jednak istotnych różnic w zawartości tłuszczu w nasionach pod wpływem czynnika gęstości siewu.

Podstawowym kryterium oceny jakości oleju jest skład kwasów tłuszczowych, na który istotny wpływ ma przede wszystkim czynnik genetyczny oraz warunki wilgotnościowo-termiczne i agrotechniczne [Przeździecki i in. 1998].

Skład kwasów tłuszczowych, jest cechą wysoce odziedziczoną. Czynniki agrotechniczne praktycznie nie zmieniają go [Dembiński i in. 1967a, 1967b], a wpływ czynników pogodowych jest także bardzo mały. Wyniki badań COBORU z lat 1995–1997 wykazały, że zawartość kwasów nienasyconych i nasyconych tej samej odmiany rzepaku zmieniła się w latach zaledwie o 0,3%. Nieznaczące zmiany w składzie kwasów tłuszczowych przemawiają za uwarunkowaniem genetycznym, a nie środowiskowym tej cechy [Jasińska i Kotecki 1999].

Zgodnie z aktualnym stanem wiedzy, olej rzepakowy odmian podwójnie uszlachetnionych jest zaliczany do najcenniejszych w grupie tłuszczów jadalnych, o czym decyduje, między innymi, stosunkowo duży udział kwasów nienasyconych [Ackman 1990, Diepenbrock i in. 1987, Drozdowski 1994, Krzymański 1993, Zadernowski i in. 1994].

Nienasycone kwasy tłuszczowe pełnią bardzo ważną funkcję fizjologiczną w organizmie, oddziałując na aktywność reduktazy metylo-CoA (HMGCoA), która wpływa na syntezę cholesterolu w wątrobie. Kwasy tłuszczowe nasycone są aktywatorami tego enzymu, natomiast kwasy tłuszczowe nienasycone są jego inhibitorami i przez to zmniejszają ilość cholesterolu syntetyzowanego w wątrobie [Drevon 1992].

Istotny jest stosunek kwasu linolowego do linolenowego, który u współczesnych odmian podwójnie ulepszonych wynosi 2:1, tymczasem badania żywieniowe wskazują, że powinien mieścić się w granicach od 6:1 do 3:1 [Krzymański 1993, 1998].

Spożycie kwasu linolowego jest zbyt małe, a jednym z najbogatszych źródeł tego kwasu jest olej rzepakowy. Olej rzepakowy pochodzący z podwójnie ulepszonych odmian zawiera więcej niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) w porównaniu do oleju z oliwek. Bezerukowy olej rzepakowy ma podobne działanie do oliwy z oliwek i dlatego uzasadnione jest jego nazywanie „oliwka północy” [Ziemiański 1998].

Nasycone kwasy tłuszczowe – palmitynowy $C_{16:0}$ i stearynowy $C_{18:0}$ oraz niektóre kwasy nienasycone, jak eikozadienowy $C_{20:0}$ i dokozaadienowy $C_{22:2}$ występują w oleju rzepakowym w niewielkich ilościach wynoszących od 0,0 do 3,3% [Appelqvist 1970, Craig i in. 1959a, Craig i in. 1959b, Dembiński i in. 1967a, 1967b; Jakubowski i Pezdziński 1967].

METODYKA BADAŃ

Metodykę badań polowych przedstawiono w I części pracy. W nasionach wykonano następujące analizy chemiczne:

- sucha masa – metodą suszarkową (przez suszenie rozdrobnionych nasion w temperaturze 90 °C przez 4 godziny),
- azot ogólny – zmodyfikowaną metodą Kjeldahla – który następnie przeliczono na białko ogółem stosując współczynnik 6,25,
- tłuszcz surowy (ekstrakt eterowy) – metodą odtłuszczonej reszty w aparacie Soxhleta,
- popiół surowy – przez spalanie materiału roślinnego w piecu elektrycznym w temperaturze 600 °C,
- włókno surowe (w śrucie) – metodą Henneberga-Stohmanna,
- kwasy tłuszczowe – metodą chromatografii gazowej. Pobraną próbkę tłuszczu saponifikowano metanolem sodu, a następnie poddano estryfikacji 14% roztworem BF₃ w metanolu. Estry metylowe kwasów tłuszczowych analizowano metodą chromatografii gazowej. Do rozdzielania zastosowano chromatograf gazowy firmy Philips wyposażony w detektor płomieniowo-jonizacyjny.

Warunki analizy chromatograficznej

Kolumna Rtx-2330, 105 m., temperatura dozownika 230 °C, temperatura detektora 240 °C, temperatura kolumny 160 °C/30 min/–3 °C/min –180 °C/17 min/–5 °C/min –210 °C/45 min.

Na podstawie uzyskanych wyników analiz chemicznych obliczono zawartość włókna surowego i bezazotowych związków wyciągowych w nasionach, zawartość białka ogółem, popiołu surowego i bezazotowych związków wyciągowych w śrucie oraz wartość energetyczną 1 kg suchej masy nasion i śruty rzepakowej w jednostkach owsianych i MJ.

Ponadto wyliczono wydajność z 1 ha tłuszczu surowego, białka ogółem oraz wartość energetyczną nasion i śruty.

WYNIKI BADAŃ

Czynnik odmianowy miał istotny wpływ na zawartość w nasionach białka ogółem, tłuszczu surowego, włókna surowego, bezazotowych związków wyciągowych oraz kształtował wartość energetyczną nasion (tab. 1). Nasiona odmiany Titan F₁ miały najwyższą wartość energetyczną i jednocześnie zawierały najwięcej białka ogółem i tłuszczu surowego a odmiana Lisek włókna surowego i bezazotowych związków wyciągowych.

Wzrost rozstawy rzędów z 15 do 30 cm zwiększał istotnie zawartość białka ogółem i obniżał poziom włókna surowego, a najwyższą zawartość tych składników notowano przy wysiewie na 1 m² 80 nasion.

Skład chemiczny i wartość energetyczna nasion rzepaku, w największym stopniu różnicował przebieg pogody w latach badań. Duża suma opadów w pierwszych dwóch latach badań, przy umiarkowanych temperaturach sprzyjała gromadzeniu tłuszczu surowego. Jednocześnie w ostatnim roku prowadzenia doświadczeń wystąpił w tym okresie niedobór opadów w połączeniu z wysokimi temperaturami, co sprzyjało gromadzeniu białka ogółem i popiołu surowego, a wartość energetyczna nasion była najniższa.

W odniesieniu do zawartości białka ogółem, włókna surowego i wartości energetycznej nasion wykazano współdziałanie wszystkich badanych czynników (tab. 2).

Skład chemiczny śruty rzepakowej modyfikował w największym stopniu zróżnicowany przebieg pogody w latach badań i odmiany, a w małym stopniu rozstawa rzędów i ilość wysiewu (tab. 3). Śruta odmiany Titan F₁ zawierała najwięcej białka ogółem, a najmniej bezazotowych związków wyciągowych.

Współdziałanie badanych czynników miało wpływ na zawartość w śrucie białka ogółem włókna surowego i wartość energetyczną (tab. 4).

W oleju oznaczono 20 kwasów tłuszczowych, w tym 10 nasyconych. Dominowały nienasycone kwasy szeregu C₁₈. Przebieg pogody i czynnik genetyczny miały istotny wpływ na kształtowanie zawartości kwasów tłuszczowych (tab. 5). Istotne różnice międzyodmianowe wykazano w odniesieniu do kwasu laurynowego, mirystynowego, pentadekanowego, palmitoelaidynowego, linolowego, eikozenowego, eikozadienowego, behenowego i erukowego. Spośród nienasyconych kwasów osiemnastowęglowych, ważnych dla człowieka z fizjologicznego punktu widzenia, najwięcej kwasu linolowego zawierała odmiana Lisek, a kwasu linolenowego odmiana Baldur F₁. Najmniejsza zawartość tych kwasów była u odmiany Titan F₁. Czynnik odmianowy nie miał istotnego wpływu na zawartość kwasu oleinowego. Wykazano natomiast istotny wpływ odmiany na poziom kwasu erukowego. Najwięcej było go u odmiany Lisek, a najmniej u odmiany Baldur F₁.

Tabela 1
Table 1

Skład chemiczny i wartość energetyczna nasion rzepaku ozimego (średnie dla czynników i lat)
Chemical content and energy value of winter oilseed rape seeds (means for factors and years)

Odmiana Cultivar	Rozsta- wa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of seeds per seeds per 1 m ²	Lata Years	Zawartość (%) Content (%)					Wartość energetyczna Energy value 1 kg s.m. nasion 1 kg d.m. seeds	
				białko ogółem total protein	tłuszcz surowy crude fat	włókno surowe crude fibre	popiół surowy crude ash	bezzazotowe zwiąt- zki wyciągowe nitrogen-free extract	jednostki owsiane oats units	MJ
Baldur F ₁				19,5	46,6	6,5	3,9	23,5	2,164	12,81
Lisek				19,4	45,4	6,6	3,9	24,6	2,139	12,66
Titan F ₁				19,6	47,1	6,5	3,9	22,9	2,176	12,88
				0,1	0,4	0,1	r.n.	0,5	0,008	0,05
				19,4	46,4	6,6	3,9	23,7	2,160	12,79
				19,6	46,3	6,5	3,9	23,7	2,159	12,78
				0,1	r.n.	0,1	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
				19,5	46,3	6,5	3,9	23,7	2,158	12,77
		40		19,6	46,4	6,6	3,9	23,6	2,160	12,78
		80		19,4	46,4	6,5	3,9	23,8	2,161	12,79
		120		0,1	r.n.	0,1	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
				18,8	47,5	6,5	3,8	23,4	2,186	12,94
			2003/2004	19,0	46,6	6,7	3,9	23,9	2,164	12,81
			2004/2005	20,8	45,0	6,5	4,1	23,7	2,128	12,60
			2005/2006	0,2	0,2	0,1	0,1	r.n.	0,003	0,02

r.n. – różnica nieistotna – no significant difference

Tabela 2
Table 2

Skład chemiczny i wartość energetyczna nasion rzepaku ozimego (średnie dla współdziałania czynników z lat 2003–2006)
Chemical content and energy value of winter oilseed rape seeds (means for factors co-operation 2003–2006)

Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Zawartość (%) Content (%)						Wartość energetyczna 1 kg s.m. nasion Energy value 1 kg d.in. seeds	
			białko ogółem total protein	tłuszcz surowy crude fat	włókno surowe crude fibre	popiół surowy crude ash	bezażotowe związki wyciągowe nitrogen-free extract	jednostki owsiane oats units	MJ	
Baldur F ₁	15	40	19,4	47,0	6,4	3,9	23,3	2,174	12,87	
		80	19,2	46,8	6,7	3,9	23,4	2,169	12,84	
		120	19,7	46,4	6,5	3,8	23,6	2,162	12,80	
	30	40	19,6	46,1	6,7	4,0	23,7	2,148	12,72	
		80	19,7	46,3	6,4	3,9	23,8	2,161	12,79	
		120	19,2	46,8	6,6	4,0	23,5	2,167	12,83	
Lisek	15	40	19,4	45,3	6,7	3,9	24,7	2,136	12,65	
		80	19,7	44,8	6,8	3,9	24,8	2,125	12,58	
		120	18,9	45,2	6,6	3,8	25,6	2,136	12,64	
	30	40	19,8	45,8	6,5	3,9	24,1	2,149	12,72	
		80	19,5	45,9	6,7	3,9	24,0	2,148	12,71	
		120	19,4	45,5	6,6	3,9	24,6	2,141	12,67	
Titan F ₁	15	40	19,5	47,1	6,7	3,9	22,9	2,173	12,87	
		80	19,6	47,3	6,4	3,9	22,8	2,181	12,91	
		120	19,6	47,6	6,7	3,9	22,1	2,185	12,93	
	30	40	19,6	45,5	6,4	3,9	24,6	2,165	12,81	
		80	19,9	47,0	6,5	3,9	22,6	2,175	12,87	
		120	19,6	47,0	6,2	4,0	23,2	2,176	12,88	
NIR ($\alpha=0,05$)			0,3	r.n.	0,1	r.n.	r.n.	0,013	0,07	

r.n. – różnica nieistotna – no significant difference

Tabela 3
Table 3Skład chemiczny i wartość energetyczna śruty rzepakowej (średnie dla czynników i lat)
Chemical content and energy value of rapeseed meal (means for factors and years)

Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Lata Years	Zawartość (%) Content (%)				Wartość energetyczna 1 kg s.m. śruty Energy value of 1 kg d.m. rapeseed meal	
				białko ogółem total protein	włókno surowe crude fibre	popiół surowy crude ash	bezoztowe związki wyciągowe nitrogen-free extract	jednostki owsiane oats units	MJ
Baldur F ₁				36,4	12,2	7,3	44,1	1,064	6,29
Lisek				35,6	12,2	7,2	45,0	1,068	6,32
Titan F ₁				37,0	12,3	7,4	43,3	1,063	6,29
				0,34	r.n.	0,07	0,33	0,004	0,02
	15			36,3	12,3	7,3	44,1	1,065	6,30
	30			36,4	12,1	7,3	44,2	1,065	6,31
				r.n.	0,10	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
				36,4	12,2	7,3	44,1	1,064	6,30
		40		36,5	12,3	7,3	43,9	1,065	6,30
		80		36,2	12,2	7,3	44,3	1,066	6,31
		120		r.n.	0,08	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
				35,9	12,4	7,3	44,5	1,065	6,31
			2003/2004	35,6	12,5	7,3	44,7	1,064	6,30
			2004/2005	37,6	11,9	7,4	43,1	1,065	6,31
			2005/2006	0,2	0,1	0,1	0,3	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – no significant difference

Tabela 4
Table 4

Skład chemiczny i wartość energetyczna śruty rzepakowej (średnie dla współdziałania czynników z lat 2003–2006)
Chemical content and energy value of rapeseed meal (means for factors interaction in 2003–2006)

Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysia- nych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Zawartość (%) Content (%)				Wartość energetyczna 1 kg s.m. śruty Energy value of 1 kg d.m. rapeseed meal	
			białko ogółem crude protein	włókno surowe crude fibre	popiół surowy crude ash	bezażotowe związ- ki wyciągowe nitrogen-free extract	jednostki owsiane oats units	MJ
Baldur F ₁	15	40	36,6	12,0	7,4	44,0	1,065	6,31
		80	36,1	12,6	7,4	44,0	1,062	6,29
		120	36,7	12,2	7,1	44,0	1,067	6,32
	30	40	36,3	12,4	7,4	43,9	1,055	6,24
		80	36,6	11,9	7,2	44,2	1,069	6,33
		120	36,0	12,4	7,4	44,2	1,063	6,29
Lisek	15	40	35,5	12,2	7,2	45,1	1,068	6,32
		80	35,6	12,4	7,1	44,9	1,067	6,32
		120	34,4	12,1	7,0	46,5	1,073	6,36
	30	40	36,7	11,9	7,2	44,2	1,070	6,33
		80	36,0	12,4	7,2	44,3	1,065	6,31
		120	35,6	12,2	7,2	45,1	1,068	6,32
Titan F ₁	15	40	37,1	12,6	7,4	42,9	1,060	6,28
		80	37,2	12,2	7,4	43,2	1,064	6,30
		120	37,4	12,8	7,5	42,3	1,057	6,26
	30	40	36,2	12,0	7,3	44,5	1,067	6,32
		80	37,3	12,3	7,4	43,0	1,063	6,29
		120	37,0	11,7	7,5	43,8	1,067	6,32
NIR ($\alpha=0,05$)			0,7	0,2	r.n.	r.n.	0,007	0,04

r.n. – różnica nieistotna – no significant difference

Tabela 5
Table 5Zawartość kwasów tłuszczowych w oleju z nasion rzepaku ozimego w % (średnie dla czynników w latach 2003–2006)
Content of fatty acids in winter oilseed rape seeds in % (means for factors 2003–2006)

Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1m ²	Lata Years	Zawartość kwasów tłuszczowych (%) Content of fatty acids (%)																			
				C _{10:0}	C _{12:0}	C _{14:0}	C _{15:0}	C _{16:0}	C _{16:1} [n7]	C _{16:1} [n9]	C _{17:0}	C _{18:0}	C _{18:1} [n7]	C _{18:1} [n9]	C _{18:2} [n6]	C _{18:3} [n3]	C _{18:3} [n6]	C _{20:0}	C _{20:1} [n9]	C _{20:2} [n6]	C _{22:0}	C _{22:1} [n9]	C _{24:0}
Baldur				0,15	0,03	0,06	0,02	4,71	0,23	0,03	0,03	2,11	3,26	61,51	17,24	8,12	0,03	0,62	1,13	0,05	0,28	0,11	0,10
F ₁				r.n.	0,01	0,05	0,005	r.n.	0,01	0,003	r.n.	r.n.	r.n.	0,19	0,19	r.n.	r.n.	0,03	0,003	0,01	0,03	r.n.	
Lisek				0,11	0,03	0,09	0,02	4,78	0,23	0,04	0,03	2,14	3,30	61,33	17,28	8,05	0,04	0,61	1,20	0,05	0,29	0,16	0,10
Titan				0,03	0,03	0,09	0,02	4,80	0,23	0,04	0,03	2,17	3,34	61,39	17,26	7,97	0,03	0,63	1,21	0,05	0,31	0,14	0,12
F ₁				r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,01	r.n.	r.n.	0,01	r.n.	0,01
		40		0,13	0,03	0,09	0,02	4,73	0,24	0,04	0,03	2,14	3,30	61,19	17,32	8,09	0,04	0,62	1,22	0,06	0,29	0,16	0,11
		80		0,03	0,03	0,08	0,02	4,86	0,24	0,04	0,03	2,17	3,35	61,33	17,28	7,98	0,03	0,62	1,21	0,06	0,31	0,16	0,10
		120		0,04	0,03	0,08	0,02	4,79	0,23	0,04	0,03	2,15	3,31	61,56	17,21	7,97	0,03	0,63	1,18	0,05	0,30	0,14	0,11
				r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,03	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
			2003/2004	0,01	0,02	0,05	0,01	4,32	0,23	0,03	0,02	1,98	3,41	61,77	16,45	9,23	0,04	0,61	1,19	0,05	0,32	0,09	0,10
			2004/2005	0,02	0,02	0,06	0,01	4,92	0,22	0,03	0,02	1,84	3,24	60,10	18,58	8,13	-	0,57	1,22	0,05	0,33	0,19	0,11
			2005/2006	0,04	0,05	0,15	0,03	5,14	0,26	0,04	0,05	2,64	3,32	62,22	16,78	6,69	0,03	0,69	1,20	0,06	0,25	0,18	0,12
				r.n.	0,01	0,05	0,005	0,30	0,01	0,003	0,005	0,11	r.n.	0,52	0,19	0,19	r.n.	0,01	0,003	0,01	0,04	r.n.	

r. n. – różnica nieistotna - no significant difference

Kwasy tłuszczowe/ Fatty acids: C_{10:0} – kaprynowy/ capric, C_{12:0} – laurynowy/ lauric, C_{14:0} – mirystynowy/ myristic, C_{15:0} – pentadekanowy/ pentadecanoic, C_{16:0} – palmitynowy/ palmitic, C_{16:1[n7]} – palmitoleidynowy/ palmitoleidic, C_{16:1[n9]} – palmitoleinowy/ palmitoleic, C_{17:0} – heptadekanowy (margarynowy)/ heptadecanoic, C_{18:0} – stearynowy/ stearic, C_{18:1[n7]} – wakkenowy/ vaccenic, C_{18:1[n9]} – oleinowy/ oleic, C_{18:2[n6]} – linolowy/ linoleic, C_{18:3[n3]} – linolenowy/ linolenic, C_{18:3 [n6]} – gamma-linolenowy/ gamma-linolenic, C_{20:0} – arachinowy/ arachic, C_{20:1[n9]} – eikozenowy/ eicosenic, C_{20:2[n6]} – eikozadienowy/ eicosadienic, C_{22:0} – behenowy/ behenic, C_{22:1[n9]} – erukowy/ erucic, C_{24:0} – lignocerynowy/ lignoceric.

Przebieg pogody w latach badań różnicował w największym stopniu zawartość kwasu linolenowego (o 2,54%), linolowego (o 2,13%) i kwasu oleinowego (o 1,67%), oraz mniejszym stopniu palmitynowego (o 0,82%) i stearynowego (o 0,80%). W pozostałych oznaczanych kwasach różnice między latami badań były nieznaczne. W latach 2003/2004 i 2005/2006 wykazano obecność kwasu gamma-linolenowego.

Współdziałanie odmian, rozstawy rzędów i ilości wysiewu miało istotny wpływ na zawartość w oleju rzepakowym kwasów: linolowego i arachinowego (tab. 6).

Czynnik odmianowy kształtował sumę wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT). Najwięcej NNKT zawierała odmiana Lisek, a najmniej odmiana Titan F₁ (tab. 7).

Suma kwasów nasyconych ogółem i suma kwasów C_{16:0}+C_{18:0} była najniższa, a nienasyconych ogółem i 18-węglowych najwyższa w pierwszym roku prowadzenia doświadczeń.

Stosunek kwasu linolowego do linolenowego+gamma-linolenowego wahał się w granicach 1,77 do 2,49 i był najkorzystniejszy w roku 2005/2006, a najmniej korzystny w roku 2003/2004. Natomiast stosunek kwasów nienasyconych do nasyconych najwyższy był w pierwszym roku badań, a najniższy (9,92) w trzecim roku badań (tab. 7).

Nie wykazano istotnego wpływu odmian, rozstawy rzędów i ilości wysiewu na sumę kwasów nasyconych, nienasyconych ogółem, NNKT, 18-węglowych oraz na stosunek kwasu linolowego do linolenowego (tab. 7).

Zawartość kwasu oleinowego i linolenowego kształtowała się pod wpływem współdziałania lat i odmian (rys. 1–2).

W pierwszym roku badań najwięcej kwasu oleinowego miał olej pochodzący z odmian Baldur F₁ i Titan F₁, w drugim roku z odmiany Titan F₁, a w trzecim roku z odmiany Baldur F₁ (rys. 1). Zawartość kwasu linolenowego w pierwszym i trzecim roku badań nie różnicowała się pod wpływem odmian, natomiast w drugim roku najwięcej tego składnika zawierała odmiana Baldur F₁ (rys. 2).

Wydajność tłuszczu surowego, białko ogółem i wartość energetyczna z 1 ha kształtowały się pod wpływem czynnika odmianowego, rozstawy rzędów, ilości wysiewu oraz zróżnicowanego przebiegu pogody w latach badań (tab. 8). Największą wydajność tłuszczu surowego, białka ogółem oraz energii z 1 ha uzyskano z odmiany Titan F₁.

Zwiększenie rozstawy rzędów z 15 do 30 cm powodowało spadek wydajności tłuszczu surowego o 6,5%, białka ogółem o 4,8% i energii z 1 ha o 6%. Zwiększenie ilości wysiewu z 40 do 80 nasion na 1 m² powodowało wzrost wydajności tłuszczu surowego o 6,5%, białka ogółem o 6,3% oraz energii z 1 ha o 6,3%.

Najwyższą wydajność tłuszczu surowego, białka ogółem oraz energii z 1 ha uzyskano w drugim roku badań, kiedy plony były najwyższe w trzyleciu.

W odniesieniu do wydajności białka ogółem wykazano współdziałanie odmian, rozstawy rzędów i ilości wysiewu (tab. 9), a w stosunku do wydajności tłuszczu surowego, białka ogółem oraz energii z 1 ha wykazano współdziałanie lat i odmian (rys. 3–5).

Czynnik odmianowy, rozstawa rzędów, ilość wysiewu oraz lata badań miały istotny wpływ na wydajność śruty rzepakowej i wartość energetyczną śruty z 1 ha (tab. 10).

Tabela 6
Table 6
Zawartość kwasów tłuszczowych w oleju z nasion rzepaku ozimego w % (średnie dla współdziałania czynników z lat 2003–2006)
Content of fatty acids in winter oilseed rape seeds in % (means for factors interaction in 2003–2006)

Odmiana Cultivar	Roz- stawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Zawartość kwasów tłuszczowych (%) Content of fatty acids (%)																				
			C _{10:0}	C _{12:0}	C _{14:0}	C _{15:0}	C _{16:0}	C _{16:1} [n7]	C _{16:1} [n9]	C _{17:0}	C _{18:0}	C _{18:1} [n7]	C _{18:1} [n9]	C _{18:2} [n6]	C _{18:3} [n3]	C _{18:3} [n6]	C _{20:0}	C _{20:1} [n9]	C _{20:2} [n6]	C _{22:0}	C _{22:1} [n9]	C _{24:0}	
Baldur F ₁	15	40	0,65	0,03	0,07	0,02	4,52	0,22	0,04	0,03	2,06	3,16	61,36	17,08	8,06	0,04	0,62	1,16	0,05	0,28	0,13	0,10	
		80	0,05	0,02	0,06	0,02	4,53	0,23	0,04	0,03	2,06	3,26	61,52	17,42	8,29	0,03	0,61	1,16	0,05	0,26	0,15	0,10	
		120	0,12	0,03	0,06	0,02	4,70	0,22	0,04	0,03	2,04	3,29	61,83	17,17	8,08	0,04	0,61	1,11	0,05	0,23	0,12	0,10	
Titan F ₁	30	40	0,02	0,02	0,06	0,02	4,60	0,22	0,04	0,03	0,05	3,30	61,33	17,54	8,28	0,04	0,62	1,16	0,06	0,29	0,13	0,13	
		80	0,03	0,02	0,06	0,02	5,10	0,24	0,04	0,03	0,24	3,34	61,32	17,01	7,93	0,03	0,63	1,13	0,05	0,32	0,09	0,10	
		120	0,01	0,03	0,06	0,02	4,82	0,22	0,04	0,03	0,20	3,19	61,72	17,24	8,07	0,03	0,64	1,10	0,05	0,30	0,07	0,09	
Lisek	15	40	0,01	0,02	0,06	0,02	4,81	0,23	0,04	0,03	2,21	3,28	60,99	17,56	8,17	0,04	0,63	1,22	0,06	0,29	0,16	0,10	
		80	0,02	0,02	0,06	0,02	4,80	0,23	0,04	0,03	2,21	3,39	61,05	17,44	8,09	0,03	0,64	1,22	0,05	0,32	0,17	0,11	
		120	0,02	0,02	0,07	0,02	4,72	0,23	0,04	0,03	2,13	3,31	61,29	17,48	8,14	0,04	0,63	1,18	0,05	0,27	0,16	0,09	
Titan F ₁	15	40	0,02	0,02	0,08	0,02	4,64	0,23	0,04	0,03	2,17	3,45	60,94	17,54	8,10	0,04	0,64	1,27	0,06	0,31	0,18	0,12	
		80	0,02	0,02	0,06	0,02	4,68	0,22	0,04	0,03	2,11	3,45	61,04	17,53	8,00	0,04	0,61	1,31	0,07	0,31	0,24	0,12	
		120	0,02	0,01	0,06	0,02	4,69	0,22	0,04	0,03	2,14	3,22	61,39	17,51	7,98	0,03	0,62	1,28	0,06	0,31	0,24	0,12	
Titan F ₁	30	40	0,04	0,03	0,10	0,03	4,74	0,27	0,04	0,03	2,13	3,29	61,31	17,40	7,85	0,03	0,61	1,30	0,06	0,30	0,20	0,10	
		80	0,04	0,03	0,13	0,02	5,04	0,27	0,04	0,03	2,18	3,36	61,51	17,01	7,85	0,03	0,59	1,28	0,06	0,31	0,19	0,09	
		120	0,06	0,06	0,18	0,03	5,15	0,23	0,04	0,03	2,23	3,37	61,14	16,96	7,92	0,04	0,59	1,18	0,05	0,33	0,17	0,13	
Titan F ₁	30	40	0,05	0,05	0,18	0,03	5,05	0,24	0,04	0,03	2,24	3,33	61,18	16,81	8,07	0,04	0,60	1,23	0,05	0,29	0,14	0,12	
		80	0,06	0,04	0,14	0,02	5,00	0,24	0,04	0,04	2,22	3,32	61,57	17,27	7,72	0,04	0,64	1,16	0,05	0,33	0,13	0,11	
		120	0,02	0,02	0,07	0,02	4,66	0,22	0,04	0,03	2,13	3,49	62,01	16,91	7,62	0,03	0,70	1,24	0,05	0,37	0,13	0,16	
NIR (σ= 0,05)			r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r. n. – różnica nieistotna – no significant difference

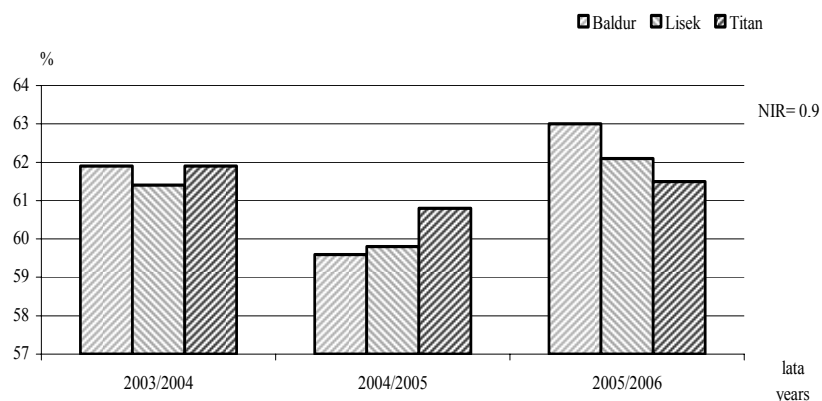
Kwasy tłuszczowe/ Fatty acids: C_{10:0} – kaprynowy / capric, C_{12:0} – laurynowy / lauric, C_{14:0} – mirystynowy / myristic, C_{15:0} – pentadekanowy / pentadecanoic, C_{16:0} – palmitynowy / palmitic, C_{16:1[n7]} – palmitoleaidynowy / palmitoleaidic, C_{16:1[n9]} – palmitoleinowy / palmitoleic, C_{17:0} – heptadekanowy (margarynowy) / heptadecanic, C_{18:0} – stearynowy / stearic, C_{18:1[n7]} – wakkenowy / vaccenic, C_{18:1[n9]} – oleinowy / oleic, C_{18:2[n6]} – linolowy / linoleic, C_{18:3[n3]} – linolenowy / linolenic, C_{18:3[n6]} – gamma-linolenowy / gamma-linolenic, C_{20:0} – arachinowy / arachic, C_{20:1[n9]} – elkozenowy / eicosenic, C_{20:2[n6]} – elkozadienowy / eicosadienic, C_{22:0} – behenowy / behenic, C_{22:1[n9]} – erukowy / erucic, C_{24:0} – lignocerynowy / lignoceric.

