

**ZESZYTY NAUKOWE
UNIwersYTETU
PRZYRODNICZEGO
WE WROCLAWIU**

NR 562

ROZPRAWY CCLI

WŁADYSŁAW MALARZ

**THE EFFECTS OF SOME AGROTECHNICAL
FACTORS ON THE DEVELOPMENT AND YIELD
QUALITY OF SPRING RAPE CULTIVARS**

DEPARTMENT OF CROP PRODUCTION



WROCŁAW 2008

WŁADYSŁAW MALARZ

**WPŁYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW
AGROTECHNICZNYCH NA ROZWÓJ
I CECHY JAKOŚCIOWE PŁONU
ODMIAN RZEPAKU JAREGO**

KATEDRA SZCZEGÓŁOWEJ UPRAWY ROŚLIN



WROCŁAW 2008

Opiniodawca

prof. dr hab. Jerzy Szukała

Redaktor merytoryczny

prof. dr hab. inż. Zofia Spiak

Opracowanie redakcyjne

mgr Elżbieta Winiarska-Grabosz

Korekta:

dr Ewa Jaworska
Janina Szydłowska

Łamanie

Teresa Chmura

Projekt okładki

Grażyna Kwiatkowska

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2008

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

ISSN 1897–208X

ISSN 1897–4732

WYDAWNICTWO UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO WE WROCŁAWIU

Redaktor Naczelny – prof. dr hab. Andrzej Kotecki

ul. Sopocka 23, 50–344 Wrocław, tel./fax 071 328–12–77

e-mail: wyd@up.wroc.pl

Nakład 100 + 16 egz. Ark. druk. 5,25

Druk i oprawa: Wydawnictwo Tekst Sp. z o.o.

ul. Kossaka 72, 85–307 Bydgoszcz

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	7
2. Przegląd piśmiennictwa	9
3. Metodyka badań	19
4. Warunki badań	21
4.1. Lokalizacja.....	21
4.2. Warunki klimatyczne	21
4.3. Warunki glebowe	21
4.4. Warunki agrotechniczne	22
4.5. Przebieg wegetacji na tle warunków pogodowych	23
5. Wyniki badań	29
5.1. Zagęszczenie roślin rzepaku jarego	29
5.2. Cechy morfologiczne roślin przed zbiorem	30
5.3. Elementy struktury plonu.....	32
5.4. Zależności pomiędzy badanymi cechami rzepaku jarego	37
5.5. Plon nasion	48
5.6. Wydajność tłuszczu surowego	50
5.7. Wydajność białka ogółem oraz śruty rzepakowej	51
5.8. Skład chemiczny nasion rzepaku jarego	52
5.9. Skład chemiczny śruty poekstrakcyjnej rzepaku jarego.....	56
5.10. Wydajność energii dla bydła mlecznego (JPM), opasowego (JPŻ) i trzody chlewnej (EM)	59
5.11. Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego.....	65
6. Dyskusja	70
7. Wnioski	74
8. Piśmiennictwo	75

1. WSTĘP

Rzepak (*Brassica napus ssp. oleifera* Metzg., Sinsk) jest jedną z najważniejszych roślin oleistych uprawianych w świecie. Według Rosiak i wsp. (2007) znajduje się on na drugim miejscu po soi (w sezonie 2006–2007 udział rzepaku stanowił 11,7% przy 58,8% udziale soi) pod względem produkcji nasion lub surowców oleistych (391 mln t). Olej rzepakowy wykorzystywany jest w przemyśle spożywczym i chemicznym, a dodatkowo śruta rzepakowa, stanowiąca produkt uboczny przy produkcji oleju, jest komponentem pasz treściwych stosowanych w żywieniu zwierząt gospodarskich, zastępując śrutę sojową, którą trzeba najczęściej importować. W Polsce olej rzepakowy jest podstawowym tłuszczem roślinnym w żywieniu człowieka, a skład kwasów tłuszczowych występujących w oleju jest zbliżony do oleju uzyskiwanego z oliwki europejskiej (*Olea europaea* L.), będącej podstawową rośliną oleistą strefy śródziemnomorskiej. Wykorzystanie śruty rzepakowej, produktu ubocznego przy przerobieniu nasion, w żywieniu zwierząt stało się możliwe ze względu na zmniejszenie w nasionach, na drodze hodowlanej, substancji antyżywniowych.