Tabela 7
Table 7Sumy kwasów tłuszczowych w oleju z nasion rzepakowego (średnie dla czynników w latach 2003–2006)
Total fatty acids of winter oilseed rape oil (means for factors 2003–2006)

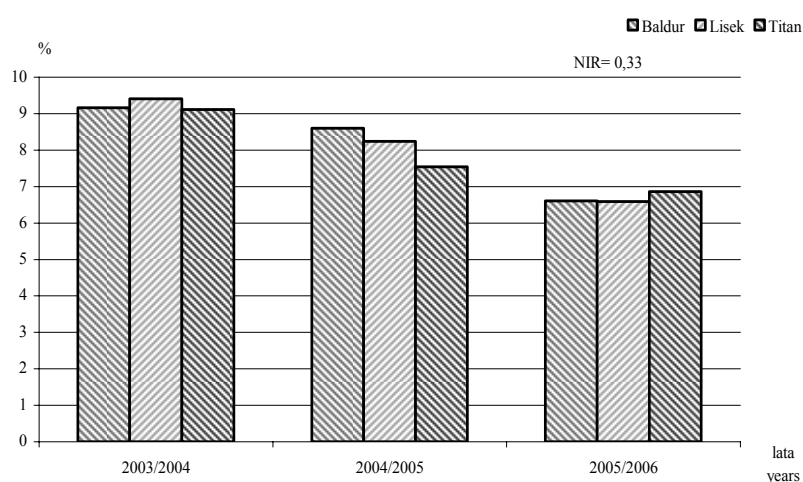
Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Lata Years	Suma kwasów tłuszczowych (%) – Total fatty acids (%)				Stosunek kwa- sów nienasyco- nych do nasyco- nych Ratio of unsatu- rated to saturated fatty acids	Stosunek Ratio C _{18:2} / C _{18:3}		
				Nasyconych Saturated		Nienasyconych Unsaturated					
				Ogółem Total	C _{16:0} +C _{18:0}	Ogółem Total	Jednonie- nasyconych Monounsatu- rated			18-C	
Baldur F ₁				8,17	6,83	91,75	25,39	66,30	90,17	11,30	2,15
Lisek				8,11	6,89	91,91	25,65	66,17	90,15	11,41	2,21
Titan F ₁				8,49	7,13	91,45	24,89	66,46	89,70	10,95	2,20
			NIR (α=0,05)	r.n.	r.n.	r.n.	0,36	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
	15			8,24	6,93	91,68	25,36	66,25	89,97	11,25	2,18
	30			8,28	6,98	91,73	25,26	66,37	90,04	11,19	2,20
			NIR (α=0,05)	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
		40		8,26	6,87	91,66	25,44	66,16	89,94	11,21	2,17
		80		8,29	7,03	91,65	25,25	66,30	89,93	11,18	2,19
		120		8,22	6,94	91,80	25,24	66,47	90,15	11,27	2,20
			NIR (α=0,05)	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
			2003/2004	7,48	6,30	92,51	25,72	66,73	90,91	12,36	1,77
			2004/2005	8,09	6,76	91,85	26,71	65,02	90,12	11,38	2,30
			2005/2006	9,21	7,79	90,76	23,50	67,18	89,00	9,92	2,49
			NIR (α=0,05)	0,48	0,41	0,49	0,37	0,43	0,51	0,57	0,05

r. n. – różnica nieistotna – no significant difference

Kwasy tłuszczowe/ Fatty acids: Nasycone/ Saturated: C_{10:0} – kaprynowy/ capric, C_{12:0} – laurynowy/ lauric, C_{14:0} – mirystynowy/ myristic, C_{15:0} – pentadekanowy/ pentadecanoic, C_{16:0} – palmitynowy/ palmitic, C_{17:0} – heptadekanowy (margarynowy)/ heptadecanic, C_{18:0} – stearynowy/ stearic, C_{20:0} – arachinowy/ arachic, C_{22:0} – behenowy/ behenic, C_{24:0} – lignocerynowy/ lignoceric;
 Jednonienasycone/ Monounsaturated: C_{16:1(n-7)} – palmitoleaidynowy/ palmitoleaidic, C_{18:1(n-7)} – wakkenowy/ vaccenic, C_{16:1(n-9)} – palmitoleinowy/ palmitoleic, C_{18:1(n-9)} – oleinowy/ oleic, C_{20:1(n-9)} eikozenowy/ eicosenic, C_{22:1(n-9)} – erukowy/ erucic;
 Dwunienasycone/ Diunsaturated: C_{20:2[n6]} – eikozadienowy/ eicosadienic,
 Wielonienasycone (NNKT)/ Polyunsaturated (PUFA): C_{18:2(n-6)}(linolowy/ linoleic) + C_{18:3(n-3)}(linolenowy/ linolenic) + C_{18:3(n-3)}(linolenowy/ linolenic) + C_{18:3(n-6)}(gamma-linolenowy/ gamma-linolenic)
 Nienasycone kwasy 18-węglowe/ Unsaturated 18-C acids: C_{18:1(n-9)} – oleinowy/ oleic, C_{18:2(n-6)} – linolowy/ linoleic, C_{18:3(n-3)} – linolenowy/ linolenic, C_{18:3(n-6)} – gamma-linolenowy/ gamma-linolenic.



Rys. 1. Zawartość kwasu $C_{18:1n9}$ w oleju z nasion rzepaku ozimego (współdziałanie lat i odmian)
 Fig. 1. Content of $C_{18:1n9}$ acid in winter rape seed oil (interaction of years and cultivars)



Rys. 2. Zawartość kwasu $C_{18:3n3}$ (współdziałanie lat i odmian)
 Fig. 2. Content of $C_{18:3n3}$ acid in winter rape seed oil (interaction of years and cultivars)

Wydajność śrutę rzepakowej i wartości energetycznej z 1 ha była największa u odmiany Titan F₁. Zwiększenie rozstawy rzędów z 15 do 30 cm spowodowało spadek o 5,7% wydajności śrutę rzepakowej i wartości energetycznej z 1 ha. Zwiększenie ilości wysiewu z 40 do 80 nasion na 1 m² powodowało wzrost wydajności śrutę o 5,8% i wartości energetycznej o 5,9%.

Największa wydajność śrutę rzepakowej z 1 ha i wartość energetyczna była w roku 2004/2005.

Tabela 8
Table 8
Plon nasion rzepak uziemego, wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem oraz wydajność energetyczna nasion (średnie dla czynników i lat)
Yield of winter oilseed rape seed, crude fat yield and total protein yield and yield of energy value in seed (means for factors and years)

Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seed per 1 m ²	Lata Years	Plon nasion Seed yield (t·ha ⁻¹)	Wydajność z 1 ha Yield per 1 ha			MJ
					tłuszcz surowy crude fat (t)	białko ogółem total protein (t)	jednostki owsiane oats units	
Baldur F ₁				3,75	1,52	0,62	7082	41932
Lisek				3,47	1,37	0,58	6478	38355
Titan F ₁				3,84	1,58	0,65	7293	43178
				0,07	0,02	0,01	137	815
				3,80	1,54	0,63	7168	42439
				3,57	1,44	0,60	6734	39871
				0,06	0,02	0,01	122	727
				3,54	1,43	0,59	6668	39482
				3,77	1,53	0,63	7118	42144
				3,74	1,52	0,62	7067	41839
				0,07	0,02	0,01	133	790
				4,08	1,69	0,66	7779	46061
				4,48	1,81	0,74	8451	50033
				2,49	0,97	0,45	4623	27371
				0,12	0,04	0,01	220	1303

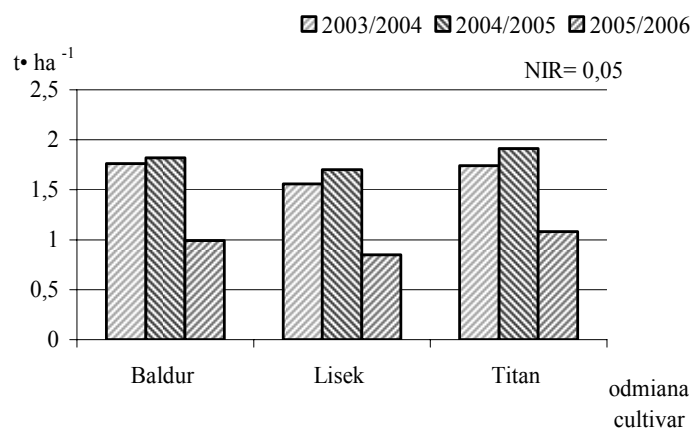
r. n. – różnica nieistotna – no significant difference

Tabela 9
Table 9

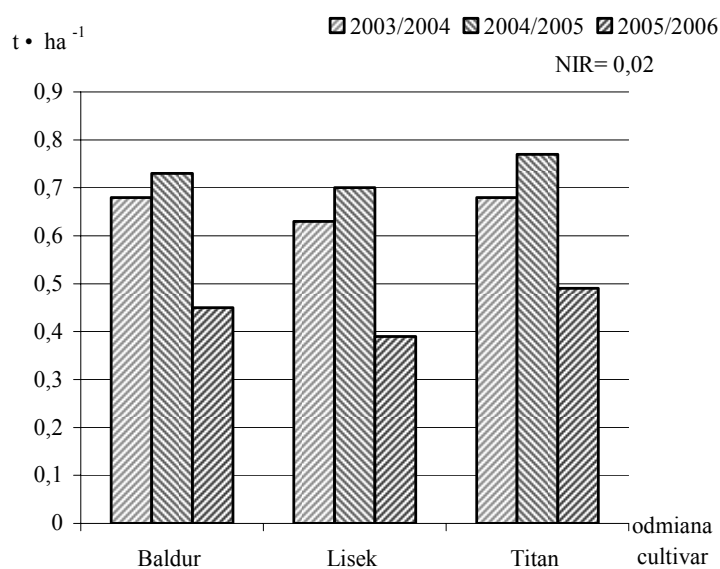
Plon nasion rzepaku ozimego, wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem oraz wydajność energetyczna nasion
(średnie dla współdziałania czynników z lat 2003–2006)
Winter oilseed rape seed yield, crude fat, total protein and seeds energy value
(means for factors interaction in 2003–2006)

Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Plon nasion Seed yield (t ha ⁻¹)	Wydajność z 1 ha Yield per 1 ha				MJ
				tłuszcz surowy crude fat (t)	białko ogółem total protein (t)	jednostki owsiane oats units		
Baldur F ₁	15	40	3,59	1,47	0,60	6819	40373	
		80	3,89	1,59	0,64	7365	43604	
		120	4,20	1,70	0,71	7923	46909	
	30	40	3,55	1,43	0,59	6653	39394	
		80	3,73	1,51	0,63	7037	41670	
		120	3,54	1,44	0,58	6695	39640	
Lisek	15	40	3,41	1,34	0,57	6357	37635	
		80	3,62	1,41	0,61	6696	39646	
		120	3,61	1,42	0,58	6731	39851	
	30	40	3,36	1,34	0,56	6293	37258	
		80	3,46	1,38	0,58	6485	38392	
		120	3,38	1,34	0,56	6308	37349	
Titan F ₁	15	40	3,68	1,51	0,62	6989	41383	
		80	4,10	1,70	0,69	7809	46230	
		120	4,10	1,71	0,69	7824	46322	
	30	40	3,66	1,48	0,61	6900	40850	
		80	3,86	1,58	0,66	7317	43320	
		120	3,64	1,49	0,61	6919	40965	
NIR ($\alpha=0,05$)			r.n.	r.n.	0,03	r.n.	r.n.	

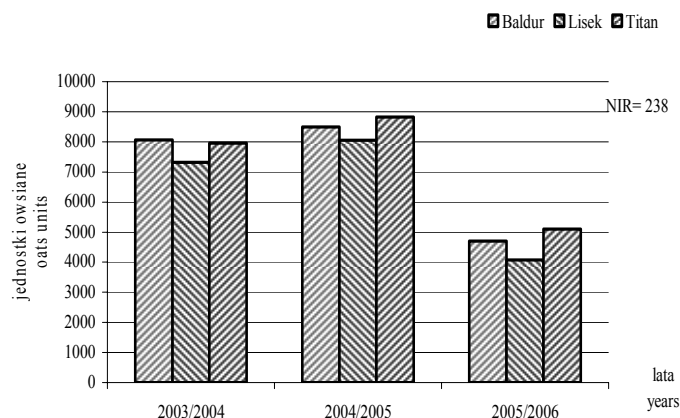
r. n. – różnica nieistotna - no significant difference



Rys. 3. Tłuszcz surowy w t z 1 ha dla nasion rzepaku ozimego (współdziałanie lat i odmian)
Fig. 3. Crude fat (t/1ha) in winter rape seeds (interaction of years and cultivars)



Rys. 4. Białko ogółem w t z 1 ha dla nasion rzepaku ozimego (współdziałanie lat i odmian)
Fig. 4. Total protein (t/1ha) in winter rape seeds (interaction of years and cultivars)



Rys. 5. Jednostki owsiane z 1 ha dla nasion rzepaku ozimego (współdziałanie lat i odmian)
 Fig. 5. Oats units per 1 ha for winter rape seeds (interaction of years and cultivars)

Tabela 10
 Table 10

Wydajność śruty rzepakowej ($t \cdot ha^{-1}$) i jej wydajność energetyczna (średnie dla czynników i lat)
 Rapeseed meal yield ($t \cdot ha^{-1}$) and its energy value (means for factors and years)

Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Lata Years	Wydajność z 1 ha Yield per 1 ha		
				śruta rzepakowa rapeseed meal (t)	jednostki owsiane oats units	MJ
Baldur F ₁				2,22	2061	12201
Lisek				2,09	1948	11537
Titan F ₁				2,26	2091	12397
NIR ($\alpha=0,05$)				0,04	40	238
	15			2,25	2093	12393
	30			2,12	1973	11684
NIR ($\alpha=0,05$)				0,03	36	216
		40		2,11	1956	11579
		80		2,24	2080	12314
		120		2,22	2064	12223
NIR ($\alpha=0,05$)				0,04	39	233
			2003/2004	2,39	2222	13156
			2004/2005	2,66	2471	14629
			2005/2006	1,51	1407	8331
NIR ($\alpha=0,05$)				0,06	64	381

r. n. – różnica nieistotna – no significant difference

Współdziałanie wszystkich badanych czynników miało istotny wpływ na wydajność z 1 ha śruty rzepakowej i jej wartości energetycznej (tab. 11), a ponadto w kształtowaniu tych cech wykazano współdziałanie lat i odmian (rys. 6–7).

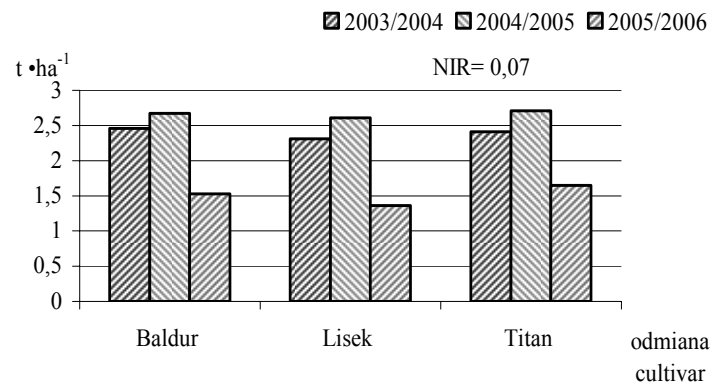
Tabela 11

Table 11

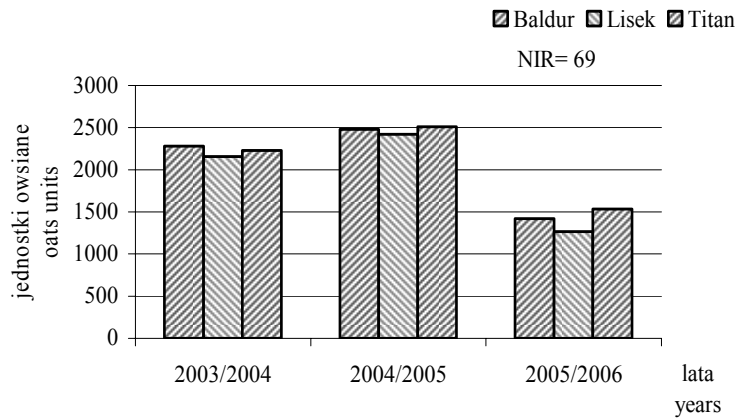
Wydajność śruty rzepakowej ($t \cdot ha^{-1}$) i jej wydajność energetyczna
(średnie dla współdziałania czynników z lat 2003–2006)
Rapeseed meal yield ($t \cdot ha^{-1}$) and its energy value (means for factors interaction in 2003–2006)

Odmiana Cultivar	Rozstawa rzędów Row spacing (cm)	Liczba wysianych nasion na 1 m ² Number of sown seeds per 1 m ²	Wydajność z 1 ha Yield per 1 ha		
			śruta rzepakowa rapeseed meal (t)	jednostki owsiane oats units	MJ
Baldur F ₁	15	40	2,11	1960	11604
		80	2,29	2124	12574
		120	2,50	2322	13751
	30	40	2,12	1952	11557
		80	2,22	2070	12255
		120	2,09	1936	11465
Lisek	15	40	2,06	1919	11365
		80	2,20	2049	12135
		120	2,19	2043	12094
	30	40	2,01	1875	11098
		80	2,07	1917	11349
		120	2,03	1888	11178
Titan F ₁	15	40	2,16	2001	11847
		80	2,39	2218	13131
		120	2,39	2202	13040
	30	40	2,18	2028	12006
		80	2,27	2101	12440
		120	2,14	1994	11809
NIR ($\alpha=0,05$)			0,10	96	571

r. n. – różnica nieistotna – no significant difference



Rys. 6. Wydajność śruty rzepakowej (współdziałanie lat i odmian)
Fig. 6. Rape meal yield (interaction of years and cultivars)



Rys. 7. Jednostki owsiane z 1 ha dla śruty rzepakowej (współdziałanie lat i odmian)
Fig. 7. Oats units per 1 ha for rape meal (interaction of years and cultivars)

DYSKUSJA WYNIKÓW BADAŃ

Podstawowym składnikiem nasion rzepaku są tłuszcz surowy i białko ogółem [Murawa i in. 1997]. Skład chemiczny nasion rzepaku ozimego kształtuje się przede wszystkim pod wpływem czynnika genetycznego i środowiska [Kotecki i in. 2002a]. Dembińska [1970] wykazała, że susza w okresie pąkowania i kwitnienia obniżyła zawartość tłuszczu w nasionach średnio o 1,7%. Według Canvina [1965] temperatura wyższa od optymalnej obniża w nasionach zawartość tłuszczu. Heimann [1999], wykazał

w doświadczeniach COBORU przeprowadzonych w latach 1996–1998, że różnice między odmianami w zawartości tłuszczu dochodziły średnio do 3,2%, a w zawartości białka w suchej masie beztłuszczowej przekraczały 6%. W badaniach własnych wykazano istotny wpływ układu warunków pogodowych na zawartość wszystkich badanych składników w nasionach, oprócz bezazotowych związków wyciągowych, a odmiany miały istotny wpływ na kształtowanie zawartości wszystkich składników organicznych. Najkorzystniejszym, dla gromadzenia tłuszczu w nasionach, okazał się rok 2003/2004, który odznaczał się dużą sumą opadów w okresie wykształcania i dojrzewania nasion. Wyniki badań własnych potwierdzają wcześniejsze doniesienia Dembińskiej [1970] i Canvina [1965], które wskazują na istotną rolę układu warunków wilgotnościowo-termicznych w kształtowaniu zawartości tłuszczu surowego i białka ogółem w nasionach. W badaniach własnych wykazano istotny wpływ odmiany na zawartość tłuszczu surowego w nasionach. Najwięcej tłuszczu w nasionach zgromadziła odmiana Titan F₁, a najmniej odmiana Lisek. Również badania Heimanna [1999] wskazują na istotny wpływ czynnika odmianowego w kształtowaniu poziomu tłuszczu surowego w nasionach, którego zawartość wahała się w granicach 46,0–49,3%. W odniesieniu do zawartości tłuszczu występuje zatem wyraźna reakcja genetyczno-środowiskowa.

Jasińska i Malarz [1989] stwierdzili, że rozstawa rzędów nie miała istotnego wpływu na zawartość tłuszczu surowego w nasionach, co potwierdzają wyniki własnych badań.

Wielebski i Wójtowicza [2004] wykazali, że gęstość siewu miała niewielki, aczkolwiek istotny wpływ na zawartość tłuszczu w nasionach, a w miarę zwiększania ilości wysiewu jego zawartość rosła. Nie potwierdzają tego wyniki badań własnych. Podobne rezultaty uzyskał, Muśnicki i in. [1999], który nie notował istotnych różnic w zawartości tłuszczu surowego w nasionach, pod wpływem ilości wysiewu.

Białko ogółem, oprócz tłuszczu surowego, jest jednym z podstawowych składników decydujących o przydatności technologicznej i żywieniowej nasion rzepaku [Adomas 2003]. Przeciętna zawartość białka w nasionach rzepaku ozimego wynosi od 20 do 25% [Krzymański 1986]. Dotychczasowe badania wykazują silne oddziaływanie czynników siedliskowych i agrotechnicznych na gromadzenie białka w nasionach [Kulka i Górecki 1995, Muśnicki i in. 1997]. Potwierdzają to badania własne, gdyż w roku 2005/2006, który charakteryzował się najniższą sumą opadów w okresie wykształcania i dojrzewania tłuszczyn, nasiona gromadziły najwięcej białka ogółem.

Muśnicki i in. [1999] nie stwierdził wpływu rozstawy rzędów i gęstości siewu na zawartość białka w suchej masie beztłuszczowej. Natomiast w badaniach własnych wykazano wpływ wymienionych czynników na zawartość białka ogółem.

Wykorzystanie oleju rzepakowego w żywieniu człowieka w znacznej mierze zależy od profilu kwasów tłuszczowych, o różnym stopniu nasycenia [Rakowska 1987], i od korzystnej dla organizmu ludzkiego aktywności biologicznej [Ackman 1990]. Według obecnego stanu wiedzy olej rzepakowy z nasion podwójnie uszlachetnionych zaliczany jest do najważniejszych tłuszczów jadalnych, o czym decydują głównie korzystne proporcje kwasów nienasyconych do nasyconych [Jerzewska i Ptasznik 2000, Shahidi 1990].

W badaniach własnych zawartość, poszczególnych, kwasów tłuszczowych w oleju rzepakowym zależała głównie od układu warunków hydrotermicznych podczas

wykształcania i dojrzewania nasion, a w mniejszym stopniu od czynnika odmianowego. Nie odnotowano istotnego wpływu rozstawy rzędów i ilości wysiewu na zawartość, poszczególnych, kwasów tłuszczowych. Kotecki in. [2001] wykazali, że udział kwasów tłuszczowych kształtował się przede wszystkim pod wpływem przebiegu pogody i odmiany. Dembiński [1967a, 1967b] twierdził, że czynniki siedliskowo-agrotechniczne miały tylko nieznaczny wpływ na skład kwasów tłuszczowych rzepaku, a ich skład jest cechą wysoce odziedziczną. Potwierdziły to doświadczenia COBORU z lat 1995–1997, gdzie zawartość kwasów nasyconych i nienasyconych tej samej odmiany rzepaku zmieniała się w latach zaledwie o 0,3% [Muśnicki 1999a].

Kotecki i in. [2002a] wykazali, że przebieg pogody różnicował w największym stopniu zawartość kwasu oleinowego (o 4,43%), a następnie w coraz mniejszym linolowego (o 2,67%), linolenowego (o 1,07%) i arachinowego (o 0,31%). Natomiast w badaniach własnych przebieg pogody różnicował w największym stopniu zawartość kwasu linolenowego (o 2,54%) i linolowego (o 2,13%), a następnie w coraz mniejszym oleinowego (o 1,67%), palmitynowego (o 0,82%) i stearynowego (o 0,80%).

Z powodu stosunkowo dużego udziału niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) olej rzepakowy z nasion odmian podwójnie ulepszonych zaliczany jest do najcenniejszych w grupie tłuszczów jadalnych [Ackman 1990, Diepenbrock i Wilson 1987]. Istotny wpływ warunków pogodowych na sumę kwasów nasyconych i nienasyconych, w tym NNKT wykazano w badaniach własnych i badaniach Koteckiego i in. [2002a], którzy stwierdzili wyraźny wpływ układu warunków wilgotnościowo-termicznych na sumę kwasów tłuszczowych.

W badaniach własnych stosunek kwasu $C_{18:2}$ do $C_{18:3}$ był najkorzystniejszy w roku 2005/2006. Stosunek kwasu linolowego do linolenowego odbiegał od optymalnego, gdyż badania żywieniowe wskazują, że powinien on wynosić 6:1 do 3:1 [Krzymański 1993].

Wielebski i Wójtowicz [2004] wykazali, że gęstość siewu nie wpływała istotnie na sumę kwasów nasyconych, wielonienasyconych, w tym NNKT oraz stosunek $C_{18:2}$ do $C_{18:3}$.

Wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem to funkcja plonu nasion i procentowej zawartości składnika. Kotecki i in. [2005] wykazali istotny wpływ warunków hydrotermicznych na wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem.

W badaniach własnych udowodniono, że wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem kształtowała się, podobnie jak plony nasion, przede wszystkim pod wpływem warunków pogodowych, a w mniejszym stopniu pod wpływem czynnika odmianowego oraz rozstawy rzędów i ilości.

WNIOSKI

Skład chemiczny nasion i śruty rzepakowej, zawartość kwasów tłuszczowych w oleju oraz wartość energetyczną nasion w największym stopniu różnicował zmienny przebieg pogody podczas dojrzewania nasion, a w mniejszym stopniu czynnik odmianowy. Rozstawa rzędów i ilość wysiewu miały niewielki wpływ na skład chemiczny.

1. Wysoka suma opadów podczas wykształcania nasion i dojrzewania tłuszczyn w połączeniu z umiarkowanymi temperaturami sprzyjały gromadzeniu tłuszczu surowego, natomiast susza w tym okresie powodowała zwiększenie zawartości białka ogółem. W suchym trzecim roku badań, w porównaniu z wilgotnym pierwszym i drugim rokiem, nasiona zawierały więcej białka ogółem odpowiednio o 2 i 1,8%, a mniej tłuszczu surowego o 2,5 i 1,6%.

2. Zmienny przebieg pogody w latach badań różnicował w największym stopniu zawartość kwasu linolenowego (o 2,54%), linolowego (o 2,13%) i kwasu oleinowego (o 1,67%), oraz mniejszym stopniu palmitynowego (o 0,82%) i stearynowego (o 0,80%). Suma kwasów nasyconych ogółem i suma kwasów $C_{16:0}+C_{18:0}$ była najniższa, a nienasyconych ogółem i 18-węglowych najwyższa w pierwszym roku badań.

3. Odmiany heterozyjne Baldur F_1 (DE) i Titan F_1 (DE), w porównaniu z odmianą Lisek (DE) zawierały więcej tłuszczu surowego i miały wyższą wartość energetyczną nasion, z kolei śruta zawierała więcej białka ogółem i odznaczała się niższą wartością energetyczną.

4. W składzie kwasów tłuszczowych występujących w oleju wykazano istotne różnice odmianowe w odniesieniu do kwasu laurynowego, mirystynowego, pentadekanowego, palmitoelaidynowego, linolowego, eikozenowego, eikozadienowego, behenowego i erukowego. Spośród nienasyconych kwasów osiemnastowęglowych, ważnych dla człowieka z fizjologicznego punktu widzenia, najwięcej kwasu linolowego zawierała odmiana Lisek, a kwasu linolenowego odmiana Baldur F_1 . Najmniejszą zawartość tych kwasów było u odmiany Titan F_1 . Najwięcej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych zawierała odmiana Lisek, a najmniej odmiana Titan F_1 .

5. Stosunek kwasu linolowego do linolenowego+gamma-linolenowego wahał się w granicach 1,77 do 2,49 i był najkorzystniejszy w roku 2005/2006, a najmniej korzystny w roku 2003/2004. Natomiast stosunek kwasów nienasyconych do nasyconych najwyższy był w pierwszym roku badań (12,36), a najniższy (9,92) w trzecim roku badań.

6. W warunkach Niżu Dolnośląskiego najwyższą wydajność tłuszczu surowego, białka ogółem, śruty i wartość energetyczną nasion i śruty z 1 ha uzyskano przy rozstawie 15 wysiewając na 1 m² 120 nasion dla odmiany Baldur F_1 (DE), a dla odmian Lisek (DE) i Titan F_1 (DE) wystarczający był wysiew 80 nasion na 1 m².

PIŚMIENNICTWO

- Ackman R. G., 1990: Canola fatty acids – an ideal mixture for health, nutritional food use. Chapter 6 in Canola and Rapeseed. Production, chemistry, Nutrition and Processing Technology. Ed. F. Shahidi, Published by Van Nostrand Reinhold, New York: 81–98.
- Adomas B., 2003: Plon i jakość nasion rzepaku jarego (*Brassica napus* var. *oleifera* f. *annua*), łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.) oraz łubinu wąskolistnego (*Lupinus angustifolius* L.) w zależności od stosowanych środków ochrony roślin. Rozprawy i monografie, UWM w Olsztynie, z. 75.
- Appelqvist L. A., 1970: Lipids in cruciferae. IV. The fatty acid composition of seeds of some cultivated *Brassica* species and of *Sinapis alba*. Fette, Seifen, Anstrichmit., t. 72, nr 9: 783–792.

- Canvin D. T., 1965: The effect of temperature on the content and fatty acid composition of the oils from several oil seed crops. *Can. J. Botany*, 43: 63–69.
- Craig B. M., Murty N. L., 1959a: Quantitative fatty acid analysis of vegetable oils by gas – liquid chromatography. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, t. 39: 549.
- Craig B. M., Wetter L. R., 1959b: Varietal and environmental effects on rape seed. II. Fatty acid composition of the oil. *Can. J. Plant. Sc.*, t. 39, nr 4: 437–442.
- Dembińska H., 1970: Wpływ wiosennych okresowych niedoborów wody na rozwój i strukturę plonu rzepaku ozimego przy różnych sposobach dawkowania azotu. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 97 (1): 33–47.
- Dembiński F., Jaruszewska H., Krzywińska F., Krasnodębski P., 1967a: Wpływ różnej wilgotności gleby i nawożenia azotowego na skład kwasów tłuszczowych oleju z nasion rzepaku jarego. *Pam. Puł.*, t. 25: 241–249.
- Dembiński F., Krasnodębski P., Orłowska T., 1967b: Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego w zależności od odmiany, środowiska oraz pory siewu i sprzętu. *Pam. Puł.*, t. 25: 5–23.
- Diepenbrock W., Wilson R. F., 1987: Genetic regulation of linolenic acids concentration in rapeseed. *Crop. Sci.*, 27: 75–77.
- Drevon J., 1992: Marine oils and their effect. *Scand. J. Nutr.*, 36, 26: 38–45.
- Drozdowski B., 1994: Charakterystyka ogólna tłuszczów jadalnych. [W:] Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności. Red. Z. E. Sikorski., WNT, Warszawa, Rozdz. 8: 234–244.
- Heimann S., 1999: Rzepak ozimy, rzepak jary. Synteza wyników doświadczeń odmianowych COBORU. *Słupia Wielka*, z. 1159: 27–37.
- Jakubowski A., Pędziniński W., 1967: Skład wolnych kwasów tłuszczowych w surowych olejach rzepakowych. *Tłuszcze Jadalne*, t. 11, nr 6: 248–257.
- Jasińska Z., Malarz W. i in., 1989: Wpływ rozstawy rzędów i ilości wysiewu na rozwój i plony rzepaku ozimego. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, t. 108 (1): 135–147.
- Jasińska Z., Kotecki A., 1999: Szczegółowa uprawa roślin. Wyd. AR Wrocław.
- Jerzewska M., Ptasznik S., 2000: Ocena występujących na rynku krajowym olejów rzepakowych pod względem zmienności kwasów tłuszczowych. *Rośliny Oleiste*, t. 21 (2): 557–568.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W., Aniołowski K., 2001: Wpływ nawożenia azotem na skład chemiczny nasion pięciu odmian rzepaku jarego, *Rośliny Oleiste*, t. XXII (1): 81–89.
- Kotecki A. i in., 2002a: Wykorzystanie słomy pszenicy ozimej do nawożenia rzepaku ozimego. II. Wpływ nawożenia słomą pszenicy i azotem na skład chemiczny nasion rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, t. XXIII (2): 303–312.
- Kotecki A. i in., 2002: Wykorzystanie słomy pszenicy ozimej do nawożenia rzepaku ozimego (cz. I-IV). *Rośliny Oleiste*, t. XXIII (2): 287–336.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W., 2005: Wpływ zróżnicowanej technologii uprawy na rozwój i plonowanie odmian rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, t. XXVI (1): 111–124.
- Krzymański J., 1993: Możliwości pełniejszego wykorzystania wartości rzepaku podwójnie ulepszonego. *Post. Nauk Rol.*, 6: 161–166.
- Krzymański J., Lipieńska H., Frankiewicz A., 1986: Wartość użytkowa oleju i śruty rzepaku podwójnie uszlachetnionego. IHAR, Radzików.
- Krzymański J. i in., 1998: Współzależność między plonem nasion a zawartością glukozyolanów u pokolenia F₁ mieszańców rzepaku ozimego podwójnie ulepszonego (*Brassica napus* L.). *Rośliny Oleiste*, t. XIX (2): 389–398.
- Kulka K., Górecki R. J., 1995: Lipidy rozwijających się nasion. Cz. I. Powstawanie lipidów. *Post. Nauk Rol.*, 3: 37–49.
- Murawa D., Adomas B., Rotkiewicz D., 1997: Olej i białko nasion rzepaku jarego ze zbioru 1996 roku w zależności od stosowanych herbicydów. *Rośliny Oleiste*, t. XVIII (2): 407–413.

- Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B., 1997: Produkcyjność alternatywnych roślin oleistych w warunkach Wielkopolski. *Rośliny Oleiste*, t. XVIII (2): 269–279.
- Muśnicki Cz. i in., 1999. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych na jakość plonu rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, t. XX (2): 459–469.
- Muśnicki Cz., 1999a: Charakterystyka tłuszczów roślinnych. *Szczegółowa Uprawa Roślin*, praca zbiorowa pod redakcją Jasińskiej Z. i Koteckiego A., Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, t. 2: 368–375.
- Przeździecki Z., Murawa D., 1998: Badania skuteczności kilku herbicydów stosowanych w rzepaku jarym oraz ich wpływ na plon i skład chemiczny nasion. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.*, z. 45: 203–213.
- Rakowska M., 1987: Współczesne poglądy na pożądany skład kwasów tłuszczowych dla całodziennych racji pokarmowych człowieka, zapobiegający nasilaniu się chorób naczyniowych. *Zesz. Probl. IHAR*, ss. 406–414.
- Shahidi F., 1990: Rapeseed and Canola: global production and distribution. [In:] *Canola and rapeseed production, chemistry, nutrition and processing technology*. Ed. F. Shahidi. Van Nostrand Reinhold, New York, pp.: 3–13.
- Wielebski F., Wójtowicz M., 1994: Wpływ okresowych niedoborów wody przy zróżnicowanym nawożeniu azotowym na plon i zawartość glukozyolanów w nasionach rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, t. XV (2): 27–34.
- Wielebski F. i in., 2002: Agrotechnika rzepaku ozimego w badaniach Zakładu Roślin Oleistych IHAR w Poznaniu. *Rośliny Oleiste*, t. XXIII (1): 31–52.
- Wielebski F., Wójtowicz M., 2004: Wpływ czynników agrotechnicznych na skład chemiczny nasion odmiany mieszańcowej zrestorowane w porównaniu z odmianą populacyjną i odmianami mieszańcowymi złożonymi. *Rośliny Oleiste*, t. XXV (2): 505–519.
- Zadernowski R., Nowak-Polakowska H., Lossow B., 1994: Charakterystyka bioolejów roślinnych. Skład kwasów tłuszczowych a stabilność tłuszczu nasion wybranych gatunków roślin. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Technologia Alimentarium*, 26: 87–106.
- Ziemlański Ś., 1998: Wartość biologiczno-żywnościowa oleju rzepakowego bezerukowego. *Przemysł Spożywczy*, nr 2: 8.

THE EFFECT OF PLANTS' LOCATION IN A CANOPY ON THE GROWTH AND YIELD OF RAPE HYBRIDS AND POPULATION CULTIVARS. PART II. CHEMICAL CONTENT AND NUTRIENT ACCUMULATION

S u m m a r y

In 2003–2006 at the Research Station Pawłowice at Wrocław University of Environmental and Life Sciences, the chemical analysis was conducted to investigate the effect of: I – winter rape cultivars: Baldur F₁ (DE), Lisek (DE) and Titan F₁ (DE); II - Row spacing: 15 and 11,81 in; III – number of full value seeds sown per 1 m²: 40, 80 and 120, on the chemical content of seeds, rape meal and oil, as well as nutrient accumulation.

The chemical content of rape seeds and meal, fatty-acid content in oil and energy value of the seeds were mostly affected by fluctuating weather conditions during seed ripening, and to a lesser degree by types of cultivars. The row spacing and sowing rates had a little effect on the chemical content. The high precipitation sum during seed formation and silique ripening together with moderate temperatures created favourable conditions for fatty-acids accumulation, while a draught in this period caused the increase in total protein content. In the dry third year of the experiment, compared to the two wet ones, the seeds contained less protein in total by 2 and

1.8%, but more crude fat by 2.5 and 1.6% in the first and the second year, respectively. The differences in the weather pattern in the years of the research most significantly differentiated the content of linolenic acid (by 2.54%), linoleic acid (by 2.13%) and oleic acid (by 1.67%).

The sum of saturated acids in total and the sum of C_{16:0}+C_{18:0} acids were lowest, and the sum of unsaturated acids in total and 18-carbon acids was highest in the first year of the experiment.

The heterotic cultivars Baldur F1 (DE) and Titan F1 (DE), compared to the cultivar Lisek (DE), recorded the highest content of crude fat and a higher energy value of seeds, but their meal contained more protein in total and was characterized by a lower energy value.

It was recorded significant differences in the fatty acid contents in oil depending on the type of a cultivar. The differences concerned lauric, miristic, pentadecan, palmitoelaidic, linoleic, eicozenic, eikosenic, eikosadienic, behenic and erucic acids.

Among the nonsaturated 18-carbon acids important for human physiology, the highest content of linoleic acid and linolenic acid were recorded in Lisek and Baldur F₁, respectively. The lowest content of these acids was noted in Titan F₁.

The highest content of poliunsaturated fatty acids was recorded in Lisek and the lowest in Titan F₁. The linoleic to linolenic+gamma-linolenic acid ratio was measured between 1.77 and 2.49 and it was the most favourable in 2005/2006 season, but the least favourable in 2003/2004 season. In the conditions of the Lower Silesia, the highest crude fat and total protein yield, meal yield and energy value of seeds and meal per 1 ha was obtained with 15 cm row spacing and a sowing rate of 120 seeds per 1 m² in the cultivar Baldur F1 (DE), while for Lisek (DE) and Titan F1 (DE), the sufficient sowing rate was 80 seeds per 1 m².

KEY WORDS: cultivars, row spacing, sowing rate, seed chemical content, meal, fatty acids, nutrient yield

Recenzent: prof. dr hab. Mieczysław Wilczek, Akademia Rolnicza w Lublinie

Michał Hurej, Jacek Twardowski

**WPLYW ROZMIESZCZENIA ROŚLIN W ŁANIE
NA WYSTĘPOWANIE WAŻNIEJSZYCH FITOFAGÓW
RZEPAKU OZIMEGO***

**THE EFFECT OF PLANT ARRANGEMENT IN WINTER
OILSEED RAPE CROP ON MORE IMPORTANT HERBIVORES**

*Katedra Ochrony Roślin
Department of Plant Protection*

Badania przeprowadzono w latach 2004–2006, na terenie RZD Pawłowice, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Celem było określenie liczebności i dynamiki występowania wybranych fitofagów zasiedlających rzepak ozimy odmiany populacyjnej Lisek przy różnej obsadzie roślin. Porównywano występowanie fitofagów przy normie wysiewu 40 i 120 nasion na m² oraz przy rozstawie rzędów 15 i 30 cm. Raz w tygodniu prowadzono obserwacje 10 kolejnych roślin rzepaku rosnących w środkowej części każdego poletka. W fazie zielonych nasion rzepaku z poletek zebrano po 10 całych roślin, które posłużyły do analizy uszkodzeń powodowanych przez chowacze łądogowe oraz pryszczarka kapustnika.

W okresie wegetacji na roślinach występował głównie słodyszek rzepakowy. W przypadku tego gatunku stwierdzono większą liczebność chrząszczy na roślinach wysiewanych w mniejszym zagęszczeniu. W ocenie laboratoryjnej nie stwierdzono wyraźnego wpływu obsady rzepaku na uszkodzenia powodowane przez chowacze łądogowe.

SŁOWA KLUCZOWE: rzepak ozimy, rozstawa rzędów, norma wysiewu, fitofagi

WSTĘP

Struktura przestrzenna ładu określana przez rozstawę rzędów roślin oraz odległość roślin w rzędzie wpływa znacząco na zmianę warunków siedliskowych kształtujących mikroklimat danej uprawy. Sposób rozmieszczenia roślin oraz ich obsada na jednostce

* Badania wykonano w ramach projektu badawczego finansowanego przez Radę Nauki Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr 2 P06R 099 26.

powierzchni może z kolei wpływać na liczebność i szkodliwość fitofagów zasiedlających rośliny, w tym rzepak [Neumann i Ulber 2005, Nuss 2004]. W dotychczasowym piśmiennictwie jest jednak bardzo niewiele informacji na omawiany temat.

Celem badań było określenie liczebności i dynamiki występowania wybranych fitofagów zasiedlających rzepak ozimy przy różnej obsadzie roślin.

MIEJSCE I METODY BADAŃ

Badania prowadzono na terenie Rolniczego Zakładu Doświadczalnego, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, w Pawłowicach, w latach 2004–2006. Przeprowadzono je w ramach większego doświadczenia uprawowego, dwuczynnikowego, założonego w układzie „split-plot” w czterech powtórzeniach. Wielkość poletek wynosiła 15 m² (10 m x 1,5 m).

Badania entomologiczne prowadzono na rzepaku ozimym odmiany populacyjnej Lisek. Porównywano występowanie owadów szkodliwych na roślinach wysianych w normie 40 i 120 nasion na m² oraz przy dwóch rozstawach rzędów, tj. 15 i 30 cm. W celu określenia liczebności i dynamiki występowania owadów fitofagicznych prowadzono w okresie wiosennym, raz w tygodniu, obserwacje dziesięciu kolejnych roślin rzepaku rosnących w środkowej części każdego poletka. W 2005 roku obserwacje oraz analizy roślin przeprowadzono tylko dla rozstawy rzędów 15 cm. W końcowym okresie wegetacji (dojrzewanie roślin, BBCH 72-75) pobierano z każdego poletka po 10 całych roślin i przewożono je do laboratorium. W laboratorium określano liczbę otworów, liczbę i długość kanałów żerowych powodowanych przez chowacze łądzygowe (chowacz brukwiaczek i chowacz czterozębny) oraz liczbę pęknięć i deformacji łądygi. W 2006 roku dodatkowo określano liczbę larw przyszczarka kapustnika w 10 łuszczynach z każdej analizowanej rośliny oraz liczbę uszkodzonych przez larwy łuszczyn.

Ocenę statystyczną zebranych wyników wykonywano za pomocą programu Statistica 7.1. Zastosowano analizę wariancji oraz dla porównania średnich test Tukeya przy poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$.

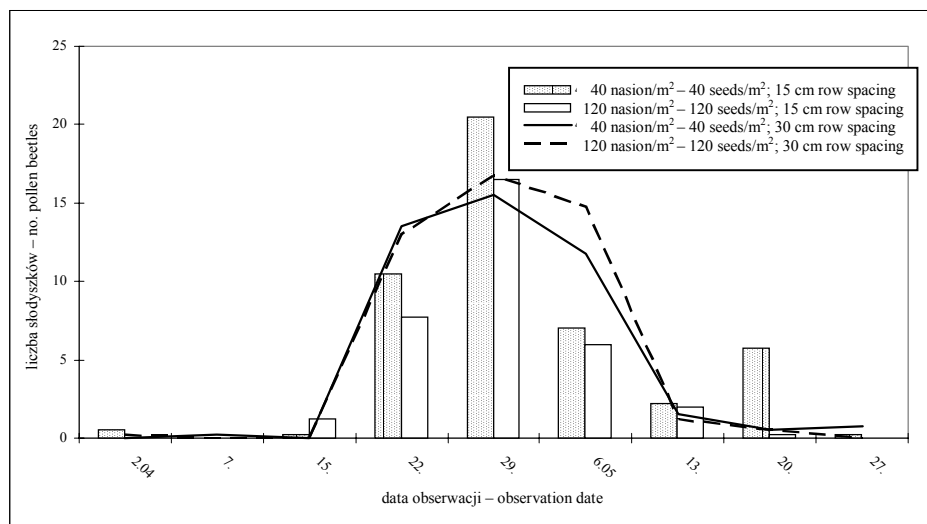
WYNIKI BADAŃ I ICH DYSKUSJA

1. Liczebność i dynamika występowania słodyszka rzepakowego

W wyniku prowadzonych obserwacji na roślinach stwierdzono głównie występowanie słodyszka rzepakowego. Inne fitofagi żerujące w okresie wiosennym na rzepaku, występowały bardzo nielicznie.

W 2004 roku, pierwsze chrząszcze słodyszka stwierdzono na roślinach na początku kwietnia, w fazie formowania pędu głównego (46–50 w skali BBCH) (rys. 1). Do połowy kwietnia ich liczba we wszystkich kombinacjach doświadczalnych była niewielka. W drugiej połowie tego miesiąca wystąpił wyraźny wzrost liczby obserwowanych chrząszczy. Maksimum liczebności tych owadów odnotowano w końcu kwietnia

i pierwszych dniach maja. Rośliny były wówczas w fazie pełni kwitnienia i część z nich zaczynała zawiązywać łuszczyzny (65–70 BBCH). Nagłe załamanie populacji słodzyska nastąpiło w końcu pierwszej dekady maja, kiedy większość roślin miała już wytworzone łuszczyzny. W omawianym okresie, nie stwierdzono w żadnym z terminów obserwacji różnic statystycznych w liczebności chrząszczy między poszczególnymi kombinacjami doświadczenia.

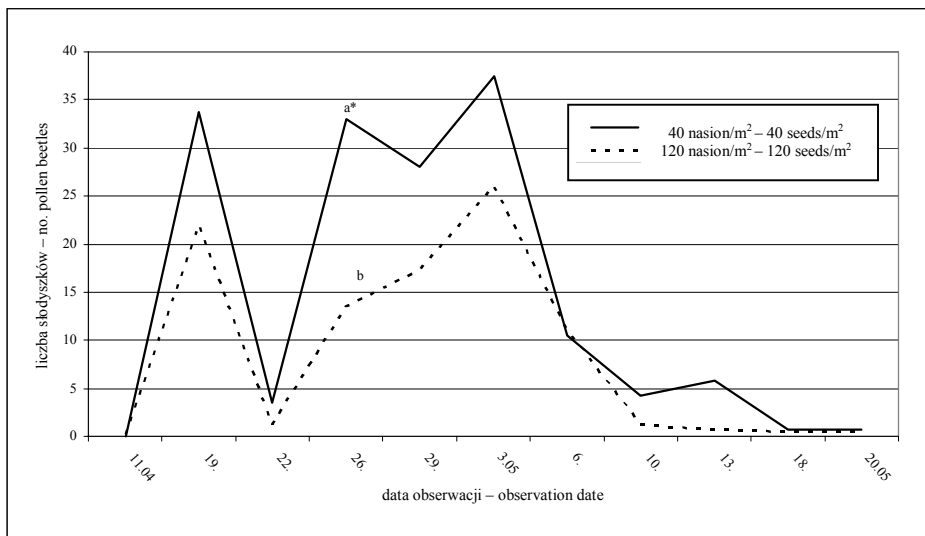


Rys. 1. Liczba słodzyszków rzepakowych zasiedlających rzepak ozimy w 2004 roku (średnia/roślinę)

Fig. 1. The number of pollen beetles recorded on winter oilseed rape in 2004 (mean/plant)

W 2005 roku, słodyszek pojawił się na roślinach rzepaku również w fazie formowania łodygi (46–50 BBCH) (rys. 2). W największym nasileniu owady te występowały w drugiej połowie kwietnia i pierwszych dniach maja, tj. w okresie pąkowania i kwitnienia roślin (faza rozwojowa rzepaku 55–62). Przez cały okres daje się zauważyć większa liczba chrząszczy słodzyska przy mniejszej normie wysiewu. Jednak tylko w jednym terminie obserwacji różnice były istotne.

W 2006 roku, obserwacje słodzyszków na roślinie rozpoczęto w fazie pąkowania, tj. w połowie ostatniej dekady kwietnia (51 w skali BBCH) (rys. 3). Gatunek ten najliczniej występował w końcu kwietnia i pierwszej połowie maja (52–54 BBCH). W przypadku rozstawy rzędów 15 cm, w dwóch terminach obserwacji, istotnie więcej chrząszczy odnotowano przy mniejszej normie wysiewu. W przypadku rozstawy 30 cm nie stwierdzono istotnych różnic między badanymi kombinacjami.

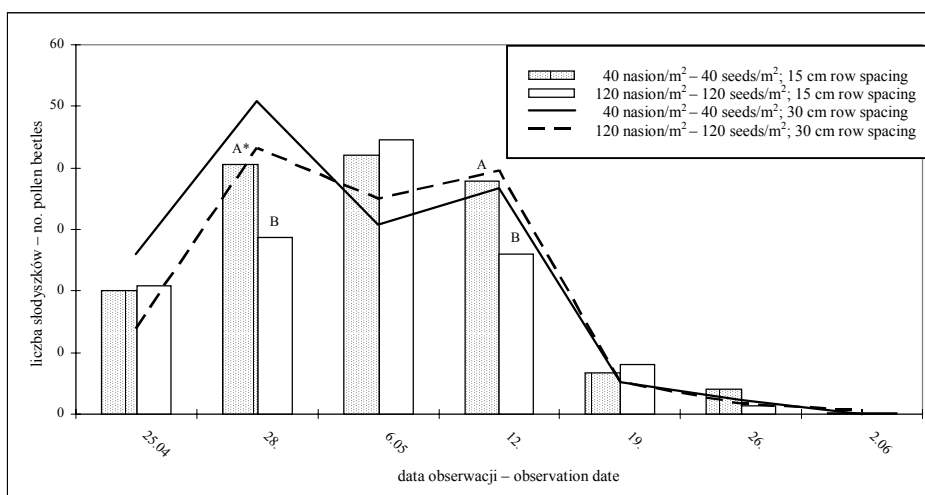


* wartości średnich oznaczone różnymi małymi literami różnią się istotnie (ANOVA; $p \leq 0,05$)

* means followed by the different small letters differ significantly (ANOVA; $p \leq 0,05$)

Rys. 2. Liczba słodyszków rzepakowych zasiedlających rzepak ozimy w 2005 roku (średnia/roślinę)

Fig. 2. The number of pollen beetles recorded on winter oilseed rape in 2005 (mean/plant)



* wartości średnich oznaczone różnymi dużymi literami różnią się istotnie (ANOVA; $p \leq 0,05$)

* means followed by the different capital letters differ significantly (ANOVA; $p \leq 0,05$)

Rys. 3. Liczba słodyszków rzepakowych zasiedlających rzepak ozimy w 2006 roku (średnia/roślinę)

Fig. 3. The number of pollen beetles recorded on winter oilseed rape in 2006 (mean/plant)

2. Laboratoryjna ocena uszkodzeń roślin

Wyniki analiz laboratoryjnych przedstawiono w tabelach 1–3. W żadnym roku badań nie stwierdzono istotnych różnic w liczbie otworów powodowanych przez chowacze lodygowe oraz w liczbie i długości kanałów żerowych, w zależności od rozstawy rzędów i normy wysiewu. We wszystkich latach badań daje się jednak zauważyć tendencja większych wartości badanych cech, w przypadku mniejszej normy wysiewu, zarówno dla rozstawy rzędów 15, jak i 30 cm. Zbliżone wyniki uzyskali Neumann i Ulber [2005] oraz Nuss [2004]. W swoich badaniach stwierdzili oni większą liczebność larw chowacza czterozębego przy mniejszej obsadzie roślin rzepaku. Nuss [2004] stwierdziła dodatkowo, że podobnie reaguje pchełka rzepakowa. Przy mniejszym zagęszczeniu roślin, tj. 30 nasion/m², *Psylliodes chrysocephala* L., występowała w większym nasileniu w porównaniu do kombinacji z wyższą normą wysiewu (80 nasion/m²).

Ocena laboratoryjna uszkodzeń roślin przeprowadzona w 2006 roku wykazała większą liczbę larw przyszczarka kapustnika w łuszczynach rzepaku rosnącego w rozstawie 30 cm i to zarówno dla obsady 40, jak i 120 roślin na m², w porównaniu do kombinacji z mniejszą rozstawą rzędów (tab. 3).