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie rzepakiem jako rośliną energetyczną. Zmniejszające się zapasy paliw ropopochodnych zmuszają do poszukiwania innych źródeł energii, do czego nadaje się doskonale olej rzepakowy, z którego uzyskane estry etylowe mogą być stosowane albo do bezpośredniego wykorzystania w silnikach wysokoprężnych, bądź jako komponent oleju napędowego. Aktualna produkcja nasion rzepaku w Polsce pozwala jedynie na zaspokojenie potrzeb przemysłu spożywczego i chemicznego, natomiast jest zbyt niska, aby można było przeznaczyć olej na cele energetyczne. Dyrektywa Unii Europejskiej zakłada, że udział energii odnawialnej w Polsce (m.in. z rzepaku) ma stanowić w 2010 roku 5,75% ogólnej ilości energii, co wiąże się niewątpliwie ze zwiększeniem powierzchni uprawy (Krzymański 2005, Dyrektywa 2003/30/WE).

W skali światowej jara forma rzepaku jest bardziej rozpowszechniona w uprawie niż ozima, natomiast w Europie zdecydowanie większą rolę odgrywa ta druga. Rzepak ozimy narażony jest na straty związane m.in. z jego zimowaniem, efektem czego mogą być mniejsze lub większe ubytki roślin i w konsekwencji konieczność likwidowania plantacji ze względu na zbyt niską obsadę roślin na wiosnę. Mroźne zimy występujące w latach 1995–1996 oraz 1996–1997 spowodowały straty ok. 70% powierzchni uprawy rzepaku. Forma jara zasiana w miejsce rzepaku ozimego plonowała na poziomie rzepaku ozimego, a powierzchnia jego uprawy wynosiła 65,0 tys. ha w 1996 i 137,3 tys. ha w 1997 r. Również mroźna zima 2002–2003 spowodowała, że wiosną 2003 r. zasiano rzepak jary na powierzchni 81,0 tys. ha (Wałkowski 2006). Ponadto wczesny termin

siewu rzepaku ozimego powoduje, że nie zawsze istnieją możliwości siewu w optymalnym terminie, dlatego też rolnicy decydują się wtedy na wysiew formy jarej. Również susza występująca po wschodach roślin może wpłynąć na zmniejszenie liczby roślin i w efekcie spowodować zmniejszenie powierzchni uprawy rzepaku ozimego.

Pojawiające się coraz częściej problemy związane z uzyskaniem surowca do produkcji oleju i śruty spowodowały, że zaczęto zwracać uwagę również na inne rośliny oleiste i szukać zamienników. Spośród roślin oleistych, mających podobne przeznaczenie jak rzepak ozimy, należy wymienić w naszej szerokości geograficznej przede wszystkim formę jarą rzepaku.

Rzepak jary w Polsce nie będzie stanowił konkurencji dla rzepaku ozimego m.in. ze względu na niższe plony (średnio o 40%), mniejszą o 2–3% zawartość tłuszczu surowego oraz większe nakłady związane z jego ochroną przed szkodnikami, zwłaszcza przed słodyszkiem rzepakowym. Ponadto rzepak jary narażony jest na występujące niedobory wody w glebie i wiosenne susze, co odbija się ujemnie na plonowaniu. Stanowi jednak uzupełniającą roślinę oleistą w przypadku braku odpowiedniej ilości nasion dla celów produkcyjnych.

Zainteresowanie rolników uprawą rzepaku jarego nastąpiło w 1993 r., kiedy to na skutek suszy panującej w poprzednim roku zmniejszyła się powierzchnia uprawy formy ozimej. Wraz ze zwiększonym zapotrzebowaniem na materiał siewny również hodowcy zaczęli zwracać większą uwagę na tę formę rzepaku. W efekcie wprowadzono do uprawy nowe, plenniejsze odmiany rzepaku jarego, początkowo pochodzenia obcego, a następnie również odmian polskich.

2. PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA

Spośród wszystkich makroelementów największy wpływ na wzrost, rozwój i plonowanie roślin oraz ich cechy jakościowe wywiera azot (Mercik 1997, Wałkowski i wsp. 2006). Według Savenkova (1993) rzepak jary potrzebuje 1,5–2 razy więcej składników pokarmowych niż rośliny zbożowe i dlatego należy umiejętnie stosować nawożenie mineralne. W pracach wielu autorów (Budzyński 1986, Muśnicki 1989, Toboła i Muśnicki 2000) jest mowa o bardzo wysokim zapotrzebowaniu rzepaku na azot. Fotyła i wsp. (1992) wykazali, że pobranie azotu przypadające na 100 kg nasion wraz z odpowiednią masą słomy było niemal dwukrotnie większe niż w przypadku zbóż i wynosiło od 4,6 kg N w obiekcie kontrolnym do ponad 6 kg w obiekcie z największą dawką nawozów azotowych.