Tabela 1

Table 1

Uszkodzenia rzepaku ozimego powodowane przez chowacze lodygowe przy różnej rozstawie roślin oraz normie wysiewu nasion w 2004 roku (średnia/roślinę)
Winter oilseed rape damage caused by stem weevils at different row spacing and seed rates in 2004 (mean/plant)

Rozstawa rzędów Row spacing	15 cm		30 cm	
Ilość wysiewu nasion/m ² No. seeds/m ²	40*	120	40	120
Liczba otworów w łodydze No. holes in stem	0,27	0,18	0,35	0,18
Liczba kanałów żerowych No. tunnels in stem	0,20	0,15	0,35	0,15
% roślin z większą liczbą kanałów żerowych niż jeden % plants with more than one tunnel	2,5		7,5	
Liczba pęknięć i deformacji łodygi No. stem ruptures and deformations	0,1	0,08	0,08	
Długość kanałów żerowych [cm] Tunnel length [cm]	5,0	2,5	5,5	3,4
% uszkodzonych roślin % damaged plants	17,5	15,0	27,5	15,0

* brak istotnych różnic
no significant differences

Tabela 2
Table 2

Uszkodzenia rzepaku ozimego powodowane przez chowacze łądygowe przy różnej normie wysiewu nasion w 2005 roku (średnia/roślinę)
Winter oilseed rape damage caused by stem weevils at different seed rates in 2005 (mean/plant)

Rozstawa rzędów – Row spacing	15 cm	
	Ilość wysiewu nasion/m ² No. seeds/m ²	40*
Liczba otworów w łądydze No. holes in stem	5,3	4,7
Liczba kanałów żerowych No. tunnels	2,1	1,4
% roślin z większą liczbą kanałów żerowych niż jeden % plants with more than one tunnel	47,5	37,5
Długość kanałów żerowych [cm] Tunnel length [cm]	77,7	62,2
Liczba pęknięć i deformacji łądygi No. stem ruptures and deformations	0,9	0,6
% uszkodzonych roślin – % damaged plants	100,0	97,5

* brak istotnych różnic
no significant differences

Tabela 3
Table 3

Uszkodzenia rzepaku ozimego powodowane przez chowacze łądygowe przy różnej rozstawie roślin oraz normie wysiewu nasion w 2006 roku (średnia/roślinę)
Winter oilseed rape damage caused by stem weevils at different row spacing and seed rates in 2006 (mean/plant)

Rozstawa rzędów – Row spacing	15 cm		30 cm	
	Ilość wysiewu nasion/m ² – No. seeds/m ²	40	120	40
Liczba kanałów żerowych – No. tunnels	1,4	2,0	2,1	1,5
% roślin z większą liczbą kanałów żerowych niż jeden % plants with more than one tunnel	30,0	62,5	45,0	55,0
Długość kanałów żerowych [cm] Tunnel length [cm]	37,3	39,9	43,4	35,6
Liczba pęknięć i deformacji łądygi No. ruptures and deformations	0,33	0,18	0,63	0,53
% uszkodzonych roślin – % damaged plants	92,5	100,0	95,0	92,5
Liczba larw przyszczarka w 10 łuszczynach No. larvae brassica pod midge in 10 pods	13,9 b*	22,6 B**	41,3 a	45,2 A
Liczba uszkodzonych łuszczyn No. damaged pods	0,6	1,3	1,8	1,1

* wartości średnich oznaczone różnymi małymi literami różnią się istotnie (ANOVA; p≤0,05).
means followed by the different small letters differ significantly (ANOVA; p≤0,05).

** wartości średnich oznaczone różnymi dużymi literami różnią się istotnie (ANOVA; p≤0,05).
means followed by the different capital letters differ significantly (ANOVA; p≤0,05).

WNIOSKI

1. W przypadku słodyszka rzepakowego stwierdzono większą liczebność tych owadów na rzepaku wysiewanym w mniejszym zagęszczeniu. Istotne różnice występowały głównie w okresie pąkowania i kwitnienia rzepaku (52–69 w skali BBCH).

2. W ocenie laboratoryjnej nie stwierdzono wyraźnego wpływu obsady roślin rzepaku na uszkodzenia powodowane przez chowacze łądogowe.

3. Jednoroczne obserwacje wykazały większą liczbę larw pryszczarka kapustnika w łuszczynach rzepaku rosnącego w rozstawie 30 cm. Większe wartości uzyskano zarówno dla obsady 40, jak i 120 roślin na m².

PODZIĘKOWANIA

Podziękowania składamy Pani Mgr inż. Joannie Magierze-Dulewicz za pomoc przy prowadzeniu obserwacji polowych i laboratoryjnej analizie roślin.

PIŚMIENNICTWO

Neumann N., Ulber B.: 2005. Adult activity and larval abundance of stem weevils and their parasitoids at different crop densities of oilseed rape. Integrated Control in Oilseed Crops, International Workshop, Poznań, Poland, 11-12 October, s. 87.

Nuss H.: 2004. Effect of plant density and plant architecture on the abundance and within-plant distribution of stem borers in winter oilseed rape. PhD Thesis, University of Göttingen, <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2004/nuss/nuss.pdf>.

THE EFFECT OF PLANT ARRANGEMENT IN WINTER OILSEED RAPE CROP ON MORE IMPORTANT HERBIVORES

S u m m a r y

The research was carried out at the Agricultural Experimental Station of Wrocław University of Environmental and Life Sciences, in Pawłowice, in Lower Silesia, Poland, in 2004-2005. The aim of the study was to determine the abundance and seasonal dynamics of more important herbivores of winter oilseed rape in different plant arrangement. The occurrence of phytophagous insects on plants sown in 40 and 120 seeds per m² and independently plants grown in 15 and 30 cm row spacing was observed. The plants were grown on 15 m² plots (split-plot combination, four treatments). Once a week visual monitoring of insects on plants was done on each of the experimental treatment. In addition, in BBCH 80, from each plot ten plants were taken randomly to analyse plant damage caused by stem weevils and larvae of brassica stem midges.

Pollen beetle was more numerous in the case of less plant density. In the laboratory studies, the effect of different plant density on oilseed rape damage caused by stem weevils was not clearly shown.

KEY WORDS: winter oilseed rape, row spacing, seed rates, herbivores

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

Michał Hurej, Jacek Twardowski

**PORÓWNANIE LICZEBNOŚCI WYBRANYCH FITOFAGÓW
NA POPULACYJNEJ I MIESZAŃCOWEJ ODMIANIE
RZEPAKU OZIMEGO***

**THE COMPARISON OF ABUNDANCE OF SOME HERBIVORES
ON AN OPEN-POLLINATED AND HYBRID CULTIVAR
OF WINTER OILSEED RAPE**

*Katedra Ochrony Roślin
Department of Plant Protection*

Badania przeprowadzono w latach 2004–2006, na terenie RZD Pawłowice, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Celem było określenie liczby i dynamiki występowania niektórych fitofagów zasiedlających rzepak ozimy odmiany populacyjnej Lisek oraz odmiany mieszańcowej zrestorowanej Titan. Dla każdej odmiany stosowano dwie normy wysiewu, tj. 40 i 120 nasion/m². Raz w tygodniu prowadzono obserwacje 10 kolejnych roślin rzepaku rosnących w środkowej części każdego poletka. Dodatkowo, w fazie zielonych nasion rzepaku (BBCH 80), z każdego poletka zebrano losowo po 10 całych roślin, które posłużyły do analizy uszkodzeń powodowanych przez chowacze łodygowe oraz pryszczarka kapustnika.

Zarówno owady dorosłe, jak i larwy słodyszka rzepakowego liczniej występowały na rzepaku ozimym odmiany mieszańcowej Titan. Różnice istotne stwierdzono głównie w okresie największej liczebności tego owada. Nie stwierdzono wyraźnych różnic w uszkodzeniu odmiany populacyjnej i mieszańcowej przez chowacze łodygowe. Nie stwierdzono również wyraźnego wpływu zagęszczenia roślin na występowanie chowaczy. Analizy laboratoryjne wykazały większą liczbę larw pryszczarka w łuszczykach rzepaku odmiany Titan. W przypadku tej odmiany liczniej występowały one przy mniejszym zagęszczeniu roślin.

SŁOWA KLUCZOWE: rzepak ozimy, odmiana populacyjna, odmiana mieszańcowa, liczebność fitofagów

* Badania wykonano w ramach projektu badawczego finansowanego przez Radę Nauki Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr 2 P06R 099 26.

WSTĘP

Przy rejestracji nowych odmian rzepaku ozimego, oprócz wysokiego i stabilnego plonowania, coraz większą uwagę zwraca się na odporność lub tolerancję na najważniejsze choroby i szkodniki. Uprawa odmian o podwyższonej odporności może przyczynić się do znacznego ograniczenia zużycia chemicznych środków ochrony roślin, powszechnie używanych obecnie w uprawie rzepaku ozimego w naszym kraju.

Wrażliwością odmian rzepaku na szkodniki zajmował się jako pierwszy w Polsce i na świecie Dmoch [1959]. W ostatnich latach zagadnienia te badał Mrówczyński i in. [2005a, 2005b]. Wykazali oni znaczne różnice w uszkodzeniu badanych odmian i rodów rzepaku ozimego przez najważniejsze fitofagi. Innym ważnym elementem mogącym wpływać na liczebność owadów szkodliwych jest norma wysiewu nasion, a tym samym zagęszczenie łanu. Zróżnicowane zagęszczenie roślin w łanie poprzez zmianę mikroklimatu może stwarzać lepsze lub gorsze warunki do rozwoju fitofagów, a także ich wrogów naturalnych. W dotychczasowym piśmiennictwie jest jednak bardzo niewiele prac na ten temat [Neumann i Ulber 2005, Ulber i Fischer 2006].

Celem badań było porównanie liczebności i dynamiki występowania niektórych fitofagów zasiedlających rzepak ozimy odmiany populacyjnej Lisek oraz odmiany mieszańcowej Titan.

MIEJSCE I METODY BADAŃ

Badania prowadzono na terenie Rolniczego Zakładu Doświadczalnego, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, w Pawłowicach, w latach 2005–2006. Przeprowadzono je w ramach większego doświadczenia uprawowego, dwuczynnikowego, założonego w układzie „split-plot” w czterech powtórzeniach. Wielkość poletka wynosiła 15 m² (10 m x 1,5 m).

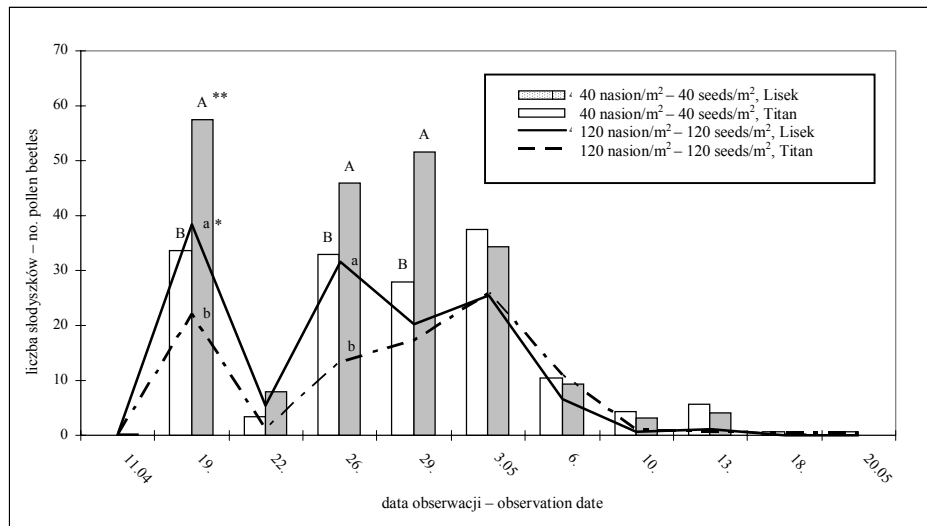
Badania entomologiczne prowadzono na rzepaku ozimym odmiany Lisek (populacyjna) oraz odmiany Titan (mieszańcowa zrestorowana). Na obu odmianach, porównywano występowanie fitofagów na roślinach wysianych w normie wysiewu 40 i 120 nasion na m². W obu przypadkach rozstawa rzędów wynosiła 15 cm. W celu określenia liczebności i dynamiki występowania owadów fitofagicznych, prowadzono raz w tygodniu obserwacje dziesięciu kolejnych roślin rzepaku, rosnących w środkowej części każdego poletka. Dodatkowo, w fazie zielonych nasion rzepaku (BBCH 80), z każdego obiektu doświadczenia zebrano losowo po 40 całych roślin, które posłużyły do analizy uszkodzeń powodowanych przez chowacze łądługowe, tj. chowacza czterozębnego oraz brukwiaczka. W 2006 roku analizowano również uszkodzenia łuszczyn powodowane przez larwy przyszczarka kapustnika. W tym przypadku, z każdej rośliny i z różnych jej partii, losowo pobierano po 10 łuszczyn.

Ocenę statystyczną zebranych wyników wykonywano za pomocą programu Statistica 7.1. Zastosowano analizę wariancji oraz dla porównania średnich test Tukeya przy poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$.

WYNIKI BADAŃ I ICH DYSKUSJA

1. Liczebność i dynamika występowania słodyszka rzepakowego

Z owadów żerujących na rzepaku ozimym odmiany Lisek i Titan, w okresie wiosennym, najliczniej występowały chrząszcze i larwy słodyszka rzepakowego *Meligethes aeneus* F. Dynamika występowania chrząszczy na roślinach została przedstawiona na rysunkach 1–2. W obu latach badań daje się zauważyć wyraźna tendencja do liczniejszego żerowania słodyszka na rzepaku odmiany mieszańcowej Titan. W 2005 roku, w przypadku normy wysiewu 40 nasion na m^2 , w trzech terminach obserwacji na 11 wykonanych, istotnie więcej chrząszczy stwierdzono na odmianie mieszańcowej. Różnice statystyczne występowały głównie w fazie rozwoju pąków kwiatowych i początku kwitnienia rzepaku, tj. 50 do 64 w skali BBCH. Potwierdzeniem liczniejszego wystąpienia chrząszczy jest fakt większej liczebności larw tego owada w pąkach i kwiatach rzepaku odmiany Titan (tab. 1). W przypadku normy wysiewu 40 nasion na m^2 , jeden raz w sezonie, odnotowano istotnie więcej larw badanych owadów na odmianie mieszańcowej. Larwy słodyszka liczniej żerowały również na roślinach odmiany Titan, przy zagęszczeniu 120 nasion na m^2 (tab. 1). W tym przypadku dwukrotnie stwierdzono ich istotnie większe ilości.

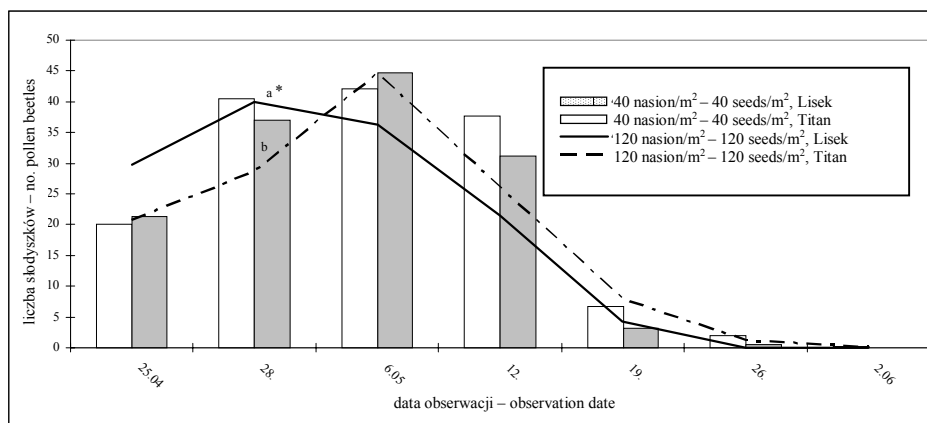


* wartości średnich oznaczone różnymi małymi literami różnią się istotnie (ANOVA; $p \leq 0,05$)
means followed by the different small letters differ significantly (ANOVA; $p \leq 0,05$)

** wartości średnich oznaczone różnymi dużymi literami różnią się istotnie (ANOVA; $p \leq 0,05$)
means followed by the different capital letters differ significantly (ANOVA; $p \leq 0,05$)

Rys. 1. Liczba słodyszków rzepakowych zasiedlających rzepak ozimy dwóch odmian w 2005 roku (średnia/roślinę)

Fig. 1. The number of pollen beetles on two cultivars of winter oilseed rape in 2005 (mean/plant)



* wartości średnich oznaczone różnymi małymi literami różnią się istotnie (ANOVA; $p \leq 0,05$)
means followed by the different small letters differ significantly (ANOVA; $p \leq 0,05$)

Rys. 2. Liczba srodyszkow rzepakowych zasiedlajacych rzepak ozimy dwóch odmian w 2006 roku (średnia/roślinę)

Fig. 2. The number of pollen beetles on two cultivars of winter oilseed rape in 2006 (mean/plant)

Tabela 1

Table 1

Liczba larw srodyszka rzepakowego w kwiatkach i pąkach dwóch odmian rzepaku ozimego, w terminach największej ich liczebności (średnia/roślinę)

The number of pollen beetle larvae recorded in buds and flowers of two cultivars of winter oilseed rape at peak density time (mean/plant)

Odmiana i norma wysiewu/m ² Cultivar and seed rates/m ²	2005			2006	Średnia z całości Total mean
	18-maja	20-maja	19-maja	26-maja	
Lisek, 40	16,7	15,3 b*	7,15	8,53 b	11,92
Titan, 40	15,7	20,1 a	7,35	13,45 a	14,15
Lisek, 120	12,8 B**	9,4 B	5,83	11,05	9,77
Titan, 120	17,7 A	15,7 A	6,75	12,85	13,25

* wartości średnich oznaczone różnymi małymi literami określają różnice istotne między dwoma odmianami przy normie wysiewu 40 nasion/m² (ANOVA; $p \leq 0,05$)
means followed by the different small letters differ significantly between two cultivars with 40 seeds/m² (ANOVA; $p \leq 0,05$)

** wartości średnich oznaczone różnymi dużymi literami określają różnice istotne między dwoma odmianami przy normie wysiewu 120 nasion/m² (ANOVA; $p \leq 0,05$)
means followed by the different capital letters differ significantly between two cultivars with 120 seeds/m² (ANOVA; $p \leq 0,05$)

W 2006 roku, przy mniejszej obsadzie roślin, liczba żerujących chrząszczy, na roślinach obu odmian była podobna (rys. 2). W przypadku larw, w jednym terminie obserwacji stwierdzono istotnie więcej tego stadium rozwojowego w pąkach i kwiatach rzepaku odmiany Titan (tab. 1). Przy większej obsadzie, w jednym terminie obserwacji na siedem wykonanych, istotnie więcej słodyszków wystąpiło na odmianie mieszańcowej (51 w skali BBCH – początek pąkowania). Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic porównując liczbę żerujących larw na obu odmianach przy tej obsadzie. W badaniach przeprowadzonych przez Mrówczyńskiego i in. [2005a, 2005b] nie stwierdzono wyraźnych różnic w procencie uszkodzonych pąków przez chrząszcze słodyszka rzepakowego, na odmianie populacyjnej Lisek i mieszańcowej zrestorowanej Titan.

2. Laboratoryjna ocena uszkodzeń roślin

Szczegółowa, laboratoryjna analiza całych roślin nie wykazała jednoznacznego wpływu odmiany rzepaku ozimego na uszkodzenia powodowane przez chowacze łądogowe (tab. 2–3). Zarówno liczba otworów powodowanych przez samice w łądydze, liczba kanałów żerowych, jak również procent uszkodzonych roślin był podobny na odmianie Lisek i Titan. Jedynie w jednym roku (2005), długość kanałów żerowych była istotnie większa na odmianie populacyjnej Lisek. Różnice te, odnotowano dla obu norm wysiewu rzepaku. Również badania Mrówczyńskiego i in. [2005a, 2005b] nie wykazały wyraźnych różnic w procencie uszkodzonych łądyg przez chowacza brukwiaczka i chowacza czterozębego na odmianie Lisek i Titan.

W doświadczeniu porównano również parametry opisujące uszkodzenia rzepaku ozimego powodowane przez chowacze łądogowe, w zależności od zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni, tj. wysianych w ilości 40 i 120 nasion/m² (tab. 2–3). Porównania takiego dokonano dla każdej z odmian oddzielnie. W 2005 roku, w przypadku obu odmian, stwierdzono wyraźną tendencję większego uszkodzania roślin przy mniejszej normie wysiewu. Istotne różnice odnotowano jednak tylko dla długości kanałów żerowych u roślin odmiany Lisek. W kolejnym roku badań wyniki opisujące uszkodzenia rzepaku przez chowacze łądogowe, przy różnej obsadzie roślin, były niejednoznaczne.

Analizy laboratoryjne przeprowadzone w 2006 roku, wykazały większą liczbę larw przyszczarka kapustnika w łuszczynach odmiany mieszańcowej zrestorowanej Titan (tab. 3). Istotne różnice stwierdzono zarówno dla obsady 40, jak i 120 roślin na 1 m². Porównanie średniej liczebności larw *Dasyneura brassicae* Winn. zasiedlających łuszczyny rzepaku obu odmian przy różnej obsadzie wykazało, że w przypadku odmiany Titan, fitofag ten istotnie liczniej występował przy mniejszym zagęszczeniu roślin na jednostce powierzchni. W przypadku odmiany Lisek istotnych różnic w liczbie larw nie stwierdzono.

Tabela 2
Table 2

Uszkodzenia rzepaku ozimego dwóch odmian powodowane przez chowacze łądogowe przy różnej normie wysiewu nasion oraz rozstawie rzędów 15 cm w 2005 roku (średnia/roślinę)
Winter oilseed rape damage caused by stem weevils at two cultivars and different seed rates in 2005 (mean/plant)

Odmiana – Cultivar	Lisek		Titan	
	40	120	40	120
Ilość wysiewu nasion/m ² No. seeds/m ²	40	120	40	120
Liczba otworów w łodydze No. holes in stem	5,3	4,7	3,9	3,6
Liczba kanałów żerowych No. tunnels	2,1	1,4	1,4	1,2
% roślin z większą liczbą kanałów żerowych niż jeden % plants with more than one tunnel	47,5	37,5	25,0	17,5
Długość kanałów żerowych [cm] Tunnel length [cm]	77,7 a*, c**	62,2 A***, d	52,5 b	46,7 B
Liczba pęknięć i deformacji łodygi No. stem ruptures and deformations	0,9	0,6	0,6	0,7
% uszkodzonych roślin % damaged plants	100,0	97,5	97,5	100,0

* wartości średnich oznaczone różnymi małymi literami określają różnice istotne między dwoma odmianami przy normie wysiewu 40 nasion/m² (ANOVA; p≤0,05)

means followed by the different small letters differ significantly between two cultivars with 40 seeds/m² (ANOVA; p≤0,05)

** wartości średnich oznaczone różnymi literami c i d określają różnice istotne między dwoma normami wysiewu, oddzielnie dla każdej odmiany (ANOVA; p≤0,05)

means followed by the different c and d letters differ significantly between two seed rates, independently for each cultivar (ANOVA; p≤0,05)

*** wartości średnich oznaczone różnymi dużymi literami określają różnice istotne między dwoma odmianami przy normie wysiewu 120 nasion/m² (ANOVA; p≤0,05)

means followed by the different capital letters differ significantly between two cultivars with 40 seeds/m² (ANOVA; p≤0,05)

Tabela 3
Table 3

Uszkodzenia rzepaku ozimego dwóch odmian powodowane przez chowacze łądogowe przy różnej normie wysiewu nasion w 2006 roku (średnia/roślinę)
Winter oilseed rape damage caused by stem weevils at two cultivars and different seed rates in 2006 (mean/plant)

Odmiana – Cultivar	Lisek		Titan	
	1	2	3	3
Ilość wysiewu nasion/m ² No. seeds/m ²	40	120	40	120
Liczba kanałów żerowych No. tunnels	1,4	1,2	1,8	1,9
% roślin z większą liczbą kanałów żerowych niż jeden % plants with more than one tunnel	30,0	62,5	52,5	25,0

Tabela 3 cd.
Table 3 cont.

1	2		3	
Długość kanałów żerowych [cm] Tunnel length [cm]	37,3	39,9	35,1	37,0
Liczba pęknięć i deformacji łodygi No. stem ruptures and deformations	0,3	0,2	0,4	0,5
% uszkodzonych roślin % damaged plants	92,5	100,0	90,0	92,5
Liczba larw przyszcarka w 10 łuszczynach No. larvae of brassica pod midge in 10 pods	13,9 b*	22,6 B**	43,1 a, c***	28,1 A, d
% uszkodzonych łuszczyn No. damaged pods	6,0	12,5	9,3	7,5

* wartości średnich oznaczone różnymi małymi literami określają różnice istotne między dwoma odmianami przy normie wysiewu 40 nasion/m² (ANOVA; p≤0,05)
means followed by the different small letters differ significantly between two cultivars with 40 seeds/m² (ANOVA; p≤0,05)

** wartości średnich oznaczone różnymi dużymi literami określają różnice istotne między dwoma odmianami przy normie wysiewu 120 nasion/m² (ANOVA; p≤0,05)
means followed by the different capital letters differ significantly between two cultivars with 120 seeds/m² (ANOVA; p≤0,05)

*** wartości średnich oznaczone różnymi literami c i d określają różnice istotne między dwoma normami wysiewu, oddzielnie dla każdej odmiany (ANOVA; p≤0,05)
means followed by the different c and d letters differ significantly between two seed rates, independently for each cultivar (ANOVA; p≤0,05)

WNIOSKI

1. Zarówno owady dorosłe, jak i larwy słodyszka rzepakowego liczniej występowały na rzepaku ozimym odmiany mieszańcowej zrestorowanej Titan. Różnice istotne stwierdzono głównie w okresie największej liczebności obu wymienionych stadiów rozwojowych owada, w fazie pąkowania i początku kwitnienia rzepaku.

2. Nie stwierdzono wyraźnych różnic w uszkodzeniu odmiany populacyjnej i mieszańcowej przez chowacze łodygowe. Nie stwierdzono również wyraźnego wpływu zagęszczenia roślin na występowanie tych owadów.

3. Jednoroczne analizy laboratoryjne wykazały większą liczbę larw przyszcarka kapustnika w łuszczynach rzepaku odmiany Titan. W przypadku tej odmiany, liczniej występowały one przy mniejszym zagęszczeniu roślin.

PODZIĘKOWANIA

Podziękowania składamy Pani Mgr inż. Joannie Magierze-Dulewicz za pomoc przy prowadzeniu obserwacji polowych i laboratoryjnej analizie roślin.

PIŚMIENNICTWO

- Dmoch J., 1959: Badania nad chowaczem czterozębnym (*C. quadridens* Panz.). Morfologia, biologia i znaczenie dla rzepaku. Prace Nauk. Inst. Ochr. Roślin, 1, 37–74.
- Mrówczyński M., Wachowiak H., Muśnicki Cz., Jodłowski M., Heimann S.: 2005a: Uszkodzenie odmian rzepaku ozimego przez szkodniki. Wyd. Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu, s. 64.
- Mrówczyński M., Wachowiak H., Muśnicki Cz., Jodłowski M., Heimann S.: 2005b: Uszkodzenia zarejestrowanych w Polsce odmian rzepaku ozimego przez szkodniki. Progress In Plant Protection, 45: 933–937.
- Neumann N., Ulber B.: 2005: Adult activity and larval abundance of stem weevils and their parasitoids at different crop densities of oilseed rape. Integrated Control in Oilseed Crops, International Workshop, Poznań, Poland, 11-12 October, s. 87.
- Nuss H.: 2004: Effect of plant density and plant architecture on the abundance and within-plant distribution of stem borers in winter oilseed rape. PhD thesis, University of Göttingen, <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2004/nuss/nuss.pdf>.
- Ulber B., Fischer K.: 2006: Effect of plant density and host plant architecture on the abundance and within-plant distribution of stem-mining pests and the level of parasitism. International Symposium on Integrated Pest Management in oilseed rape, 3-5 April 2006, Göttingen, Germany. Electronic version only.

THE COMPARISON OF ABUNDANCE OF SOME HERBIVORES ON AN OPEN-POLLINATED AND HYBRID CULTIVAR OF WINTER OILSEED RAPE

S u m m a r y

The research was carried out at the Agricultural Experimental Station of Wrocław University of Environmental and Life Sciences in Pawłowice, in Lower Silesia, Poland, in 2005–2006. The aim of the study was to determine abundance and seasonal dynamics of some herbivores on two cultivars of winter oilseed rape Lisek (open-pollinated) and Titan (hybrid). Plants were grown on 15 m² plots (split-plot combination, four treatments) with 40 and 120 seeds per m². Once a week visual monitoring of plants was done on each of the experimental treatment. In addition, in BBCH 80, from each plot ten plants were taken randomly to analyse plant damage caused by stem weevils and larvae of brassica stem midges.

Both adults and larvae of pollen beetles were more numerous on hybrid cultivar Titan. The significant differences were noted when the herbivore was at the peak density. It was not clear differences in plant damages caused by stem weevils between two cultivars as well as it was not significant effects of different plant density on these phytophagous insects. In the laboratory, more larvae of *Dasyneura brassicae* were found in pods of Titan cultivar. In case of this cultivar, larvae were more numerous when plants were grown at less density.

KEY WORDS: winter oilseed rape, open-pollinated cultivar, hybrid, number of herbivores

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

Wojciech Pusz

**WPLYW OBSADY ROŚLIN W ŁANIE NA ZDROWOTNOŚĆ
RZEPAKU OZIMEGO**

**THE INFLUENCE OF PLANT DENSITY ON HEALTHINESS
OF WINTER OILSEED RAPE**

*Zakład Fitopatologii, Katedra Ochrony Roślin
Division of Plant Pathology, Department of Plant Protection*

W przeprowadzonych badaniach podjęto próbę określenia wpływu rozstawy oraz ilości wysiewu na zdrowotność dwóch odmian rzepaku ozimego. Oceniano stopień porażenia roślin przez *Phoma lingam* sprawcę suchej zgnilizny rzepaku oraz stopień porażenia łuszczyn przez *Alternaria alternata*, sprawcę czerni krzyżowych. Wykonano także analizę mikologiczną nasion oraz podstawy łądyg z objawami chorobowymi.

SŁOWA KLUCZOWE: rzepak ozimy, obsada roślin, zdrowotność rzepaku, *Phoma lingam*, *Alternaria alternata*

WSTĘP

W ostatnich latach wzrosło znaczenie uprawy rzepaku, ze względu na zwiększone zainteresowanie wykorzystaniem oleju rzepakowego, jako komponentu biopaliw [5]. Przewiduje się, że w kolejnych latach ten kierunek uprawy rzepaku będzie dominował z racji wzrastających cen ropy oraz destabilizacji sytuacji społeczno-politycznej w rejonach roponośnych [Bieranowski 2006]. Wraz ze wzrostem zainteresowania uprawą rzepaku konieczne jest opracowanie nowych i bardziej wydajnych metod uprawy oraz ochrony plantacji przed presją agrofagów [Jędrzycka 2005, Korbas i Węgorek 2006].

Celem badań była ocena zdrowotności dwóch odmian rzepaku ozimego, przy różnej obsadzie tych roślin na jednostce powierzchni.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono w Pawłowicach na terenie Rolniczego Zakładu Doświadczalnego Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu w latach 2005–2006. Doświadczenie założono metodą w układzie „split-plot”, w czterech powtórzeniach. Wielkość poletka wynosiła 15 m² (10 m x 1,5 m).

Materiałem do badań był rzepak ozimy odmiany Lisek (populacyjna) i Titan (miejszańcowa zrestorowana). Zastosowano zróżnicowaną ilość wysiewu: 40 i 120 nasion/m² oraz dwie rozstawy rzędów: 15 i 30 cm. Do badań laboratoryjnych na trzy dni przed zbiorom z każdego poletka pobrano losowo po 25 roślin i po 50 łuszczyn. Dla oceny zdrowotności łodygi przyjęto skalę porażenia wg Gladera i Mussa [1980]:

- 0) rośliny zdrowe
- 1) rośliny z objawami porażenia na 1–11% powierzchni łodygi
- 2) rośliny z objawami porażenia na 12–25% powierzchni łodygi
- 3) rośliny z objawami porażenia na 26–50% powierzchni łodygi
- 4) rośliny z objawami porażenia na 51–75% powierzchni łodygi
- 5) rośliny z objawami porażenia na 76–100% powierzchni łodygi
- 6) rośliny zmarłe.

Natomiast do oceny stopnia porażenia łuszczyn wykorzystano skalę wg Czaplńskiej i Grabińskiej-Kossowskiej [1985]:

- 1) łuszczyny zdrowe
- 2) łuszczyny zielone z plamami czarnymi zlewającymi się wzdłuż szwów
- 3) łuszczyny suche, pokryte czarno aksamitnym nalotem, pękające z niedorozwiniętymi lub niewykształconymi nasionami.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie analizą wariancji.

Do badań mikologicznych wybrano z każdego poletka po 5 roślin z wyraźnymi zmianami chorobowymi oraz po 100 nasion z każdej kombinacji. Z podstawy łodygi wycinano 7 cm fragmenty, które następnie odkażano powierzchniowo przez 1 minutę w 0,5% roztworze podchlorynu sodu. Na szalki Petriego z zakwaszoną pożywką glukozowo-ziemniaczaną (PDA) wykładano po 6 inokulów. Natomiast nasiona wykładano na szalki z 2% pożywką maltozową. Połowę nasion z każdej kombinacji przed wyłożeniem na szalki odkażono powierzchniowo przez 1 minutę w 0,5% roztworze podchlorynu sodu.

WYNIKI BADAŃ

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że warunki pogodowe w 2006 roku bardziej sprzyjały porażeniu roślin przez *Phoma lingam* oraz *Alternaria alternata* niż w 2005 roku (tab. 1, 2). W 2005 roku wykazano istotny wpływ ilości wysiewu oraz rozstawy rzędów na stopień porażenia łodyg przez *P. lingam*. Wyższa norma wysiewu oraz mniejszy rozstaw rzędów wyraźnie sprzyjał infekcji łodyg przez tego patogena. Odmiany nie różniły się między sobą nasileniem występowania suchej zgnilizny kapustnych oraz czerni krzyżowych na łuszczynach w obydwu latach doświadczenia. Rozstawa rzędów zróżnicowała natomiast stopień porażenia łuszczyn przez *A. alternata*.

Większa rozstawa rzędów przyczyniła się do wzrostu ich porażenia. Ilość wysiewu nie zróżnicowała stopnia porażenia łuszczyń. W 2006 roku różnic statystycznych nie stwierdzono.

Tabela 1
Table 1

Wskaźnik porażenia łodyg rzepaku ozimego przez *Phoma lingam* (0–6°)
Stem base infestation of winter oilseed rape by *Phoma lingam* (0–6°)

Kombinacje doświadczenia Variant of experiment		Lata Years		Średnia Mean
		2005	2006	
Odmiany Cultivars	Lisek	1,88	2,37	2,12
	Titan	1,94	2,12	2,03
	NIR (a=0,05)	r.n./n.s.	r.n./n.s.	r.n./n.s.
Rozstawa rzędów Row spacing	15 cm	1,96	2,26	2,11
	30 cm	1,46	2,23	1,84
	NIR (a=0,05)	0,38	r.n./n.s.	0,20
Ilość wysiewu Seeding rate	40 n/m ²	1,53	2,19	1,86
	120 n/m ²	1,89	2,30	2,10
	NIR (a=0,05)	0,21	r.n./n.s.	0,22
Lata – Years		1,71	2,24	1,97
NIR (a=0,05)		0,34		r.n./n.s.

r.n. – różnica nieistotna, n.s. – not significant difference

Tabela 2
Table 2

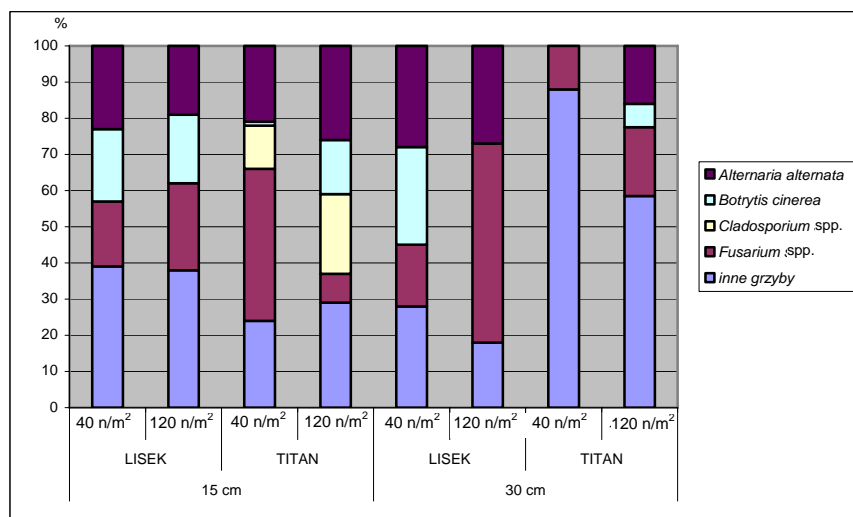
Wskaźnik porażenia łuszczyń rzepaku ozimego przez *Alternaria alternata* (0–3°)
Silique infestation of winter oilseed rape by *Alternaria alternata* (0–3°)

Kombinacje doświadczenia Variant of experiment		Lata Years		Średnia Mean
		2005	2006	
Odmiany Cultivars	Lisek	0,57	0,62	0,59
	Titan	0,60	0,61	0,61
	NIR (a=0,05)	r.n./n.s.	r.n./n.s.	r.n./n.s.
Rozstawa rzędów Row spacing	15 cm	0,58	0,65	0,61
	30 cm	0,60	0,58	0,59
	NIR (a=0,05)	0,02	r.n./n.s.	r.n./n.s.
Ilość wysiewu Seeding rate	40 n/m ²	0,61	0,60	0,60
	120 n/m ²	0,56	0,63	0,60
	NIR (a=0,05)	r.n./n.s.	r.n./n.s.	r.n./n.s.
Lata – Years		0,59	0,61	0,60
NIR (a=0,05)		0,02		r.n./n.s.

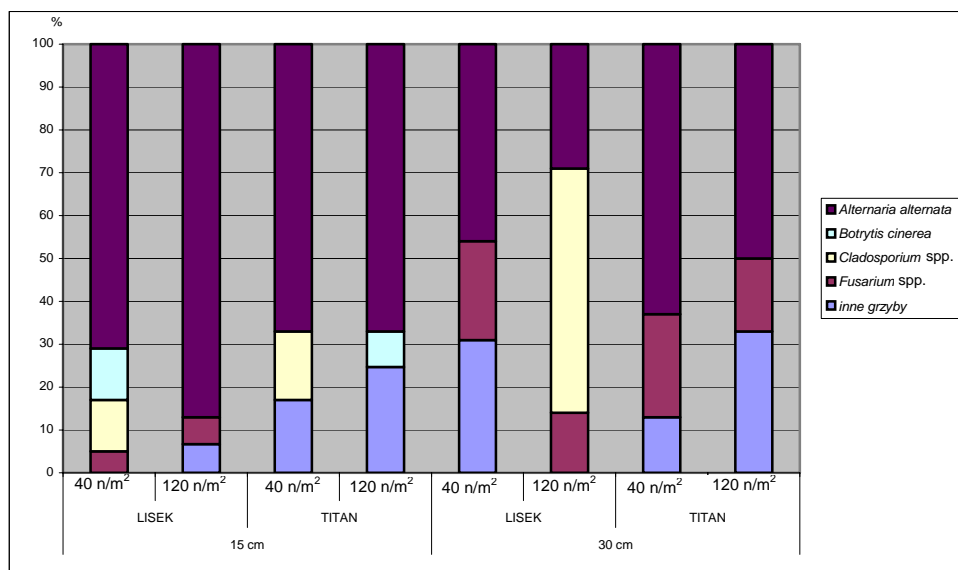
r.n. – różnica nieistotna, n.s. – not significant difference

We wszystkich latach doświadczenia z porażonej podstawy łodygi rzepaku ozimego wyosobniano grzyby patogeniczne i saprotroficzne (tab. 3, rys. 1, 2). Liczba wyizolowanych gatunków grzybów we wszystkich wariantach doświadczenia była zbliżona, podobnie jak liczebność kolonii. W trakcie analizy laboratoryjnej z łodyg rzepaku ozimego wyizolowano łącznie 14 gatunków grzybów. Grzyby patogeniczne były reprezentowane przez *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* oraz gatunki z rodzaju *Fusarium*. *Fusarium* spp. najliczniej izolowano z porażonych roślin w 2005 roku. Ich procentowy udział wahał się od 12 do 74%. W przypadku odmiany Lisek więcej kolonii uzyskano, gdy zwiększano normę wysiewu (24% przy mniejszej i 55% przy większej rozstawie rzędów). Natomiast w przypadku odmiany Titan uzyskano najwięcej kolonii *Fusarium* spp. przy mniejszej rozstawie rzędów i przy mniejszej ilości wysiewu. W kolejnym roku doświadczenia uzyskano znacznie mniej kolonii *Fusarium* spp. Najwięcej w kombinacjach z szerszą rozstawą rzędów (14 do 24%). Zaobserwowano natomiast znaczący wzrost liczebności *A. alternata* w drugim roku badań (o 40%), co może mieć związek z panującymi warunkami atmosferycznymi. Rozwojowi czerni krzyżowych powodowanej przez *A. alternata* sprzyja duża wilgotność oraz temperatura powietrza wahająca się w granicach 21–27 °C, a takie właśnie warunki zaistniały w 2006 roku. Więcej kolonii *A. alternata* uzyskano z odmiany Lisek wysiewanej w mniejszej rozstawie rzędów. Stwierdzono, że w pierwszym roku badań najwięcej kolonii *Botrytis cinerea* zanotowano z odmiany Lisek wysiewanej w mniejszej rozstawie rzędów. W 2006 roku uzyskano znacznie mniej kolonii tego patogenu niż w poprzednim roku badań i pochodziły one głównie z poletek o mniejszej rozstawie rzędów.

W wyniku analizy mikologicznej z nasion rzepaku ozimego wyizolowano 14 gatunków grzybów (tab. 4, 5). Zarówno w pierwszym, jak i drugim roku doświadczenia najliczniej izolowanym z nasion gatunkiem był *Alternaria alternata*. Uzyskano również pojedyncze kolonie *Cladosporium cladosporioides*, *Botrytis cinerea* oraz gatunki z rodzaju *Fusarium*. Analizując wyniki izolacji z nasion zaobserwowano, że grzyby z nich wyosobniane zlokalizowane były głównie na powierzchni nasion. Odkazanie powierzchniowe w dużym stopniu zredukowało liczebność kolonii (tab. 5). Nie stwierdzono żadnych prawidłowości w nasileniu występowania tych gatunków w zależności od zagęszczenia roślin rzepaku ozimego oraz odmiany.



Rys. 1. Procentowy udział grzybów wyizolowanych z podstawy łodyg rzepaku ozimego w 2005 r.
Fig. 1. Percentage of fungi isolated from stem base of winter oilseed rape in 2005



Rys. 2. Procentowy udział grzybów wyizolowanych z podstawy łodyg rzepaku ozimego w 2006 r.
Fig. 2. Percentage of fungi isolated from stem base of winter oilseed rape in 2006

Tabela 5
Table 5Grzyby wyizolowane z odkażanych nasion rzepaków ozimego
Fungi isolated from disinfected seeds of winter oilseed rape

Odmiany – Cultivars	LISEK						TITAN					
	15 cm		30 cm		30 cm		15 cm		30 cm		30 cm	
	40 n/m ²	120 n/m ²	40 n/m ²	120 n/m ²	40 n/m ²	120 n/m ²	40 n/m ²	120 n/m ²	40 n/m ²	120 n/m ²	40 n/m ²	120 n/m ²
Rozstawa rzędów – Row spacing	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Ilość wysiewu – Seeding rate	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Lata badań – Years	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Gatunek grzyba – Species of fungus	1	2	1	2	1	3	2	2	1	2	1	1
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler		1	2	1	2							
<i>Aspergillus niger</i> Van Tieghem		1	2	1	2							
<i>Botrytis cinerea</i> (de Bary) Whetz.		1	1	1			1					
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries	1		1		1	2	1	2	1	2	1	
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex S.F. Gray												2
<i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrenb. ex Schlecht.			1						1			1
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda ex Fr.) Sacc.	2		1									
<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Smith) Sacc.					1	1	1	1	1	1		
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.					1							
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.												1
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer			1									
<i>Penicillium notatum</i> Westling					1							1
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.	4	4	4	7	4	6	4	5	4	6	3	2
											1	1
											1	3
											1	2

WNIOSKI

1. Większa obsada rzepaku ozimego uzyskana poprzez zwiększanie normy wysiewu oraz zmniejszanie rozstawy wpływa na wzrost porażenia łodyg przez *Phoma lingam*.
2. Zmiana obsady roślin może jedynie w nieznacznym stopniu wpływać na występowanie czerni krzyżowych (*Alternaria alternata*) na łuszczynach.
3. Badane odmiany Lisek i Titan nie różniły się stopniem porażenia przez *Phoma lingam* i *Alternaria alternata*.

PIŚMIENNICTWO

- Bieranowski J., 2005: Biodiesel – ekologiczne źródło energii odnawialnej. Monografia „Praktyczne aspekty wykorzystania odnawialnych źródeł energii” Białystok: 71–85.
- Czaplińska S., Grabińska-Kossowska A., 1985: Wpływ terminu i gęstości siewu na zdrowotność dwóch odmian rzepaku ozimego. Biul. IHAR 156: 131–138.
- Gladders P., Musa T.M., 1980: Observations on the epidemiology of *Leptosphaeria maculans* stem cancer in winter oilseed rape. Pl. Path., 29 (1): 28–37.
- Jędrzycka M., 2005: Wraz ze SPEC-em dbajmy o zdrowotność rzepaku w Polsce. Ochr. Rośl. 10: 21–24.
- Józwiak D., Szlęk A., 2006: Ocena oleju rzepakowego jako paliwa kotłowego. Energetyka 6: 449–451.
- Korbias M., Węgorek P., 2006: Ochrona rzepaku w czasie kwitnienia. Ochr. Rośl. 4: 10–12.

THE INFLUENCE OF PLANT DENSITY ON HEALTHINESS OF WINTER OILSEED RAPE

S u m m a r y

The effect of winter oilseed rape density on plant healthiness of two cultivars was studied. It was shown, that higher seed rate and row spacing can increase percentage of infestation of rape stems by *Phoma lingam*. Similar results were achieved in case of silique infestation by *Alternaria alternata*. Healthiness of plants did not depend from the cultivars.

KEY WORDS: winter oilseed rape, plant density, healthy of oilseed rape, *Phoma lingam*, *Alternaria alternata*

Recenzent: prof. dr hab. Tomasz Kurowski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Zofia Spiak, Urszula Piszcz, Tomasz Zbroszczyk

**ROZMIESZCZENIE SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH
W NASIONACH I SŁOMIE WYBRANYCH ODMIAN
RZEPAKU OZIMEGO.**

CZĘŚĆ I. MAKROSKŁADNIKI

**DISPOSITION OF NUTRIENTS IN SEEDS AND STRAW
OF SELECTED WINTER RAPE CULTIVARS.
PART I. MACRONUTRIENTS**

*Katedra Żywienia Roślin
Department of Plant Nutrition*

Celem pracy była ocena nagromadzenia azotu, fosforu, potasu, magnezu i wapnia w plonie głównym i ubocznym trzech odmian rzepaku ozimego uprawianego w warunkach różnego zagęszczenia roślin. Trzyletnie badania polowe prowadzono w Zakładach Doświadczalnych Pawłowice na glebie płowej typowej, o składzie granulometrycznym gliny lekkiej zaliczonej do kompleksu pszennego dobrego. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach na dwa czynniki zmienne, którymi w kolejności były: I – trzy odmiany rzepaku ozimego, II – trzy poziomy zagęszczenia roślin na 1 m²; 40, 80 i 120. W słomie i nasionach rzepaku oznaczono zawartość makroskładników, a z iloczynu suchej masy i określonej zawartości N, P, K, Ca i Mg obliczono pobranie tych składników przez plon główny i uboczny. Wykazano, że istotnie lepiej plonowały odmiany heterozyjne niż odmiana populacyjna. Stwierdzono zbliżone zawartości badanych makroskładników w nasionach i słomie rzepaku niezależnie od odmiany i obsady roślin. Większe ilości wszystkich makroskładników odprowadzone były z nasionami i słomą lepiej plonujących odmian heterozyjnych, jednak istotne różnice pomiędzy odmianami stwierdzono jedynie w pobraniu potasu i magnezu. Wraz ze wzrostem zagęszczenia łanu rzepaku rosło nagromadzenie fosforu, potasu i magnezu w plonach.

SŁOWA KLUCZOWE: rzepak, odmiany heterozyjne i populacyjne, azot, fosfor, potas, zawartość, pobranie

WSTĘP

Rzepak należy do grupy roślin uprawnych intensywnie pobierających składniki pokarmowe i jest jedną z najbardziej wymagających roślin uprawnych. Potencjalne plony rzepaku ozimego wyliczone z idealnego modelu struktury plonu mogą osiągać nawet 9 ton z ha [Kuchtova i Vasak 2000]. Obecnie uprawiane odmiany rzepaku ozimego charakteryzują się wysokim potencjałem plonotwórczym i w badaniach COBORU dają plony rzędu 4–4,5 tony z hektara [Bartkowiak-Broda 1998]. W warunkach produkcyjnych, średnie plony tych samych odmian kształtują się na poziomie 2,5–3 ton z hektara. Oznacza to, że w praktyce rolnicy zbierają około 50% plonu wyznaczonego potencjałem odmian uprawianych obecnie w Polsce i tylko zaledwie 25% w stosunku do plonu biologicznie potencjalnego [Bartkowiak-Broda 2000]. Uzyskiwanie możliwie wysokiego i stabilnego plonu nasion rzepaku o wymaganych parametrach technologicznych zależy od wielu czynników, m.in. klimatu, gleby, stanowiska w płodozmianie, odpowiedniej pielęgnacji i ochrony roślin. Bardzo ważną rzeczą jest także dobór odpowiedniej odmiany, sposób siewu i racjonalne nawożenie [Hopkins i in. 2002]. Rzepak w porównaniu do innych roślin uprawnych ma duże zapotrzebowanie na wszystkie składniki pokarmowe, dlatego bardzo istotne jest ich dostarczenie w takich ilościach, aby w ciągu całego okresu wegetacji zapewnić roślinom pokrycie potrzeb pokarmowych. W przedstawionej pracy podjęto się próby oceny zawartości pobrania podstawowych składników pokarmowych przez nasiona i słomę dwóch odmian heterozyjnych oraz jednej populacyjnej rzepaku ozimego uprawianych przy zróżnicowanym zagęszczeniu roślin w łanie.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w ramach trzyletniego doświadczenia polowego realizowanego w latach 2003–2006 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Pawłowice należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Doświadczenia zakładano corocznie na glebie kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej III b, należącej do gleb płowych typowych, o składzie granulometrycznym gliny lekkiej. Przed założeniem doświadczenia określono zasobność warstwy ornej gleby w rozpuszczalne formy makroskładników pokarmowych. Zawartość fosforu oznaczonego metodą Egnera–Riehma wahała się od 4,6 do 7,0 mg P · 100⁻¹ g gleby, co pozwalało zaliczyć ją do klas o zasobności średniej i wysokiej. Zawartość potasu oznaczanego również testem Egnera–Riehma mieściła się w przedziale od 10,6 do 12,1 mg K · 100⁻¹ g gleby, co dla gleb średnich stanowi klasę średnich zasobności. Zawartość magnezu analizowana testem Schachtschabela wynosiła od 5,8 do 7,9 mg Mg · 100⁻¹ g gleby i podobnie jak w przypadku fosforu stanowiła zawartość na pograniczu klas zasobności średnich i wysokich. Analiza stanu zakwaszenia wykazała, że gleba posiada optymalny odczyn do uprawy rzepaku. Potrzeby wapnowania gleb oszacowano jako zbędne, gdyż pH oznaczone w 1 mol · dm⁻³ KCl wahało się od 6.6 do 6.9. Przedplonem rzepaku była pszenica ozima odmiany Pegassos. Aby wzbogacić glebę w substancję organiczną, słomę w czasie zbioru pszenicy rozdrobniono i pozostawiono na polu. Zastosowano saletrę amonową w

ilości 34 kg N na hektar (około 1% masy słomy), w celu zawężenia stosunku C:N i szybszego jej rozłożenia oraz przyorano. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Pierwszym badanym czynnikiem były trzy odmiany rzepaku ozimego; jedna populacyjna Lisek oraz dwie heterozyjne Baldur F1 i Titan F1. Drugim czynnikiem doświadczenia była różna ilość wysianych nasion na jednostkę powierzchni, a docelowa ilość roślin na 1 m² miała wynosić 40; 80 oraz 120 sztuk. Przed siewem rzepaku zastosowano nawożenie w przeliczeniu na hektar: 20 kg N, 60 kg P₂O₅ i 120 kg K₂O, azot uzupełniono jeszcze dwukrotnie wiosną: w marcu – 90 kg N na hektar oraz w kwietniu – 70 kg N na hektar, co dało łączną dawkę 180 kg N/ha. W okresie wegetacji stosowano opryski przeciwko chowaczom łądgowym, słodyszkowi rzepakowemu oraz szarej pleśni i czerni krzyżowych. Zbiór rzepaku przeprowadzono jednoetapowo pod koniec lipca. W celu oszacowania plonu słomy rzepaku oraz wyliczenia stosunku masy słomy do masy nasion, przed zbiorem rzepaku za pomocą kombajnu, z poszczególnych poletek pobrano próbki roślinne. Z każdego poletka wycinano z około jednego metra bieżącego rzędu rośliny, tak aby pobrać dziesięć reprezentatywnych, rosnących obok siebie sztuk. Po wyschnięciu próbek, rośliny młócono ręcznie. Uzyskane w ten sposób próbki słomy zawierające w odpowiednim stosunku do siebie pędy rzepaku oraz łuszczyzny, które zwykle są tracone podczas zbioru kombajnem – oraz próbki nasion rzepaku ważono. Przed analizami chemicznymi określano w próbkach słomy i nasion zawartość suchej masy – metodą wagową.

Zawartość P, K, Ca i Mg w próbkach oznaczano po zmineralizowaniu materiału roślinnego metodami powszechnie stosowanymi w kraju w laboratoriach chemiczno-rolniczych. Wyniki analiz przeliczono na zawartość poszczególnych składników w suchej masie próbek. Z iloczynu suchej masy i oznaczonej koncentracji N, P, K, Ca i Mg obliczono pobranie tych pierwiastków przez rośliny. Wyniki analiz poddano ocenie statystycznej z zastosowaniem analizy wariancji dla doświadczeń dwuczynnikowych w układzie zależnym. Po stwierdzeniu istotności różnic wyceniano je za pomocą przedziału ufności.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plonowanie rzepaku

Wysokość plonów rzepaku ozimego przedstawiono w tabeli 1. Średnio w doświadczeniu plon nasion rzepaku wyniósł 4,11 ton i był wyższy niż przeciętne plony uzyskiwane w kraju. Oba czynniki doświadczenia, odmiana rośliny oraz obsada istotnie modyfikowały wielkość plonów rzepaku. Najlepiej plonowała odmiana Baldur F1 wydając średnio o ponad 10% wyższe plony niż najsłabiej plonująca odmiana Lisek. Również druga z odmian heterozyjnych Titan F1 plonowała o około 7,5% lepiej od odmiany populacyjnej, co potwierdzają wyniki uzyskane przez Sienkiewicz-Cholewę [2001].

Tabela 1
Table 1Plonowanie rzepaku – plon główny nasiona, t · ha
Rape yield – main crop seeds

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	4,02	4,23	4,63	4,29 ^a
Titan F1	3,93	4,05	4,51	4,17 ^a
Lisek	3,74	4,08	3,82	3,88 ^b
Średnio dla obsady Mean for condensation	3,90 ^C	4,12 ^B	4,32 ^A	4,11
NIR _{0,05} I – 0.167 II – 0.097 I/II – r.n				

Obydwie badane odmiany heterozyjne wykazywały lepsze plonowanie wraz ze zwiększaniem obsady roślin. Odmiana populacyjna Lisek wydała najwyższe plony przy obsadzie 80 szt. na metr kwadratowy, a dalsze zwiększanie obsady roślin tej odmiany do 120 sztuk na metrze kwadratowym skutkowało spadkiem plonowania o około 7%. Plony słomy, obliczone z iloczynu plonów nasion z poszczególnych poletek oraz używanego stosunku słomy do nasion z 10 szt. roślin, przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2
Table 2Plony słomy rzepaku ozimego t · ha⁻¹
Rape yield straw t · ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	6,56	5,89	6,25	6,23 ^a
Titan F1	5,67	5,84	6,22	5,91 ^b
Lisek	5,34	6,00	5,72	5,69 ^b
Średnio dla obsady Mean for condensation	5,86 ^B	5,91 ^B	6,06 ^A	5,94
NIR _{0,05} I – 0,24 II – 0,14 I/II – 0,25				

Najwięcej słomy, podobnie jak i nasion, wytworzyła odmiana Baldur F1, a zwłaszcza uprawiana w warunkach niskiej obsady roślin. Druga z odmian heterozyjnych oraz odmiana populacyjna wytworzyły zbliżone ilości słomy, średnio około 6 t · ha⁻¹.