Zwyzki plonów nasion w przeliczeniu na 1 kg N są dwukrotnie wyższe niż z 1 kg P_2O_5 i 3–4-krotnie wyższe jak z 1 kg K_2O , a zatem należy dokładnie ustalać dawki azotu dla uzyskania wysokich i jakościowo dobrych plonów (Mercik 1997). Wysokość nawożenia azotem, który wpływa nie tylko na wielkość plonu, ale także modyfikuje cechy morfologiczne, zależy od wielu czynników takich jak przedplon, zasobność w składniki pokarmowe, odczyn gleby i wiele innych. Uprawiając rzepak jary po roślinach okopowych, Dembiński (1975, 1983) stwierdził, że wystarczającą dawką azotu jest $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, podczas gdy po roślinach zbożowych uzasadnione i opłacalne jest zwiększenie dawki do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Z nowszych badań Budzyńskiego i Jankowskiego (2003) wynika, że obserwuje się wzrost plonów nasion rzepaku jarego pod wpływem wzrastających dawek azotu nawet do $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, lecz największy przyrost plonów w stosunku do obiektu kontrolnego (bez azotu) zanotowano do dawki $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Wysoce plonotwórcza rola azotu została także stwierdzona w przypadku zaniechania stosowania ochrony roślin przed szkodnikami. We wcześniejszej pracy Budzyński i Jankowski (2000) udowodnili, że w rzepaku jarym chronionym przed szkodnikami poziom plonowania bez azotu był równy poziomowi plonu w warunkach braku ochrony na dawce $80\text{--}120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, zaś przyrost plonu nasion odmiany Star do poziomu $120\text{--}160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wykazali Ojczyk i Jankowski (1999) oraz Budzyński i wsp. (2000). W warunkach australijskich Good i wsp. (1995), badając 5 poziomów nawożenia rzepaku jarego azotem od dawki kontrolnej do $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, stwierdzili wzrost plonu nasion zarówno po zbożach (o 44%), jak i po roślinach motylkowych (o 20%) do najwyższej dawki. W badaniach Jasińskiej i wsp. (1997) rzepak jary uprawiany w stanowisku po strączkowych efektywnie wykorzystuje nawozy azotowe do poziomu $120\text{--}160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Również Kozak (1999) w doświadczeniach przeprowadzonych na terenie Dolnego Śląska stwierdził, że plony nasion rzepaku jarego w stanowisku po grochu i bobiku

istotnie wzrosły pod wpływem nawożenia w wysokości $160 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, podczas gdy w stanowisku po grochu plony formy ozimej uległy zwiększeniu przy dawce $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, a po bobiku wystarczająca okazała się dawka $80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Ze względu na krótki okres wegetacji wynoszący 100–130 dni rzepak jary ma mniejsze niż forma ozima wymagania pokarmowe dotyczące nawożenia azotem i dlatego też stosuje się niższe dawki nawozów azotowych. Z badań Velički (2003) wynika, że wraz ze zwiększeniem nawożenia azotem do $180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ obserwuje się również wzrost plonów nasion, jednak wystarczające okazały się dawki 90–120 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Również Budzyński i Ojczyk (1996), Kolnik i Zubal (1998), Šidlauskas (2000) oraz Šidlauskas i Bernotas (2003) uważają, że dla jarej formy rzepaku wystarczające są dawki azotu dochodzące do $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nieco wyższe potrzeby nawozowe zalecają Saleem i wsp. (2001), którzy stwierdzają istotny wzrost plonu nasion rzepaku jarego odmiany Hyola-401 pod wpływem nawożenia dawką $135 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Na jeszcze wyższe dawki azotu wskazują badania Ozera (2003b), który zaleca dla dwóch odmian rzepaku jarego (Tower i Lirawell) optymalną dawkę azotu dochodzącą do $160 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Toboła i Muśnicki (2000) stwierdzili, że na czarnych ziemiach właściwych, w latach o niskich opadach, w stanowisku po zbożu optymalną ekonomicznie dawką było tylko $70 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, natomiast w latach obfitujących w opady, w stanowisku po wymar-zniętym rzepaku ozimym, nawożenie rzepaku jarego azotem było nieopłacalne. Również Wójtowicz i Wielebski (1998) w doświadczeniu przeprowadzonym na glebach żytnich w stanowisku po wymar-zniętym rzepaku ozimym stwierdzili różną reakcję badanych odmian na poziom nawożenia azotem. Dla odmian Star i Evita plon nasion wzrastał do dawki azotu $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, podczas gdy u odmiany Lisonne przy tej dawce nastąpiło nieznaczne obniżenie plonu. Podobne niskie dawki azotu zalecają Cheema i wsp. (2001), którzy uważają, że optymalne ilości azotu dla rzepaku jarego odmiany Shiralee wynoszą tylko $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Przy tej dawce uzyskuje się najwięcej łuszczyń na roślinie i nasion w łuszczyńce oraz najwyższą masę 1000 nasion. Wyniki tych badań wskazują na zróżnicowaną reakcję odmian rzepaku jarego na nawożenie azotem.