Przeciętnie w doświadczeniu, zwiększenie obsady roślin z 40 do 80 sztuk roślin na metr kwadratowy nie powodowało istotnego wzrostu masy słomy, jednak było to wynikiem niejednakowej reakcji poszczególnych odmian rzepaku na wzrost zagęszczenia roślin. W warunkach podwojenia obsady (z 40 do 80 szt.) odmiana populacyjna wytwa-

rzęła aż o 12% więcej słomy, natomiast u odmiany heterozyjnej Titan F1 wzrost ten nie przekroczył 3%. U odmiany Baldur F1 po takim zwiększeniu obsady obserwowano spadek masy słomy. Dalsze zagęszczanie ładu roślin rzepaku ozimego przeciętnie w doświadczeniu prowadziło do istotnego wzrostu masy słomy.

Zawartość składników pokarmowych w nasionach rzepaku

W warunkach prowadzonego doświadczenia nasiona rzepaku zawierały średnio od 2,41% do 2,69% N (tab. 3). Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy zawartością N w nasionach poszczególnych odmian rzepaku.

Tabela 3
Table 3

Zawartość azotu w nasionach rzepaku, % N w s.m.
Nitrogen content in rape seeds, % N d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	2,46	2,52	2,41	2,46
Titan F1	2,69	2,44	2,64	2,59
Lisek	2,66	2,62	2,56	2,61
Średnio dla obsady Mean for condensation	2,60	2,53	2,54	2,56
NIR _{0,05} I – r.n II – r.n I/II – r.n				

Odmiana Baldur F₁ zawierała nieznacznie mniej azotu w porównaniu do pozostałych, jednakże mogło to być spowodowane wydawaniem przez nią wyższych plonów. Widoczna była także tendencja odmiany Lisek do zmniejszania zawartości azotu w nasionach wraz ze zwiększeniem obsady roślin. Zależności takiej nie stwierdzono u pozostałych odmian badanych w doświadczeniu. Podobne wyniki uzyskał Banaszkiwicz [1998].

Podobnie jak w przypadku azotu, również analiza statystyczna zawartości fosforu w nasionach rzepaku wykazała, że żaden z badanych w doświadczeniu czynników nie wpływał istotnie na tę cechę (tab. 4). Pierwiastek ten spośród makroelementów zwykle wykazuje najmniejszą zmienność w tkankach roślin, a w warunkach prowadzonych badań jego zawartość w nasionach wahała się nieznacznie od 0,63 do 0,66%.

W warunkach prowadzonego doświadczenia zawartość potasu w nasionach rzepaku średnio mieściła się w przedziale wartości od 0,63 do 0,72% K w suchej masie (tab. 5). Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości potasu w nasionach pomiędzy poszczególnymi odmianami rzepaku. Można jednak stwierdzić, że najwięcej tego składnika w nasionach zawierała odmiana Baldur F1, a najmniej odmiana Lisek, jednakże różnica pomiędzy tymi odmianami wynosiła zaledwie 7%.

Zwiększające się zagęszczenie roślin również nie modyfikowało koncentracji potasu w nasionach rzepaku (tab. 5).

Tabela 4
Table 4Zawartość fosforu w nasionach rzepaku, % P w s.m.
Phosphorus content in rape seeds, % P in d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	0,65	0,64	0,63	0,64
Titan F1	0,66	0,65	0,64	0,65
Lisek	0,64	0,64	0,65	0,64
Średnio dla obsady Mean for condensation	0,65	0,64	0,64	0,64
NIR _{0,05} I – r.n II – r.n I/II – r.n				

Tabela 5
Table 5Zawartość potasu w nasionach rzepaku, % K w s.m.
Potassium content in rape seeds, % K in d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	0,72	0,69	0,72	0,71
Titan F1	0,68	0,69	0,66	0,68
Lisek	0,66	0,63	0,70	0,66
Średnio dla obsady Mean for condensation	0,69	0,67	0,69	0,68
NIR _{0,05} I – r.n II – r.n I/II – r.n				

W kolejnych tabelach 6 i 7, zamieszczono wyniki dotyczące zawartości wapnia i magnezu w nasionach rzepaku. W warunkach prowadzonego doświadczenia rzepak w nasionach zawierał średnio od 0,34% do 0,39% Ca oraz nieco mniej magnezu od 0,28 do 0,30%.

Podobnie jak w przypadku pozostałych badanych makroelementów, nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości wapnia i magnezu w nasionach rzepaku pomiędzy poszczególnymi odmianami tej rośliny. Najwięcej wapnia w nasionach zawierała odmiana Titan F1, najmniej odmiana Baldur F1, jednakże różnica pomiędzy tymi odmianami wynosiła zaledwie 5%.

Ilości wapnia i magnezu w nasionach rzepaku nie były również istotnie zależne od obsady roślin na poletku.

Tabela 6
Table 6

Zawartość wapnia w nasionach rzepaku, % Ca w s.m.
Calcium content in rape seeds, % Ca in d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	0,34	0,37	0,36	0,36
Titan F1	0,38	0,38	0,39	0,38
Lisek	0,39	0,36	0,37	0,37
Średnio dla obsady Mean for condensation	0,37	0,37	0,37	0,37
NIR _{0,05} I – r.n II – r.n I/II – r.n				

Tabela 7
Table 7

Zawartość magnezu w nasionach rzepaku, % Mg w s.m.
Magnesium content in rape seeds, % Mg in d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	0,29	0,29	0,28	0,29
Titan F1	0,30	0,29	0,29	0,29
Lisek	0,28	0,28	0,29	0,28
Średnio dla obsady Mean for condensation	0,29	0,29	0,29	0,29
NIR _{0,05} I – r.n II – r.n I/II – r.n				

Zawartość składników pokarmowych w słomie rzepaku

W warunkach prowadzonego doświadczenia, rzepak w słomie zawierał średnio od 0,40 do 0,47% azotu (tab. 8).

Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy zawartością tego składnika w słomie poszczególnych odmian rzepaku, ani istotnego oddziaływania na tę cechę zagęszczenia roślin na poletku. Tylko u najlepiej plonującej odmiany Baldur F1 zaobserwowano zmniejszenie zawartości azotu w słomie w miarę wzrostu jej masy wywołanym zwiększaniem obsady roślin. U odmian Titan F1 i Lisek największe zawartości azotu stwierdzono w słomie pochodzącej z obiektów o największym zagęszczeniu roślin.

Zawartość fosforu w słomie rzepaku była blisko dziesięciokrotnie niższa niż w nasionach tej rośliny, a średnia zawartość P mieściła się w przedziale od 0,07 do 0,09% (tab. 9). Różnice pomiędzy zawartością fosforu w słomie poszczególnych odmian rzepaku były bardzo niewielkie i mieściły się w granicach błędów oznaczeń. Nie wykazano również istotnych różnic pomiędzy zawartością fosforu w słomie roślin uprawianych w warunkach zwiększania ich zagęszczenia na poletkach.

Tabela 8
Table 8Zawartość azotu w słomie rzepaku ozimego, % N w s.m.
Nitrogen content in rape straw %, N in d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	0,42	0,44	0,41	0,42
Titan F1	0,45	0,40	0,46	0,44
Lisek	0,42	0,43	0,47	0,44
Średnio dla obsady Mean for condensation	0,43	0,42	0,44	0,43
NIR _{0,05} I – r.n II – r.n I/II – r.n				

Tabela 9
Table 9Zawartość fosforu w słomie rzepaku ozimego, % P w s.m.
Phosphorus content in rape straw, % P in d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	0,07	0,08	0,07	0,07
Titan F1	0,08	0,07	0,09	0,08
Lisek	0,07	0,07	0,09	0,07
Średnio dla obsady Mean for condensation	0,07	0,07	0,08	0,08
NIR _{0,05} I – r.n II – r.n I/II – r.n				

W tabeli 10 zamieszczono wyniki dotyczące zawartości potasu w słomie rzepaku. Pierwiastek ten zwykle pobierany jest przez rośliny luksusowo, a w częściach wegetatywnych jest go zwykle kilka razy więcej niż w nasionach roślin. W warunkach prowadzonych badań zawartość potasu w słomie rzepaku wahała się od 0,74 do 1,12% K i okazała się zależna od odmiany rzepaku. Odmiany heterozyjne, pomimo wytwarzania dużej masy słomy, zawierały statystycznie istotnie więcej potasu, niż odmiana populacyjna.

Wyższe zawartości potasu stwierdzone w słomie roślin uprawianych w warunkach większego zagęszczenia okazały się nie udowodnione statystycznie.

Słoma rzepaku zawierała duże ilości wapnia (tab. 11). Wahały się one od 1,92% do 2,14% Ca w suchej masie słomy.

Pomimo stwierdzenia wyższych zawartości tego makroskładnika w słomie heterozyjnych odmian rzepaku, w porównaniu do słomy odmiany populacyjnej, różnice te okazały się nieistotne statystycznie. Przeciętnie w doświadczeniu najwięcej wapnia zawierała słoma roślin rzepaku uprawianego w największym zagęszczeniu. Jednak i te różnice okazały nieistotne statystycznie.

Tabela 10
 Table 10

 Zawartość potasu w słomie rzepaku ozimego % K w s.m.
 Potassium content in rape straw, % K in d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	0,85	1,06	1,00	0,97 ^a
Titan F1	1,03	0,88	1,12	1,00 ^a
Lisek	0,88	0,74	1,00	0,87 ^b
Średnio dla obsady Mean for condensation	0,92	0,90	1,04	0,95
NIR _{0,05} I – 0.099 II – r.n I/II – r.n				

 Tabela 11
 Table 11

 Zawartość wapnia w słomie rzepaku ozimego, % Ca w s.m.
 Calcium content in rape straw, % Ca in d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	1,97	1,98	1,95	1,97
Titan F1	2,08	2,03	2,14	2,08
Lisek	1,89	1,92	1,98	1,93
Średnio dla obsady Mean for condensation	1,98	1,98	2,02	1,99
NIR _{0,05} I – r.n II – r.n I/II – r.n				

Zawartość magnezu w słomie rzepaku (tab. 12) podobnie jak i fosforu była najniższa spośród badanych makroelementów i wahała się od 0,07 do 0,10% Mg w suchej masie.

W warunkach prowadzonego doświadczenia nie wykazano statystycznie istotnych różnic pomiędzy odmianami rzepaku, a także oddziaływania zwiększającej się obsady roślin na zawartość magnezu w słomie rzepaku. Podobnie jak w przypadku potasu i wapnia stwierdzono tendencję do nagromadzenia większych ilości magnezu w słomie rzepaku rosnącego w największym zagęszczeniu łąnu roślin, a więc nie obserwowano zjawiska antagonizmu pomiędzy tymi pierwiastkami (tab. 12).

Tabela 12
Table 12Zawartość magnezu w słomie rzepaku ozimego, % Mg w s.m.
Magnesium content in rape straw, % Mg in d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	0.08	0.09	0.08	0.08
Titan F1	0.09	0.07	0.10	0.09
Lisek	0.08	0.07	0.10	0.08
Średnio dla obsady Mean for condensation	0.08	0.08	0.09	0.08
NIR _{0,05} I – r.n II – r.n I/II – r.n				

Pobranie składników pokarmowych wraz z plonem nasion i słomy rzepaku

Wielkość pobrania składników pokarmowych przez rośliny związana jest z dwoma głównymi czynnikami – ilością nagromadzonej biomasy oraz zawartością w niej składników. Dlatego czynniki decydujące o plonowaniu roślin i ich składzie chemicznym decydują o wielkości pobrania składników wraz z plonem.

W plonie głównym i ubocznym rzepaku ozimego było przeciętnie nagromadzone około 125 kgN · ha⁻¹ (tab. 13). Pomimo małych różnic, w zawartości tego pierwiastka w słomie i nasionach oraz braku istotnych różnic w pobraniu go wraz z plonem słomy i nasion widoczna była tendencja do większego nagromadzania azotu w plonie odmian heterozyjnych.

Tabela 13
Table 13Suma pobrania azotu z plonem rzepaku ozimego, kg N · ha⁻¹
Total nitrogen uptake by yield of winter rape

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	125.9	132.5	136.6	131.7
Titan F1	131.9	121.9	147.8	132.9
Lisek	122.1	132.7	124.8	126.5
Średnio dla obsady Mean for condensation	126.6	129.1	136.4	130.7
NIR _{0,05} I – r.n II – r.n. I/II – r.n				

Ilość azotu wyniesionego wraz z plonem słomy i nasion nie okazała się istotnie zależna od obsady roślin, jednak zwiększanie ilości roślin rzepaku do 120 sztuk na metr kwadratowy średnio powodowało wzrost pobierania azotu przez rzepak.

Dane dotyczące pobrania fosforu wraz ze słomą i nasionami rzepaku ozimego przedstawiono w tabeli 14. W doświadczeniu w plonie słomy i nasion rzepaku nagromadzone było średnio od 29 kg do prawie 32 kg P, a więc około trzy razy więcej, niż przeciętnie stosowane jest w naszym kraju w nawozach mineralnych na hektar.

Tabela 14

Table 14

Suma pobrania fosforu z plonem rzepaku ozimego, kg P · ha⁻¹
 Total phosphorus uptake by yield of winter rape

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	30.91	31.64	33.28	31.94 ^a
Titan F1	30.13	30.23	34.44	31.60 ^a
Lisek	27.51	30.20	29.51	29.07 ^b
Średnio dla obsady Mean for condensation	29.52 ^B	30.69 ^{AB}	32.41 ^A	30.87
NIR _{0,05} I – 1,79 II – 1,89 I/II – r.n				

Różnice w pobraniu fosforu wraz ze słomą i nasionami pomiędzy tymi typami odmian okazały się istotne statystycznie. Najwięcej fosforu z plonami pobierały odmiany heterozyjne.

Ilość fosforu wyniesionego wraz z plonem słomy i nasion była również istotnie zależna od obsady roślin. Zwiększenie obsady do 120 sztuk·m² powodowało istotny wzrost ilości wynoszonego fosforu wraz ze słomą i nasionami rzepaku. W doświadczeniu, pobranie potasu wraz z plonami rzepaku wynosiło średnio prawie 84 kg K z hektara (tab. 15). Obydwa czynniki doświadczenia istotnie modyfikowały ilości nagromadzonego potasu w plonach. Podobnie jak w przypadku wszystkich makroelementów najwięcej potasu pobrały odmiany heterozyjne, a najmniej odmiana populacyjna Lisek. Różnica pomiędzy typami odmian wynosiła średnio ponad 14 kg K, co w liczbach względnych stanowiło ponad 18%.

Tabela 15

Table 15

Suma pobrania potasu z plonem rzepaku ozimego, kg K · ha⁻¹
 Total potassium uptake by yield of winter rape

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	84,2	91,3	95,3	90,3 ^a
Titan F1	84,6	79,2	99,6	87,8 ^a
Lisek	71,5	69,9	83,5	75,0 ^b
Średnio dla obsady Mean for condensation	80,1 ^B	80,1 ^B	92,8 ^A	83,6
NIR _{0,05} I – 6,53 II – 8,33 I/II – r.n				

Również pobranie K z plonami istotnie wzrosło wraz ze zwiększaniem obsady roślin rzepaku na poletkach do 120 sztuk · m². Tendencja ta była obserwowana u wszystkich badanych odmian rzepaku.

Pobranie wapnia wraz ze słomą i nasionami rzepaku ozimego na poszczególnych obiektach doświadczenia wahało się w dość szerokim przedziale od 124 kg do 138 kg Ca z hektara (tab. 16).

Tabela 16

Table 16

Suma pobrania wapnia z plonem rzepaku ozimego, kg Ca · ha⁻¹
Total calcium uptake by yield of winter rape

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	142.54	132.13	138.00	137.56 ^a
Titan F1	131.21	133.42	150.31	138.31 ^a
Lisek	115.45	129.85	127.12	124.14 ^b
Średnio dla obsady Mean for condensation	129.73	131.80	138.48	133.34
NIR _{0,05} I – 10,82 II – r.n I/II – r.n				

Ilości pobranego wapnia z plonami okazały się statystycznie istotnie zależne tylko od pierwszego z czynników badanych w doświadczeniu. Odmiany heterozyjne Baldur F1 i Titan F1 zawierały w swojej biomase istotnie więcej wapnia niż populacyjna odmiana Lisek. Różnica ta wynosiła średnio około 14 kg Ca, co stanowiło ponad 11%. Ilość wyniesionego wapnia wraz z plonem głównym i ubocznym rzepaku nie była istotnie zależna od zmiany obsady roślin rzepaku na poletkach, jednak widać wyraźną tendencję do coraz większego wynoszenia tego składnika z plonem wraz ze wzrostem zagęszczenia ładu roślin.

Tabela 17

Table 17

Suma pobrania magnezu z plonem rzepaku ozimego, kg Mg · ha⁻¹
Total magnesium uptake by yield of winter rape

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	16.55	17.52	17.75	17.27 ^a
Titan F1	16.65	15.64	18.90	17.06 ^a
Lisek	14.61	15.66	16.33	15.53 ^b
Średnio dla obsady Mean for condensation	15.93 ^b	16.27 ^b	17.66 ^a	16.62
NIR _{0,05} I – 1,31 II – 0,97 I/II – r.n				

Wyniki dotyczące sumy pobrania magnezu z plonami rzepaku przedstawiono w tabeli 17. Średnio w doświadczeniu rzepak z plonami odprowadzał z 1 hektara pola około 16,6 Mg/kg. Wielkość pobrania tego składnika okazała się być uzależniona od typu odmiany rzepaku. Lepiej plonujące odmiany heterozyjne pobierały więcej magnezu niż odmiana populacyjna.

Również wzrost obsady roślin na poletkach pociągał za sobą istotne zwiększenie ilości magnezu odprowadzanego z plonem głównym i ubocznym rzepaku ozimego.

WNIOSKI

1. W warunkach prowadzonych badań stwierdzono zbliżone zawartości azotu, fosforu, potasu, magnezu i wapnia w nasionach badanych odmian. Zawartość makroskładników w słomie była również mało zróżnicowana pomiędzy badanymi odmianami, jedynie istotnie więcej potasu w słomie zawierały odmiany heterozyjne Baldur F1 i Titan F1 w porównaniu do odmiany populacyjnej Lisek. Na zawartość makroskładników w roślinach rzepaku nie wywierała wpływu zróżnicowana obsada roślin.

2. Większe ilości wszystkich makroskładników odprowadzane były z nasionami lepiej plonujących odmian heterozyjnych rzepaku, jednak istotne różnice pomiędzy odmianami stwierdzono tylko w pobraniu fosforu, potasu i magnezu. Ilości wyniesionego z plonem nasion fosforu, potasu, magnezu i wapnia zwiększały się istotnie wraz ze wzrostem obsady roślin na poletkach.

3. Odmiany heterozyjne Baldur F1 i Titan F1 nagromadzały więcej makroskładników w plonie słomy, niż odmiana populacyjna Lisek, ale statystycznie istotne różnice pomiędzy odmianami stwierdzono jedynie w pobraniu potasu i magnezu. Pobranie tylko tych dwóch makroskładników było istotnie większe na obiektach o większym zagęszczeniu roślin.

4. Suma makroskładników pobranych wraz z plonem głównym i ubocznym rzepaku układała się w następującym szeregu: wapń > azot > potas > fosfor > magnez.

5. Ilości fosforu, potasu, wapnia i magnezu pobrane wraz z plonami nasion i słomy odmian heterozyjnych były istotnie większe niż odmiany populacyjnej rzepaku. Wraz ze wzrostem zagęszczenia łąnu rzepaku rosły ilości fosforu, potasu i magnezu nagromadzone w plonach.

PIŚMIENNICTWO

- Banaszkiewicz T., 1998: Zawartość składników mineralnych w nasionach i wyłokach trzech krajowych odmian rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste* 19,2, 555–651.
- Bartkowiak-Broda I., 2000: Postęp genetyczny i hodowlany w rzepaku a potrzeby pokarmowe roślin, *Mat. Konf. Nauk. Zbilansowane nawożenie rzepaku – aktualne problemy*. Poznań 2000, 61–72.
- Bartkowiak-Broda I., 1998: Odmiany mieszańcowe – osiągnięcia i perspektywy. *Rośliny Oleiste*. 19, 2, 359–370.

- Kuchtova P., Vasak J., 2000: Wzrost i rozwój rzepaku ozimego, Mat. Konf. Nauk, „Zbilansowane nawożenie rzepaku – aktualne problemy” Poznań 2002, 78–80.
- Mušnicki S., Bishnoi U.R., Cebert E., 2002: Sowing date, seeding and nitrogen rates effect on field components of Canola. Crop Research Hisar. 24,3,407–416.
- Sienkiewicz-Cholewa U., 2001: Wpływ nawożenia mikroelementami na plony rzepaku ozimego. Pam. Puławski 126,139–154.

**DISPOSITION OF NUTRIENTS IN SEEDS AND STRAW OF SELECTED
WINTER RAPE CULTIVARS.
PART I. MACRONUTRIENTS**

S u m m a r y

The aim of this research was to assess accumulation of nitrogen, potassium, magnesium and calcium by main yield and by-yield of 3 different winter rape varieties by different condensation of plants in field. The 3-years field experiment was carried out in Agricultural Experimental Station Pawłowice on typical lessive soil of light loam granulometric composition rated as good wheat complex. The experiment was established with randomized complete block design in four duplications for two alternate factors: I – 3 winter rape varieties, II – 3 different condensation of plants in field – 40, 80, 120 plants/m².

In straw and seeds content of macronutrients was assayed and from the ratio of dry mass and determined N, P, K, Ca and Mg contents, the elements uptake by main yield and by-yield was calculated.

Comparable amounts of examined elements were found in straw and rape seeds regardless of rape variety and condensation of plants in field. Higher amounts of all macronutrients were withdrawn with rape main yield and by-yield of hybrid rape varieties with higher yield, however significant differences between varieties were found only in potassium and magnesium uptake. Accumulation of phosphorus, potassium and magnesium increased together with higher condensation of plants in field.

KEY WORDS: rape, regular and hybrid rape variety, nitrogen, phosphorus, potassium, content, uptake

Recenzent: prof. dr hab. Teofil Mazur – Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Zofia Spiak, Urszula Piszcz, Tomasz Zbroszczyk

**ROZMIESZCZENIE SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH
W NASIONACH I SŁOMIE WYBRANYCH ODMIAN
RZEPAKU OZIMEGO.**

CZĘŚĆ II. MIKROSKŁADNIKI

**DISPOSITION OF NUTRIENTS IN SEEDS AND STRAW
OF SELECTED WINTER RAPE CULTIVARS.
PART II. MICRONUTRIENTS**

*Katedra Żywienia Roślin
Department of Plant Nutrition*

Celem pracy była ocena zawartości i nagromadzenia miedzi, cynku i manganu w plonie głównym i ubocznym trzech odmian rzepaku ozimego uprawianego w warunkach różnego zagęszczenia roślin. W słomie i nasionach rzepaku oznaczono zawartość mikroskładników, a z iloczynu suchej masy i określonej zawartości Cu, Zn i Mn obliczono pobranie tych pierwiastków przez plon główny i uboczny rzepaku.

Zawartość mikroskładników w nasionach oraz słomie rzepaku nie zależały ani od odmiany, ani od zagęszczenia ładu, a układały się w malejącym szeregu: miedź < cynk < mangan.

Odmiany heterozyjne rzepaku nagromadzały istotnie więcej miedzi w plonie głównym i ubocznym niż odmiana populacyjna. Zwiększenie obsady roślin powodowało odprowadzenie z plonami większych ilości cynku i manganu. Więcej tych mikroelementów odprowadzane było z plonem głównym rzepaku, natomiast miedzi z plonem ubocznym.

SŁOWA KLUCZOWE: rzepak, odmiany populacyjne i heterozyjne, mikroelementy, zawartość, pobranie

WSTĘP

Dla optymalnego wzrostu wysoko plonujących roślin, oprócz podstawowych makroskładników niezbędne są mikroskładniki. Funkcje ich w roślinach są bardzo złożone, jednak bardzo często decydują one między innymi o prawidłowym wykorzystaniu pozostałych składników pokarmowych, zwłaszcza w warunkach intensywnej uprawy,

nastawionej na uzyskanie wysokich ilościowo i jakościowo plonów [Barłóg i Grzebisz 2000, Czuba i in. 2002, Sienkiewicz-Cholewa 2001].

Prawidłowe nawożenie rzepaku powinno uwzględniać więc zwiększenie dostępności wszystkich składników pokarmowych w całym okresie wegetacji, dlatego mikrośkładniki powinny się stosować dogłębowo łącznie z nawozami fosforowo-potasowymi [Chamorro 2002]. Aby określić potrzeby pokarmowe w stosunku do mikrośkładników i ustalić dawki nawozów należy dokładnie rozpoznać ilości tych składników wynoszonych z końcowym plonem. W stosunku do odmian rzepaku uprawianych w Polsce od wielu lat zagadnienie, to jest w miarę dobrze przebadane, natomiast nowo wprowadzane do uprawy odmiany heterozyjne pod tym względem nie są jeszcze rozpoznane.

Celem prowadzonych badań była więc ocena nagromadzenia miedzi, cynku i manganu w plonie głównym i ubocznym dwóch heterozyjnych odmian rzepaku i jednej populacyjnej uprawianych w warunkach różnego zagęszczenia roślin.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe oraz przygotowanie roślin do analiz prowadzono według metodyki przedstawionej w I części pracy dotyczącej wpływu zagęszczenia ładu na plon oraz zawartość makrośkładników w nasionach i słomie trzech odmian rzepaku. Analizę zawartości mikroelementów w słomie i nasionach rzepaku przeprowadzono powszechnie stosowanymi w kraju metodami przejętymi przez Okręgowe Stacje Chemiczno-Rolnicze.

W celu oznaczenia mikrośkładników próbki roślinne były mineralizowane na sucho w piecu muflowym w temperaturze narastającej do 450 °C. Uzyskany popiół rozpuszczano następnie w roztworze kwasu azotowego o stężeniu 1 mol · dm⁻³. Badane mikrośkładniki miedź, cynk oraz mangan oznaczano metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej na spektrofotometrze Varian Spectra AA 220FS.

Z iloczynu suchej masy i oznaczonej zawartości Cu, Zn i Mn obliczono pobranie tych pierwiastków przez plon główny i uboczny rzepaku. Wyniki analiz próbek roślin pobranych z poszczególnych powtórzeń doświadczenia polowego poddano ocenie statystycznej z zastosowaniem analizy wariancji dla doświadczeń dwuczynnikowych w układzie zależnym. Po stwierdzeniu istotności różnic wyceniano je za pomocą przedziału ufności NIR.

Zawartość mikrośkładników w nasionach rzepaku

Zawartość miedzi w nasionach rzepaku wahała się od 1.38 mg do 1.67 mg Cu · kg⁻¹ (tab. 1). Najniższą zawartość tego składnika obserwowano w nasionach odmiany populacyjnej Lisek, wyższe zawartości Cu stwierdzano w odmianach heterozyjnych. Różnica pomiędzy badanymi odmianami wynosiła ponad 9%, ale okazała się nieistotna statystycznie.

Tabela 1
Table 1Zawartość miedzi w nasionach rzepaku, mg Cu · kg⁻¹ s.m.
Copper content in rape seeds, mg Cu · kg⁻¹ d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Lisek	1,38	1,58	1,41	1,46
Baldur F1	1,56	1,62	1,67	1,62
Titan F1	1,59	1,47	1,62	1,56
Średnio dla obsady Mean for condensation	1,51	1,56	1,57	1,54
NIR _{0,05} I – r.n II – r.n I/II – r.n				

Drugi z badanych czynników doświadczenia również okazał się statystycznie nieistotny, gdyż różnice pomiędzy zawartością miedzi w nasionach rzepaku uprawianego w warunkach zwiększającego się zagęszczenia łąnu sięgały zaledwie 3%. Zarówno odmiana populacyjna Lisek, jak i odmiany heterozyjne w miarę wzrostu zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni, nie wykazywały tendencji do obniżania zawartości Cu w nasionach. Odmiana heterozyjna Baldur F1 reagowała na wzrost zagęszczenia roślin przyrostem zawartości miedzi w nasionach.

Rzepak ozimy w nasionach zawierał ponad 60-krotnie więcej cynku niż miedzi, a zawartość Zn wynosiła średnio w doświadczeniu ponad 31 mg Zn w kilogramie suchej masy. (tab. 2).

Tabela 2
Table 2Zawartość cynku w nasionach rzepaku, mg Zn · kg⁻¹ s.m.
Zinc content in rape seeds, mg Zn · kg⁻¹ d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Lisek	32,65	29,43	33,63	31,07
Baldur F1	30,00	32,03	31,10	31,04
Titan F1	31,35	30,15	34,55	31,60
Średnio dla obsady Mean for condensation	30,50 ^b	30,53 ^b	32,68 ^a	31,24
NIR _{0,05} I – r.n II – 1,6 I/II – r.n				

Podobnie jak w przypadku Cu, oba czynniki doświadczenia zarówno zagęszczenie roślin, jak i typ odmiany, nie wykazywały istotnego oddziaływania na zawartość cynku w nasionach.

W warunkach prowadzonych badań ilość cynku w nasionach okazała się bardzo stabilna, różnice w zawartości tego mikroelementu pomiędzy odmianami wynosiły zaledwie 1%. Drugi czynnik badawczy silniej modyfikował zawartość Zn, gdyż największa różnica pomiędzy obiektami różnego zagęszczenia roślin wynosiła około 8%.

W tabeli 3 przedstawiono średnie zawartości manganu w nasionach rzepaku ozimego. W warunkach prowadzonego doświadczenia wahały się one od 34,78 mg do 41,33 mg Mn · kg⁻¹ s.m.

Tabela 3

Table 3

Zawartość manganu w nasionach rzepaku, mg Mn · kg⁻¹ s.m.

Manganese content in rape seeds, mg Mn · kg⁻¹ d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Lisek	41,33	37,73	39,93	39,66
Baldur F1	34,78	36,98	37,23	36,33
Titan F1	37,50	34,78	41,05	37,78
Średnio dla obsady Mean for condensation	37,87	36,49	39,40	37,92
NIR _{0,05} I – r.n II – r.n I/II – r.n				

W przeciwieństwie do zawartości miedzi, zawartość manganu w nasionach odmiany populacyjnej była wyższa, niż w nasionach odmian heterozyjnych. Różnica ta wynosiła średnio około 7%, jednak nie była istotna statystycznie.

Również nieistotne okazały się różnice między średnimi dla obiektów drugiego czynnika – zwiększającej się obsady roślin, a jego oddziaływanie na zawartość manganu w nasionach rzepaku było u poszczególnych odmian inne. U odmiany Baldur F1 zawartość manganu rosła wraz z zagęszczaniem łanu, natomiast u odmian Titan F1 i Lisek ilości manganu zawartego w nasionach były najniższe przy obsadzie 80 sztuk · m².

Zawartość mikroelementów w słomie rzepaku

Zawartość miedzi w słomie rzepaku była około pięciokrotnie większa niż w nasionach tej rośliny. Przeciętnie, w warunkach prowadzonego doświadczenia, wynosiła ona 2,46 mg Cu · kg⁻¹ (tab. 4). Żaden z badanych w doświadczeniu czynników nie modyfikował istotnie zawartości miedzi w słomie rzepaku, a różnice pomiędzy poszczególnymi odmianami nie przekraczały 5%. Odmiana populacyjna Lisek zawierała w słomie więcej miedzi niż odmiana heterozyjna Baldur F1, ale mniej niż druga odmiana heterozyjna Titan F1.

Średnio w doświadczeniu najmniej miedzi zawierała słoma roślin uprawianych w warunkach zagęszczenia roślin wynoszącego 80 szt. · m².

Największe zróżnicowanie w zawartości miedzi w słomie rzepaku pod wpływem zróżnicowanego zagęszczenia roślin, spośród badanych odmian stwierdzono u odmiany Titan F1. Wahania pomiędzy obiektami II, czynnika doświadczenia wynosiły dla tej odmiany od 2,35 do 2,65 mg Cu · kg⁻¹ s.m.

Tabela 4

Table 4

Zawartość miedzi w słomie rzepaku, mg Cu · kg⁻¹ s.m.
Copper content in rape straw, mg Cu · kg⁻¹ d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Lisek	2,43	2,43	2,50	2,45
Baldur F1	2,45	2,40	2,38	2,41
Titan F1	2,65	2,35	2,58	2,53
Średnio dla obsady Mean for condensation	2,51	2,39	2,48	2,46
NIR _{0,05} I – r.n II – r.n I/II – r.n				

W warunkach prowadzonych badań zawartości cynku w słomie rzepaku były ponad trzykrotnie niższe niż ilości stwierdzone w nasionach tej rośliny (tab. 2 i 5). Podobne zawartości cynku w nasionach oraz słomie rzepaku stwierdzali [Sienkiewicz-Cholewa i Gembarzewski 1996 oraz Badora 1999]. Podobnie, jak w nasionach, również i w słomie rzepaku nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy średnimi zawartościami Zn na poszczególnych obiektach badawczych. Można jednak było zaobserwować tendencję do większego nagromadzenia cynku w słomie odmiany populacyjnej Lisek w porównaniu do odmian heterozyjnych Baldur i Titan F1.

W warunkach prowadzonych badań nie stwierdzono także tendencji do obniżania się zawartości tego pierwiastka w słomie rzepaku w miarę wzrostu zagęszczenia ładu i związanego z tym przyrostu masy słomy. Przeciętnie na obiektach o największym zagęszczeniu roślin słoma rzepaku była najlepiej zaopatrzona w cynk.

Tabela 5

Table 5

Zawartość cynku w słomie rzepaku, mg Zn · kg⁻¹ s.m.
Zinc content in rape straw, mg Zn · kg⁻¹ d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Lisek	6,78	6,15	8,32	7,08
Baldur F1	8,10	8,00	7,60	7,90
Titan F1	8,68	7,28	7,52	7,83
Średnio dla obsady Mean for condensation	7,85	7,14	7,82	7,60
NIR _{0,05} I – r.n II – r.n I/II – r.n				

Podobnie jak w przypadku cynku, również zawartość manganu w słomie była blisko trzykrotnie mniejsza niż zawartość tego składnika w nasionach rzepaku (tab. 6), i wahała się w szerokich granicach od 10,65 mg do 19,28 mg Mn · kg⁻¹ s.m.

Pomimo stwierdzenia przeciętnie wyższych zawartości tego składnika w słomie odmiany populacyjnej Lisek, w porównaniu do odmian heterozyjnych różnice między nimi okazały się nieistotne statystycznie.

Tabela 6

Table 6

Zawartość manganu w słomie rzepaku, mg Mn · kg⁻¹ s.m.
Manganese content in rape straw, mg Mn · kg⁻¹ d.m.

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Lisek	12,68	11,88	14,28	12,94
Baldur F1	11,90	13,63	11,03	12,18
Titan F1	12,20	10,65	11,40	11,42
Średnio dla obsady Mean for condensation	12,26	12,05	12,23	12,18
NIR _{0,05} I – r.n II – r.n I/II – r.n				

W przeprowadzonych doświadczeniach nie stwierdzono również istotnego wpływu zagęszczenia roślin na zawartość manganu w słomie rzepaku. Najwięcej tego mikro-składnika w słomie zawierały odmiany Lisek i Titan F1 w warunkach uprawy o największym zagęszczeniu roślin.

W warunkach badań własnych łącznie w plonie głównym i ubocznym, rzepak nagromadzał od 18,1 g do 23,3 g Cu · ha⁻¹ (tab. 7). Zasadniczą część tego pobrania, około 70% ilości Cu była związana z zawartością tego składnika w plonie ubocznym – słomie rzepaku.

Tabela 7

Table 7

Suma pobrania miedzi z plonem głównym i ubocznym, g Cu · ha⁻¹
Total copper uptake by main and by-crop, g Cu · ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Lisek	17,74	21,00	19,69	19,48 ^B
Baldur F1	22,28	20,95	22,56	21,93 ^A
Titan F1	21,25	19,65	23,30	21,40 ^A
Średnio dla obsady Mean for condensation	20,42 ^b	20,54 ^b	21,85 ^a	20,94
NIR _{0,05} I – 1,52 II – 0,99 I/II – r.n.				

Średnio w doświadczeniu odmiany heterozyjne nagromadzały statystycznie istotnie więcej miedzi, niż badana odmiana populacyjna. Różnica pomiędzy tymi typami odmian wynosiła ponad 10%.

W warunkach prowadzonych badań stwierdzono również istotne zależności pomiędzy pobraniem miedzi a obsadą roślin. Jednak tendencje w nagromadzaniu miedzi w plonie związane ze zwiększającą się obsadą roślin były odmienne u poszczególnych odmian roślin.

Łączne pobranie cynku w plonie głównym i ubocznym było średnio 11-krotnie większe niż pobranie miedzi z plonami rzepaku i wynosiło średnio prawie $183 \text{ g Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$. (tab. 8).

Różnice pomiędzy obiektami pierwszego z badanych w doświadczeniu czynników były niewielkie. Zarówno odmiana populacyjna, jak i odmiany heterozyjne gromadziły zbliżone ilości cynku, a największa różnica pomiędzy nimi nie przekraczała 3%.

Tabela 8

Table 8

Suma pobrania cynku z plonem głównym i ubocznym, $\text{g Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$
Total zinc by main crop and by-crop, $\text{g Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. $\cdot \text{m}^2$ Condensation of plants in field – plants/ m^2			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Lisek	148,4	156,8	205,5	170,2
Baldur F1	173,2	182,3	191,3	182,2
Titan F1	173,0	164,5	197,3	178,3
Średnio dla obsady Mean for condensation	173,5 ^b	169,8 ^b	205,3 ^a	182,9
NIR _{0,05} I – r.n. II – 20,1 I/II – r.n.				

Istotny jednak okazał się wpływ zagęszczenia roślin na pobranie cynku z plonem rzepaku. Zwiększenie docelowej obsady roślin do 120 sztuk roślin na m^2 powodowało, istotnie statystycznie, zwiększenie ilości cynku odprowadzanego z plonami rzepaku. Różnica pomiędzy obiektem o największym zagęszczeniu, w porównaniu do pozostałych obiektów, wynosiła ok. 20%, co w liczbach bezwzględnych stanowiło ponad $30 \text{ g Zn} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Należy dodać, że w warunkach prowadzonych badań średnio około 71% cynku nagromadzonego w plonach znajdowało się w plonie głównym – nasionach, natomiast niespełna 29% w plonie ubocznym – słomie rzepaku ozimego.

Spośród badanych mikrośladników w największych ilościach z plonem rzepaku ozimego odprowadzany był mangan. W doświadczeniu ilość tego składnika wahała się w szerokich granicach, od niespełna 203 g do $288 \text{ g Mn} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 9). Większa część, średnio około 65% manganu była nagromadzona w nasionach rzepaku ozimego.

Tabela 9
Table 9Suma pobrania manganu z plonem głównym i ubocznym, g Mn · ha⁻¹
Total manganese uptake by main crop and by-crop, g Mn · ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Lisek	221,8	224,6	234,6	241,4
Baldur F1	217,7	236,4	241,5	231,8
Titan F1	216,3	202,8	256,1	240,5
Średnio dla obsady Mean for condensation	218,6 ^b	221,2 ^b	244,1 ^a	237,9
NIR _{0,05} I – r.n. II – 18,9 I/II – r.n.				

Testowane w doświadczeniu odmiany nie różniły się istotnie w nagromadzeniu manganu w plonach. Natomiast podobnie jak w przypadku cynku, na ilość manganu odprowadzanego z plonami miało wpływ zagęszczenie roślin w łanie rzepaku. Istotnie więcej manganu odnajdywano w plonie łącznym rzepaku uprawianego w największym zagęszczeniu. Różnica ta wynosiła prawie 18%, co w liczbach bezwzględnych stanowiło 40 g Mn · ha⁻¹.

Przeciętnie w warunkach prowadzonych badań, wzajemny stosunek pobranych łącznie przez plon główny i uboczny mikrośkładników u odmiany populacyjnej Lisek wynosił w szeregu Cu, Zn i Mn jak 1 do 4,1 do 6,3. U odmiany heterozyjnej Baldur F1 był nieco węższy i wynosił odpowiednio 1 do 3,3 do 5,0, natomiast u odmiany Titan F1 do 3,5 do 5,5.

WNIOSKI

1. Zawartości mikrośkładników w nasionach oraz słomie rzepaku nie były zróżnicowane pomiędzy badanymi odmianami, ani nie były modyfikowane zagęszczeniem łanu i układały się w następującym szeregu: miedź < cynk < mangan.
2. Odmiany heterozyjne rzepaku Baldur F1 i Titan F1 nagromadzały istotnie więcej miedzi w plonie głównym i ubocznym, niż odmiana populacyjna Lisek.
3. Uprawa rzepaku w dużym zagęszczeniu łanu powodowała odprowadzenie z plonami istotnie większych ilości badanych mikrośkładników miedzi, cynku oraz manganu.
4. Większe ilości cynku oraz manganu odprowadzane są z plonem głównym – nasionami rzepaku, natomiast miedzi ze słomą – plonem ubocznym rzepaku.

PIŚMIENNICTWO

- Badura A., 1999: Pobieranie Mg, Ca, P, K Fe i Zn przez niektóre rośliny uprawne w warunkach zróżnicowanej zawartości wymiennej frakcji manganu w glebie. *Biuletyn Magnezologiczny* 4,2, 251–257.
- Barłóg P., Grzebisz W., 2000: Dynamika pobierania składników pokarmowych przez rzepak ozimy w zależności od rodzaju nawozu i podziału drugiej dawki azotu. *Rośliny oleiste* 21,1,85–96.
- Bowszys T., 1996: Reakcje rzepaku ozimego na dolistne nawożenie borem. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 434, 1, 71–76.
- Chamorro A.M., 2002: Nitrogen accumulation, partition and nitrogen use efficiency in Canola under different nitrogen availabilities. *Comm. in Soil Science and Plant Analysis* 33, 3–4, 439–504.
- Czuba R., Sztuder H., Świerczewska M., 1995: Dolistne dokarmianie rzepaku ozimego i gorczycy białej azotem, magnezem i mikroelementami, IUNG Puławy ss. 26.
- Sienkiewicz-Cholewa U., Gembarzewski H., 1997: Badania nad potrzebami nawożenia mikroelementami podwójnie ulepszonych odmian rzepaku ozimego. IUNG Puławy ss.26.
- Sienkiewicz-Cholewa U., 2001: Wpływ nawożenia mikroelementami na plony rzepaku ozimego. *Pam. Puławski* 126, 139–154.

DISPOSITION OF NUTRIENTS IN SEEDS AND STRAW OF SELECTED WINTER RAPE CULTIVARS. PART II. MICRONUTRIENTS

S u m m a r y

The aim of this research was to assess accumulation and content of copper, zinc, manganese in main yield and by-yield of winter rape cultivated in conditions of different condensation of plants in field. The 3-years field experiment was carried out in Agricultural Experimental Station Pawłowice on typical lessive soil of light loam granulometric composition rated as good wheat complex. The experiment was established with randomized complete block design in four duplications for two alternate factors: I – 3 winter rape varieties, II – 3 different condensation of plants in field – 40, 80, 120 plants/m².

In straw and seeds content of micronutrients was assayed and from the ratio of dry mass and determined Cu, Zn, Mn contents, the elements uptake by main yield and by-yield was calculated.

Hybrid rape varieties accumulated significantly more copper in main yield and by-yield than the regular variety of rape. The increase of condensation of plants in field caused higher withdrawn of zinc and manganese with yield. More of these elements were withdrawn with rape main yield, however more copper with by-yield.

KEY WORDS: rape, regular and hybrid rape variety, microelements, content, uptake

Recenzent: prof. dr hab. Teofil Mazur – Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Zofia Spiak, Urszula Piszcz, Tomasz Zbroszczyk

**DYNAMIKA POBIERANIA SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH
PRZEZ WYBRANE ODMIANY RZEPAKU OZIMEGO
THE DYNAMICS OF NUTRIENTS UPTAKE BY SELECTED
WINTER RAPE CULTIVARS**

*Katedra Żywienia Roślin
Department of Plant Nutrition*

W ramach trzyletnich badań polowych prowadzonych w latach 2003–2006 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Pawłowice, w pierwszym roku badań oceniono wpływ ilości wysiewu 40, 80 i 120 sztuk nasion/m² na dynamikę pobierania składników pokarmowych przez dwie odmiany heterozyjne rzepaku i jedną populacyjną. Rośliny analizowano w czterech charakterystycznych dla tego gatunku fazach rozwojowych: I – formowanie rozety, II – formowanie łodygi, III – pąkowania, IV – formowania nasion.

Wykazano, że odmiana populacyjna wytworzyła istotnie mniej suchej masy niż odmiany heterozyjne. Nie stwierdzono natomiast wpływu zagęszczenia łanu roślin na gromadzenie suchej masy.

Skład chemiczny roślin rzepaku najbardziej zależny był od fazy rozwojowej, w mniejszym natomiast od badanej odmiany oraz od obsady roślin na m².

SŁOWA KLUCZOWE: rzepak, odmiany populacyjne, odmiany heterozyjne, makroskładniki, dynamika pobierania

WSTĘP

Uprawa rzepaku wymaga dużych nakładów finansowych, gdyż zakres warunków agrotechnicznych, jakie muszą być spełnione, aby poniesione koszty zostały zrekomensowane jest bardzo szeroki. Dodatni wynik ekonomiczny jest możliwy do uzyskania tylko wtedy, gdy jego agrotechnika jest dobrze zaplanowana i wykonana, gdyż w przeciwnym razie poziom plonów nie zabezpieczy opłacalności produkcji [Baradough 1989, Grant i Bajlej 1993].

Spośród wielu czynników decydujących o opłacalności uprawy rzepaku największą rolę odgrywa zbilansowane odżywianie. Prawidłowe nawożenie rzepaku wymaga przede wszystkim określenia krytycznych faz rozwoju z punktu widzenia końcowego plonu. W okresie wegetacji szczególną uwagę należy zwrócić na to, aby jesienią nie dopuścić do nadmiernego wzrostu i rozwoju roślin w wyniku przenażnienia, gdyż stworzone zostaną warunki do ich przemarznięcia. Bardzo ważne jest również wiosenne ruszenie wegetacji, kiedy rośliny odbudowują system korzeniowy i uszkodzone liście. W tym okresie konieczne jest dobre zaopatrzenie rzepaku w fosfor i azot [Grzebisz i Potarzycki 2003]. Trwający około 2 miesiące okres od kwitnienia rzepaku charakteryzuje się dynamicznym przyrostem biomasy i wówczas ograniczająco działa niedobór składników pokarmowych, głównie azotu i potasu [Barłóg i Grzebisz 2000].

Pobranie składników pokarmowych w znacznym stopniu zależy od odmiany i poziomu plonowania, ale przebieg krzywych pobrania jest odmienny dla poszczególnych składników pokarmowych. Tempo zapotrzebowania na składniki zależy od dynamiki wzrostu rzepaku w sezonie wegetacyjnym, dostępność wody i składników pokarmowych [Grzebisz 2003, Wojtowicz i Wielebski 2000].

Ustalenie więc prawidłowej dawki składników pokarmowych dla rzepaku wymaga uwzględnienia faz krytycznych ich zapotrzebowania, dlatego celem prowadzonych badań było prześledzenie dynamiki pobierania azotu, fosforu i potasu w okresie wegetacji przez trzy odmiany rzepaku – dwie heterozyjne i jedną populacyjną w warunkach zróżnicowanej obsady roślin na 1 m².

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe oraz przygotowanie roślin do analiz prowadzono według metodyki przedstawionej w I części pracy dotyczącej wpływu zagęszczenia ładu na plon oraz zawartość makroskładników w nasionach i słomie trzech odmian rzepaku.

W celu prześledzenia dynamiki pobierania składników przez rzepak, w ciągu okresu wegetacji, a przed osiągnięciem pełnej dojrzałości roślin, wytypowano cztery charakterystyczne dla tego gatunku fazy rozwojowe, w których pobierano próbki roślinne. Były to następujące stadia rozwojowe rzepaku [Muśnicki 1989]:

I – formowanie rozety 6–8 liści (F26-28)

II – formowania łodygi – początek wiosennego wzrostu liści, wznowienie wegetacji (F41)

III – pąkowania – pełnia pąkowania (F54)

IV – formowania nasion (F70).

Termin pobierania próbek roślinnych był zależny od uzyskania odpowiedniej fazy rozwojowej rzepaku. Z każdego poletka doświadczalnego wycinano rząd roślin o długości około 1 m bieżącego reprezentatywnego dla badanego obiektu.

Po wycięciu próbek roślin, określono zawartość suchej masy i przeznaczono do analiz chemicznych, po uprzednim ich rozdrobieniu w młynku elektrycznym. W przygotowanym materiale roślin określono zawartość:

N – metodą destylacyjną Kjeldahla po wcześniejszej mineralizacji prób z kwasem salicylo-siarkowym

K – fotometrii płomieniowej na fotometrze płomieniowym

P – kolorymetrycznie, metodą wanadomolibdenową.

Wszystkie otrzymane wyniki oceniono statystycznie, za pomocą analizy wariancji.

WYNIKI I Dyskusja

Nagromadzanie suchej masy przez rzepak ozimy

W okresie jesieni rzepak ozimy gromadził przeciętnie w doświadczeniu około 100 kg suchej masy na hektarze (tab. 1). Pomimo że najwięcej suchej masy wytworzyła odmiana heterozyjna Titan F1, różnice między badanymi odmianami okazały się nieistotne statystycznie.

Zwiększenie ilości wysianych nasion, umożliwiające uzyskanie docelowo obsady 120 szt. roślin rzepaku na metrze kwadratowym, powodowało istotny statystycznie wzrost masy roślin.

Tabela 1

Table 1

Sucha masa rzepaku I termin, kg s.m. · ha⁻¹
Dry mass of rape I term, kg d.m. · ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	87,7	95,1	106,0	96,3
Lisek	80,9	93,4	111,8	95,4
Titan F1	95,0	103,2	117,7	105,3
Średnio dla obsady Mean for condensation	87,9 ^b	97,2 ^b	111,8 ^a	99,0
NIR _{0,05} I – r.n. II – 11,1 I/II – r.n				

Najsilniejszy przyrost suchej masy wywołany zwiększeniem zagęszczenia roślin obserwowano u odmiany populacyjnej Lisek. Podwojenie obsady z 40 do 80 sztuk. wywołało ponad 15% wzrost ilości wytworzonej suchej masy przez rzepak, natomiast dalsze zwiększanie obsady roślin do 120 sztuk skutkowało kolejnym wzrostem suchej masy o blisko 20%. U odmian heterozyjnych wpływ zagęszczania ładu powodował prawie o połowę mniejsze przyrosty suchej masy roślin, które wynosiły odpowiednio 8,5% oraz 13%.

Wiosną, w fazie odtwarzania rozety, rośliny rzepaku osiągały średnio w doświadczeniu 150 kg · ha⁻¹ suchej masy (tab. 2). W tym okresie wzrost roślin okazał się zależny od obu czynników doświadczenia.

Zaznaczyła się istotna różnica w tempie nagromadzania suchej masy przez odmiany heterozyjne i odmianę populacyjną. Odmiana Lisek wytworzyła średnio w doświadczeniu w tej fazie o ponad 15% mniej suchej masy niż odmiany heterozyjne.

Najmniej suchej masy wytworzyły rośliny uprawiane w najmniejszym zagęszczeniu. Zwiększenie tej obsady powodowało istotny statystycznie wzrost wytworzonej przez rośliny biomasy. W warunkach największego zagęszczenia roślin największej masy wytwarzała odmiana Titan F1, natomiast Lisek i Baldur F1 nagromadziły jej najwięcej przy obsadzie 80 sztuk \cdot m⁻².

Tabela 2

Table 2

Sucha masa rzepaku II termin, kg s.m \cdot ha⁻¹
Dry mass of rape II term, kg d.m \cdot ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. \cdot m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	125,5	178,8	171,8	158,7^A
Lisek	116,2	150,8	140,2	135,7^B
Titan F1	148,5	151,0	166,5	155,4^A
Średnio dla obsady Mean for condensation	130,1^b	160,2^a	159,5^a	149,9
NIR _{0,05} I – 14,47 II – 10,89 I/II – 21,07				

W tabeli 3 przedstawiono ilość suchej masy roślin rzepaku nagromadzonej do fazy pąkowania. Średnio w doświadczeniu wahała się ona od 232.5kg do 334.5kg \cdot ha⁻¹.

Tabela 3

Table 3

Sucha masa rzepaku III termin, kg s.m \cdot ha⁻¹
Dry mass of rape III term, kg d.m \cdot ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. \cdot m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	238,0	299,2	289,8	275,7
Lisek	232,5	276,0	300,2	269,6
Titan F1	257,5	302,2	334,5	298,1
Średnio dla obsady Mean for condensation	242,7^b	292,5^a	308,2^a	281,1
NIR _{0,05} I – r.n. II – 19,68 I/II – r.n				

Pomimo wytwarzania największej ilości suchej masy przez odmianę Titan F1, różnica pomiędzy nią a pozostałymi odmianami wynosząca blisko 10% okazała się statystycznie nieistotna.

Zwiększenie obsady roślin do 80 sztuk powodowało średnio w doświadczeniu istotny wzrost ilości wytworzonej masy, wynosił on ponad 20%. Dalsze zwiększanie obsady roślin rzepaku na poletkach skutkowało kolejnym 5% wzrostem suchej masy roślin.

W fazie formowania nasion (IV termin) rzepak nagromadzał od 1108 kg do 1251 kg s.m. na hektar (tab. 4). Odmiana populacyjna Lisek wytworzyła o około 8% mniej suchej masy niż odmiany heterozyjne, a różnica ta okazała się statystycznie istotna.

W warunkach prowadzonych badań nie wykazano natomiast istotnej różnicy w nagromadzeniu suchej masy przez rzepak pod wpływem zagęszczania ładu roślin. Rośliny uprawiane w największym zagęszczeniu (120 sztuk) wytwarzały zaledwie o 4% więcej suchej masy niż przy mniejszej obsadzie roślin na poletkach.

Tabela 4

Table 4

Sucha masa rzepaku IV termin, kg s.m · ha⁻¹
Dry mass of rape IV term, kg d.m · ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	1181,5	1200,8	1237,0	1206,4^A
Lisek	1108,2	1106,0	1190,5	1134,9^B
Titan F1	1242,2	1229,8	1251,8	1241,2^A
Średnio dla obsady Mean for condensation	1177,3	1178,8	1226,4	1194,2
NIR _{0,05} I – 39,6 II – r.n I/II – r.n				

Skład chemiczny

Skład chemiczny roślin rzepaku był w dużym stopniu zależny od fazy rozwojowej rośliny, w mniejszym od badanej odmiany oraz od obsady roślin na m². W tabeli 5 przedstawiono zawartość azotu w rzepaku przed okresem zimowym, która wahała się od 2,54% do 2,96% N. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości azotu pomiędzy badanymi odmianami roślin, pomimo że odmiana Lisek wytwarzająca najmniej suchej masy zawierała go nieznacznie więcej. Istotne różnice w zawartości azotu obserwowano pomiędzy obadanymi obiektami badawczymi drugiego czynnika. Zwiększenie zagęszczenia roślin rzepaku w łąnie skutkowało istotnym obniżeniem zawartości azotu w tkankach roślin.

Tabela 5

Table 5

Zawartość % azotu w tkankach rzepaku ozimego w okresie wegetacji, I termin, %N
Nitrogen content in tissue of winter rape during vegetation, I term, %N

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	2,82	2,71	2,54	2,69
Lisek	2,89	2,94	2,80	2,88
Titan F1	2,96	2,60	2,72	2,76
Średnio dla obsady Mean for condensation	2,89^A	2,75^B	2,69^B	2,78
NIR _{0,05} I – r.n. II – 0,12 I/II – r.n.				

Podobne zależności pomiędzy obsadą roślin a zawartością azotu w ich tkankach obserwowano w okresie wczesnej wiosny (tab. 5). Rośliny uprawiane w najmniejszym zagęszczeniu zawierały istotnie więcej azotu niż w większym. Różnica ta wynosząca średnio zaledwie około 0,2% N okazała się istotna statystycznie. Należy podkreślić, że próbki roślin pobierane były każdorazowo przed zasilaniem roślin nawozami azotowymi.