Pełne wykorzystanie azotu zależy od terminu jego zastosowania. Šidlauskas i Bernotas (2003) stwierdzają, że termin stosowania zależy od wielu czynników takich jak: warunki klimatyczne, fizyczne i chemiczne właściwości gleby, zawartość dostępnego azotu, fazy rozwojowej roślin, a także współdziałania czynników. Wymienieni autorzy udowodnili, iż następuje wzrost plonu nasion pod wpływem opóźnienia terminu stosowania azotu i że najkorzystniej jest stosować azot w okresie pąkowania. We wcześniejszej pracy Šidlauskas (2000) wykazał wyższe plony nasion przy stosowaniu azotu w okresie pąkowania lub fazy 5. liścia w porównaniu do dawki zastosowanej przed-siewnie. Z kolei Sykes i Mailer (1991) stwierdzają, na przykładzie odmian Eureka i Maluka, że ogólna dawka azotu jest ważniejsza niż czas aplikacji i najbardziej opłacalna dawka azotu wynosi $75 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, a zwiększanie jej do $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ powoduje nieznaczny wzrost plonów, który jest ekonomicznie nieuzasadniony.

W dwuletnich badaniach przeprowadzonych nad dwiema odmianami rzepaku jarego Tower i Lirawell we wschodniej Turcji – Ozer (2003a) uzyskał najwyższe plony nasion przy wąskiej rozstawie rzędów (15 cm), wyższe o 8% niż przy rozstawie 30 cm i aż o 40% wyższe niż przy rozstawie 45 cm.

Reakcja odmiany na wzrastające nawożenie azotem, najczęściej istotna, nie zawsze jest opłacalna. Kotecki i wsp. (1999), badając reakcję odmiany rzepaku jarego Lisonne na wzrastający poziom nawożenia azotem od 90 do 150 kg·ha⁻¹ w stanowisku po burakach cukrowych, stwierdzili brak istotnych różnic w plonach nasion, a jedynie wzrost wydajności tłuszczu surowego i białka ogółem. Jednak w stanowisku po pszenicy jarej zwiększające dawki azotu (od 60 do 150 kg·ha⁻¹) wpływały istotnie na wysokość plonu nasion, a reakcja odmian na ten czynnik nie była jednakowa (Kotecki i wsp. 2001a). Dla odmian Margo, Sponsor i Star najwyższe plony nasion uzyskano, stosując nawożenie w dawce 90 kg·ha⁻¹, odmiana Bolero reagowała wzrostem plonu przy dawce 120 kg·ha⁻¹, natomiast dla odmiany Licosmos najlepszą okazała się dawka azotu w wysokości 150 kg·ha⁻¹. Również Jędrzejak i wsp. (2005a) stwierdzili wzrost plonu nasion do dawki 150 kg N·ha⁻¹, jednak istotny przyrost plonów notowano tylko do dawki 120 kg N·ha⁻¹.

Wysokość plonu nasion zależy od elementów struktury plonu takich jak liczba łuszczyń na roślinie, liczba nasion w łuszczyńce oraz masa 1000 nasion. Kotecki i wsp. (2001a) wykazali, że wzrost nawożenia azotem decydował w niewielkim stopniu o długości faz rozwojowych, natomiast przyczynił się do zwiększenia liczby łuszczyń na roślinie i masy 1000 nasion, natomiast czynnik odmianowy wpłynął na wszystkie cechy morfologiczne badane przed zbiorem z wyjątkiem liczby nasion w łuszczyńce. We wcześniejszej pracy Kotecki i wsp. (1999) stwierdzili niewielki wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem odmiany