Dane zamieszczone w tabelach 6 i 7. wskazują, że rzepak w fazie pąkowania, pomimo wytworzenia dwukrotnie większej biomasy od czasu pobierania wcześniejszych próbek roślin wczesną wiosną, wykazywał podobną zawartość azotu w tkankach roślin. Było to spowodowane intensywnym pobieraniem tego składnika, które umożliwiało regularne nawożenie azotem.

W tej fazie wzrostu rzepaku nie wykazano istotnych zależności pomiędzy czynnikami doświadczenia a zawartością azotu w rzepaku (tab. 7).

Tabela 6

Table 6

Zawartość % azotu w tkankach rzepaku ozimego w okresie wegetacji, II termin, %N
Nitrogen content in tissue of winter rape during vegetation, II term, %N

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	3,14	2,91	2,97	3,00
Lisek	3,30	3,15	3,23	3,23
Titan F1	3,26	3,09	3,02	3,12
Średnio dla obsady Mean for condensation	3,23^A	3,05^B	3,07^B	3,12
NIR _{0,05} I – r.n. II – 0,11 I/II – r.n.				

Tabela 7

Table 7

Zawartość % azotu w tkankach rzepaku ozimego w okresie wegetacji, III termin, %N
Nitrogen content in tissue of winter rape during vegetation, III term, %N

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	3,02	2,98	3,04	3,01
Lisek	3,03	3,06	3,16	3,09
Titan F1	2,83	2,98	2,92	2,91
Średnio dla obsady Mean for condensation	2,96	3,00	3,04	3,00
NIR _{0,05} I – r.n. II – r.n. I/II – r.n.				

W fazie formowania nasion rzepak zawierał znacznie mniejsze ilości azotu w tkankach roślin. Było to z pewnością spowodowane intensywnym przyrostem masy roślin (tab. 8) i tak zwanym „efektem rozcieńczenia”. Średnia zawartość azotu w tej fazie rozwoju rzepaku wynosiła 1,66% N.

Pomimo nieistotnych różnic w zawartości N pomiędzy obiektami o różnym zagęszczeniu roślin, w doświadczeniu, widoczna była tendencja do lepszego zaopatrzenia roślin w azot przy najmniejszym zagęszczeniu łanu.

Tabela 8

Table 8

Zawartość % azotu w tkankach rzepaku ozimego w okresie wegetacji, IV termin, %N
Nitrogen content in tissue of winter rape during vegetation, IV term, %N

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	1,61	1,63	1,70	1,64
Lisek	1,79	1,61	1,57	1,66
Titan F1	1,71	1,66	1,64	1,67
Średnio dla obsady Mean for condensation	1,70	1,63	1,63	1,66
NIR _{0,05} I – r.n. II – r.n. I/II – r.n				

Tabela 9 przedstawia zawartość fosforu w rzepaku w fazie formowania rozety, która wahała się od 0,37 do 0,42% P. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości fosforu w zależności od odmiany rzepaku ozimego.

Tabela 9

Table 9

Zawartość % fosforu w tkankach rzepaku ozimego w okresie wegetacji, I termin %P
Phosphorus content in tissue of winter rape during vegetation, I term %P

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	0,42	0,38	0,37	0,39
Lisek	0,41	0,40	0,40	0,40
Titan F1	0,42	0,38	0,39	0,40
Średnio dla obsady Mean for condensation	0,41^A	0,39^B	0,39^B	0,40
NIR _{0,05} I – r.n. II – 0,01 I/II – 0,03				

Istotne różnice powodował natomiast drugi czynnik doświadczenia, gdzie stwierdzono najwyższe zawartości fosforu w tkankach rzepaku przy najniższym zagęszczeniu roślin w łanie.

Dane zawarte w tabeli 10 wskazują na brak istotnych zależności pomiędzy zawartością fosforu w tkankach a badanymi czynnikami doświadczenia. Zawartości fosforu były bardzo zbliżone i wahały się między 0,45% a 0,48% P. Najwyższe ilości tego składnika stwierdzono przy najniższym zagęszczeniu roślin na metrze kwadratowym, a najniższe przy średnim.

Tabela 10

Table 10

Zawartość % fosforu w tkankach rzepaku ozimego w okresie wegetacji, II termin, %P
Phosphorus content in tissue of winter rape during vegetation, II term %P

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	0,47	0,45	0,46	0,46
Lisek	0,47	0,46	0,47	0,47
Titan F1	0,48	0,46	0,46	0,47
Średnio dla obsady Mean for condensation	0,47	0,46	0,46	0,46
NIR _{0,05} I – r.n. II – r.n I/II – r.n				

W fazie pąkowania zawartości fosforu w tkankach rzepaku (tab. 11) plasowały się na podobnym poziomie i były statystycznie nieistotne zarówno w zależności od odmian, jak i obsady roślin. Jednak nieco wyższe zawartości tego pierwiastka zawierały odmiany heterozyjne przy najmniejszej ilości roślin w łanie.

Tabela 11

Table 11

Zawartość % fosforu w tkankach rzepaku ozimego w okresie wegetacji, III termin, %P
Phosphorus content in tissue of winter rape during vegetation, III term %P

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	0,48	0,46	0,46	0,47
Lisek	0,45	0,46	0,46	0,46
Titan F1	0,47	0,47	0,46	0,47
Średnio dla obsady Mean for condensation	0,47	0,46	0,46	0,46
NIR _{0,05} I – r.n. II – r.n I/II – r.n				

W fazie formowania nasion rośliny rzepaku zawierały najmniej fosforu (tab. 12), które mieściły się w granicach 0,3 a 0,33% P i żaden z badanych czynników nie różnicował ich istotnie w tej fazie wzrostu odmiana Lisek zawierała najniższe ilości fosforu, podobnie jak gromadzona w tym okresie najniższa ilość biomasy.

Tabela 12

Table 12

Zawartość % fosforu w tkankach rzepaku ozimego w okresie wegetacji, II termin, %P
Phosphorus content in tissue of winter rape during vegetation, II term %P

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	0,3	0,32	0,33	0,32
Lisek	0,31	0,31	0,31	0,31
Titan F1	0,34	0,33	0,32	0,33
Średnio dla obsady Mean for condensation	0,32	0,32	0,32	0,32
NIR _{0,05} I – r.n. II – r.n I/II – r.n				

Nie stwierdzono natomiast dużej różnicy w zawartości tego pierwiastka w zależności od obsady roślin na metrze kwadratowym. Jedynie w przypadku odmiany heterozyjnej, zawartość ta rosła nieznacznie wraz ze zwiększającą się obsadą roślin.

W tabeli 13 przedstawiono zawartość potasu w fazie formowania rozety. Z danych wynika, że wartości te wahały się od 2,20% do 2,63% K. W okresie wegetacji jesiennej rzepak średnio zawierał w tkankach około 2,5% K.

W tej fazie wzrostu nie wykazano istotnego wpływu odmiany na zawartość tego składnika jednak najwięcej zawierała go odmiana Lisek, mimo iż w tej fazie zanotowano najmniejsze nagromadzenie suchej masy. Odmiany heterozyjne pod tym względem były nieznacznie zróżnicowane.

Istotny czynnik stanowiła tu obsada roślin, przy czym najwięcej potasu wykazano tu przy najmniejszym zagęszczeniu roślin w łanie.

Tabela 13

Table 13

Zawartość % potasu w tkankach rzepaku ozimego w okresie wegetacji, I termin %K
Potassium content in tissue of winter rape during vegetation, III term %K

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	2,41	2,34	2,20	2,31
Lisek	2,63	2,49	2,57	2,56
Titan F1	2,57	2,32	2,44	2,45
Średnio dla obsady Mean for condensation	2,53^A	2,38^B	2,40^B	2,44
NIR _{0,05} I – r.n. II – 0,12 I/II – r.n				

Fazy formowania łodygi i pąkowania charakteryzowały się równomierną zawartością potasu bez istotnego wpływu badanych czynników (tab.14 i 15). Wartości te mieściły się w przedziale od 2,47 do 2,97% K, a średnie wynosiły odpowiednio około 2,8% i 2,6% K.

Tabela 14

Table 14

Zawartość % potasu w tkankach rzepaku ozimego w okresie wegetacji, II termin %K
Potassium content in tissue of winter rape during vegetation, II term %K

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	2,76	2,71	2,70	2,73
Lisek	2,88	2,76	2,82	2,82
Titan F1	2,97	2,82	2,84	2,87
Średnio dla obsady Mean for condensation	2,87	2,76	2,79	2,81
NIR _{0,05} I – r.n. II – r.n. I/II – r.n				

Uzyskane dane pozwoliły stwierdzić, że najwyższe zawartości badanego składnika rzepak zawierał przy najmniejszym zagęszczeniu roślin.

Tabela 15

Table 15

Zawartość % potasu w tkankach rzepaku ozimego w okresie wegetacji, III termin %K
Potassium content in tissue of winter rape during vegetation, III term %K

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	2,68	2,52	2,52	2,57
Lisek	2,47	2,56	2,53	2,52
Titan F1	2,62	2,54	2,66	2,61
Średnio dla obsady Mean for condensation	2,59	2,54	2,57	2,57
NIR _{0,05} I – r.n. II – r.n. I/II – r.n				

Natomiast wśród badanych odmian rzepaku ozimego najwyższe zawartości wykazały w tkankach odmiany Titan F1, najniższe u odmiany Baldur F1 co może mieć związek z tym, że w tym okresie nagromadzenie biomasy u tych dwóch odmian było najwyższe.

W tabeli 16 przedstawiono zawartości potasu w rzepaku w fazie formowania nasion, i były one najniższe spośród zawartości stwierdzonych we wcześniejszych fazach, a wahały się w granicach 1,78% do 1,94% K. W tej fazie wzrostu roślin nie wykazano istotnych zależności między zawartością potasu a dwoma badanymi czynnikami.

W przypadku jednej z odmian heterozyjnych (Baldur F1) wyraźnie widoczny był jednak wzrost zawartości tego składnika w miarę zwiększania się obsady roślin na metrze kwadratowym.

Tabela 16

Table 16

Zawartość % potasu w tkankach rzepaku ozimego w okresie wegetacji, IV termin %K
Potassium content in tissue of winter rape during vegetation, IV term %K

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	1,78	1,86	1,94	1,86
Lisek	1,83	1,85	1,81	1,83
Titan F1	1,84	1,84	1,85	1,84
Średnio dla obsady Mean for condensation	1,81	1,85	1,86	1,84
NIR _{0,05} I – r.n. II – r.n I/II – r.n				

Nagromadzenie składników

W tabeli 17 przedstawiono nagromadzenie azotu w rzepaku przed okresem zimowym. W tym czasie rzepak ozimy nagromadził średnio 27 kg N · ha⁻¹ przy wahaniami od 23,46 kg do 31,99 kg N · ha⁻¹. Najwięcej azotu nagromadziła odmiana mieszańcowa Titan F1, chociaż różnice między odmianami były statystycznie nieistotne. Istotnie zwiększyło się natomiast nagromadzenie azotu wraz ze zwiększającym się zagęszczeniem roślin w łanie. Różnice między najmniejszą a największą obsadą roślin wyniosły w wartościach bezwzględnych prawie 5 kg N/ha

Tabela 17

Table 17

Nagromadzenie azotu przez rzepak ozimy w okresie wegetacji, I termin, kg N · ha⁻¹
Nitrogen accumulation by winter rape during vegetation, I term, kg N · ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	24,62	25,61	27,05	25,76
Lisek	23,46	27,57	31,22	27,42
Titan F1	28,16	27,00	31,99	29,05
Średnio dla obsady Mean for condensation	25,41^B	26,73^B	30,08^A	27,41
NIR _{0,05} I – r.n. II – 2,85 I/II – r.n				

Faza formowania łądygi (tab. 18) charakteryzowała się już większym nagromadzeniem azotu w suchej masie, które kształtowało się od 38,44 kg do 50,37 kg N · ha⁻¹. Pomimo tego, że odmiana populacyjna Lisek nagromadziła w tym okresie najmniej azotu w suchej masie, to różnice nie zostały statystycznie udowodnione. Widoczne statystycznie istotne zwiększenie ilości nagromadzonego azotu wykazano wraz ze zwiększeniem się liczby wysianych roślin na metrze kwadratowym.

Tabela 18

Table 18

Nagromadzenie azotu przez rzepak ozimy w okresie wegetacji, II termin, kg N · ha⁻¹
Nitrogen accumulation by winter rape during vegetation, II term, kg N · ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	39,22	51,82	50,81	47,28
Lisek	38,44	47,40	45,24	43,69
Titan F1	48,52	46,63	50,37	48,51
Średnio dla obsady Mean for condensation	42,06^B	48,62^A	48,81^A	46,49
NIR _{0,05} I – r.n. II – 3,28 I/II – 5,99				

Tabela 19 przedstawia nagromadzenie azotu w fazie pąkowania i wskazuje na jego wyraźny wzrost w stosunku do poprzedniej fazy o ponad 80%.

Stwierdzono brak istotnych statystycznie różnic między odmianami, mimo że odmiana heterozyjna Titan F1 nagromadziła więcej azotu o ponad 5% od odmiany Baldur F1 i o ponad 7% od odmiany Lisek. Wyraźnie zwiększone ilości nagromadzonego azotu zaobserwowano przy zwiększonej obsadzie roślin.

Tabela 19

Table 19

Nagromadzenie azotu przez rzepak ozimy w okresie wegetacji, III termin, kg N · ha⁻¹
Nitrogen accumulation by winter rape during vegetation, III term, kg N · ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	72,00	88,42	87,42	82,62
Lisek	70,60	84,28	94,86	83,25
Titan F1	73,06	89,87	97,73	86,89
Średnio dla obsady Mean for condensation	71,89^B	87,52^A	93,34^A	84,25
NIR _{0,05} I – r.n. II – 6,20 I/II – r.n				

Tabela 20 zawiera dane dotyczące nagromadzenia azotu w fazie formowania nasion, gdzie zawartości te były prawie dwukrotnie wyższe od stwierdzonych we wcześniejszych fazach i kształtowały się w przedziale 178,4 kg – 212,1 kg N · ha⁻¹.

Odmiana wywarła tu istotny wpływ. Najwięcej azotu w tym okresie rozwoju gromadziły odmiany Baldur F1 i Titan F1, natomiast dużo mniej populacyjna odmiana Lisek. Różnice te były statystycznie istotne.

Drugi czynnik doświadczenia – obsada roślin nie miała jednak istotnego wpływu na gromadzenie tego składnika w tej fazie, jednak największe jego ilości stwierdzono przy największym zagęszczeniu roślin, a najmniejsze przy średnim. Średnio w omawianej fazie rzepak gromadził około 200 kg azotu z powierzchni 1 hektara.

Tabela 20

Table 20

Nagromadzenie azotu przez rzepak ozimy w okresie wegetacji, IV termin, kg N · ha⁻¹

Nitrogen accumulation by winter rape during vegetation, IV term, kg N · ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	189,4	196,0	210,3	198,6^A
Lisek	198,0	178,4	188,3	188,2^B
Titan F1	212,1	204,6	205,1	207,3^A
Średnio dla obsady Mean for condensation	199,8	193,0	201,2	198,0
NIR _{0,05} I – r.n. II – 14,12 I/II – r.n				

Dane zamieszczone w tabeli 21 obrazują nagromadzenie fosforu przez rzepak ozimy w okresie jesiennym i wartości te wahały się w granicach 3,28–4,59 kg N. Pomimo że odmiana nie miała statystycznie istotnego wpływu na gromadzenie fosforu w fazie formowania rozety, to najczęściej tego składnika gromadziła odmiana heterozyjna Titan F1.

W fazie tej wykazano istotny wzrost gromadzenia się fosforu w zależności od obsady roślin na metrze kwadratowym i było ono tym wyższe, im więcej roślin na hektarze uprawiano.

W tabeli 22 zamieszczono dane dotyczące nagromadzenia fosforu w okresie wczesnej wiosny. Były one prawie dwukrotnie wyższe od tych które rośliny rzepaku zgromadziły jesienią, a wahały się w granicach 5,41–7,96 kg · ha⁻¹. W tej fazie rozwojowej nagromadzenie badanego składnika zależało istotnie od obu czynników doświadczenia.

Największe ilości fosforu gromadziły odmiany heterozyjne i były one wyższe od gromadzonych przez odmianę Lisek aż o 15%. Podwojenie obsady u odmiany Lisek z 40 do 80 sztuk na metrze kwadratowym spowodowało wzrost nagromadzenia fosforu aż o 30%, a odmiany Baldur aż o ponad 36%.

Tabela 21

Table 21

Nagromadzenie fosforu przez rzepak ozimy w okresie wegetacji, I termin, $\text{kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$
Phosphorus accumulation by winter rape during vegetation, I term, $\text{kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. $\cdot \text{m}^2$ Condensation of plants in field – plants/ m^2			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	3,66	3,62	3,98	3,76
Lisek	3,28	3,74	4,44	3,82
Titan F1	3,95	3,94	4,59	4,16
Średnio dla obsady Mean for condensation	3,63^B	3,77^B	4,34^A	3,91
NIR _{0,05} I – r.n. II – 0,41 I/II – r.n				

Tabela 22

Table 22

Nagromadzenie fosforu przez rzepak ozimy w okresie wegetacji, II termin, $\text{kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$
Phosphorus accumulation by winter rape during vegetation, II term, $\text{kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. $\cdot \text{m}^2$ Condensation of plants in field – plants/ m^2			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	5,84	7,96	7,89	7,23^A
Lisek	5,41	6,99	6,59	6,32^B
Titan F1	7,05	6,98	7,70	7,24^A
Średnio dla obsady Mean for condensation	6,10^B	7,31^A	7,39^A	6,93
NIR _{0,05} I – 0,28 II – 0,44 I/II – 0,69				

Nagromadzenie fosforu w fazie pąkowania rzepaku przedstawia tabela 23. które kształtowało się w zakresie 10,41–15,37 kg. Istotnym czynnikiem w gromadzeniu badanego składnika w tej fazie rozwojowej odgrywało zagęszczenie roślin w łanie.

Nagromadzenie fosforu wzrastało w miarę zwiększania wysiewu nasion na metrze kwadratowym.

Tabela 23

Table 23

Nagromadzenie fosforu przez rzepak ozimy w okresie wegetacji, III termin, $\text{kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$
Phosphorus accumulation by winter rape during vegetation, III term, $\text{kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. $\cdot \text{m}^2$ Condensation of plants in field – plants/ m^2			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	11,46	13,65	13,46	12,86
Lisek	10,41	12,52	13,74	12,22
Titan F1	12,15	14,27	15,37	13,93
Średnio dla obsady Mean for condensation	11,34^B	13,48^A	14,19^A	13,00
NIR _{0,05} I – r.n. II – 0,94 I/II – r.n				

Odmiana Lisek nagromadziła najmniej fosforu, a różnice między odmianami heterozyjnymi wynosiły odpowiednio 5% i 14%. Średnio ogólne nagromadzenie fosforu w tej fazie wynosiło 13 kg P z hektara.

W tabeli 24 zamieszczono dane odzwierciedlające nagromadzenie fosforu w fazie formowania nasion. W tym okresie nastąpiło prawie dwukrotny wzrost nagromadzenia fosforu w stosunku do fazy poprzedniej. Nagromadzone ilości kształtowały się w zakresie od 34,10 do 41,60 kg P przy wartości średniej 38,15 kg.

Tabela 24

Table 24

Nagromadzenie fosforu przez rzepak ozimy w okresie wegetacji, IV termin, kg P · ha⁻¹
Phosphorus accumulation by winter rape during vegetation, IV term, kg P · ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	36,05	38,80	40,55	38,47^A
Lisek	34,55	34,10	36,70	35,12^B
Titan F1	41,60	40,28	40,72	40,87^A
Średnio dla obsady Mean for condensation	37,40	37,72	39,32	38,15
NIR _{0,05} I – 2,81 II – r.n I/II – r.n				

W tej fazie rozwojowej najmniej fosforu nagromadziła odmiana populacyjna Lisek, a stwierdzone różnice były statystycznie istotne. Odmiana heterozyjna Baldur F1 w tym okresie nagromadziła o 10% fosforu więcej, a Titan F1 aż o 16%.

Mimo że nie wykazano istotnej zależności nagromadzenia fosforu w tej fazie rozwojowej rzepaku od zagęszczenia łanu, to rosła ona nieznacznie wraz ze zwiększeniem obsady roślin na metrze kwadratowym.

Dane zawarte w tabeli 25 wskazują że jesienią rzepak zgromadził średnio 24 kg potasu z powierzchni jednego hektara. Ilość ta nie zależała od odmiany, natomiast rosła wraz z zagęszczeniem roślin w łanie, przyjmując wartości wyższe o około 15% przy największej obsadzie rzepaku na metrze. Nagromadzenie potasu w fazie formowania łodygi (tab. 26) mieściło się w przedziale 33,45 do 48,26 kg K i było istotnie zależne zarówno od uprawianej odmiany, jak i ilości wysiewu nasion rzepaku. Obie odmiany heterozyjne zarówno Baldur F1, jak i Titan F1 zgromadziły więcej potasu w tym okresie wzrostu aż o 20% w porównaniu z ilością tego składnika pobraną przez odmianę populacyjną Lisek.

Tabela 25

Table 25

Nagromadzenie potasu przez rzepak ozimy w okresie wegetacji, I termin, kg K · ha⁻¹
Potassium accumulation by winter rape during vegetation, I term, kg K · ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	21,02	22,18	23,46	22,22
Lisek	21,52	23,32	28,89	24,57
Titan F1	24,46	24,22	28,86	25,85
Średnio dla obsady Mean for condensation	22,33^B	23,24^B	27,07^A	24,21
NIR _{0,05} I – r.n II – 2,74 I/II – r.n				

Tabela 26

Table 26

Nagromadzenie potasu przez rzepak ozimy w okresie wegetacji, II termin, kg K · ha⁻¹
Potassium accumulation by winter rape during vegetation, II term, kg K · ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	34,44	48,26	46,38	43,03^A
Lisek	33,45	41,49	39,46	38,13^A
Titan F1	44,16	42,48	47,29	44,64^A
Średnio dla obsady Mean for condensation	37,35^B	44,08^A	44,38^A	41,93
NIR _{0,05} I – 3,40 II – 2,52 I/II – 4,91				

W fazie pąkowania. rzepaku nagromadzenie tego składnika wahało się w granicach 57,54 do 89,23 kg K. z hektara (tab. 27) i istotnie zależało tylko od zagęszczenia łanu. Ilość nagromadzonego potasu była tym większa, im więcej roślin było na 1 m².

Tabela 27

Table 27

Nagromadzenie potasu przez rzepak ozimy w okresie wegetacji, III termin, kg K · ha⁻¹
Potassium accumulation by winter rape during vegetation, III term, kg K · ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	63,46	75,95	73,22	70,88
Lisek	57,54	70,90	75,97	68,14
Titan F1	67,62	76,70	89,23	77,85
Średnio dla obsady Mean for condensation	62,87^B	74,52^A	79,47^A	72,29
NIR _{0,05} I – r.n. II – 7,06 I/II – r.n				

Odmiany w istotny sposób nie różnicowały ilości nagromadzenia potasu w fazie pąkowania, ale najlepsza okazała się w tym przypadku odmiana mieszańcowa Titan F1. W ostatniej z badanych faz wegetacji (formowanie nasion) największe znaczenie w gromadzeniu potasu odegrała obsada roślin rzepaku na powierzchni 1 m² (tab. 28). Stwierdzone różnice w tym zakresie zostały udowodnione statystycznie. Podobnie jak we wcześniejszych fazach rozwojowych najmniej tego składnika zgromadziła odmiana populacyjna Lisek. Spośród odmian heterozyjnych więcej potasu gromadziła odmiana Titan F1.

Tabela 28

Table 28

Nagromadzenie potasu przez rzepak ozimy w okresie wegetacji, IV termin, kg K · ha⁻¹
Potassium accumulation by winter rape during vegetation, IV term, kg K · ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Docelowa obsada roślin szt. · m ² Condensation of plants in field – plants/m ²			Średnio dla odmiany Mean for cultivar
	40	80	120	
Baldur F1	209,75	223,90	239,62	224,42^A
Lisek	202,45	205,22	215,52	207,73^B
Titan F1	227,85	226,32	231,15	228,44^A
Średnio dla obsady Mean for condensation	213,35	218,48	228,77	220,20
NIR _{0,05} I – 14,14 II – r.n. I/II – r.n				

WNIOSKI

1. Odmiany heterozyjne Titan F1 i Baldur F1 wytwarzały więcej suchej masy niż odmiana populacyjna Lisek. Nie wykazano natomiast istotnej różnicy w nagromadzeniu suchej masy przez rzepak pod wpływem zagęszczania roślin w łanie.

2. Zwiększenie zagęszczania roślin rzepaku w łanie skutkowało istotnym obniżeniem zawartości składników pokarmowych w tkankach roślin, natomiast nie stwierdzono istotnych różnic w ich zawartości pomiędzy badanymi odmianami rzepaku.

3. Najmniejsze ilości azotu, fosforu i potasu w tkankach zawierał rzepak w fazie formowania nasion, a najwięcej w fazie formowania łodygi i pąkowania.

4. Gromadzenie azotu, fosforu i potasu w rzepaku zwiększało się w miarę postępu wegetacji i najwięcej tych składników rośliny pobrały w okresie formowania nasion.

5. Obie odmiany heterozyjne rzepaku gromadziły znacznie więcej badanych składników pokarmowych niż odmiana populacyjna.

6. Gromadzenie fosforu i potasu przez rzepak istotnie zwiększało się wraz ze wzrostem ilości roślin w łanie, natomiast w przypadku azotu, mimo że najwięcej zgromadziły go rośliny przy największym zagęszczeniu na metrze kwadratowym, to różnice te nie były udowodnione statystycznie.

PIŚMIENNICTWO

- Baradough P.B., 1989: Root growth, macronutrient uptake dynamics soil fertility requirements of a high – Yielding winter oilseed rape crop. *Plant Soil* 119, 59–70.
- Barłóg P., Grzebisz W., 2000: Dynamika wzrostu i pobierania makroskładników przez rzepak ozimy w zależności od rodzaju nawozu i podziału drugiej dawki azotu. *Rośliny oleiste* 21,1,85-96.
- Grant C.A., Bajley L.D., 1993: Fertility management in Canola production. *Can. J. Plant Sci.* 73, 651--670.
- Grzebisz W., Potarzycki J., 2000: Czynniki kształtujące pobieranie fosforu przez rośliny, *Journal of Elementology* 8, 41–60.
- Grzebisz W., 2003. Nawożenie rzepaku potasem i innymi składnikami. *IPI/AR*, 50 Basel, Switzerland.
- Muśnicki Cz., 1989: Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w zmiennych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. *Rocz. AR Poznań* 191, 3–154.
- Wojtowicz M., Wielebski F., 2000: Porównanie zrestorowanych odmian mieszańcowych z odmianą wyprowadzoną z linii podwójnych haploidów i odmianami populacyjnymi rzepaku ozimego. *Rośliny oleiste* 21,1,55–64.

THE DYNAMICS OF NUTRIENTS UPTAKE BY SELECTED WINTER RAPE CULTIVARS

S u m m a r y

The investigation was carried out in the 3-years field experiment from 2003 to 2006 in Agricultural Experimental Station Pawłowice. In the first year of experiment the effect of different seeds quantity – 40, 80 and 120 seeds/m² on dynamics of nutrients uptake by two hybrid and one regular winter rape variety was examined. The plants were analysed in 4 different characteristic for this species development stages: rosette formation, stalk formation, buds formation, seeds formation.

It was found, that the regular winter rape variety produced significantly less dry mass, then two hybrid varieties. No effect of condensation of plants in field on dry mass production was noticed.

The chemical composition of rape plants depended on development stage and in lower extent on examined variety and number of plants per m². The highest nitrogen, phosphorus and potassium contents were found in the stage of stalk and bud formation and the lowest in the stage of seed formation. Accumulation of these elements by rape increased with increasing condensation of plants in field. Hybrid varieties accumulated significantly more of nitrogen, phosphorus and potassium, then the regular winter rape variety.

KEY WORDS: rape, regular and hybrid rape variety, macronutrients, dynamics of uptake

Recenzent: prof. dr hab. Teofil Mazur – Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie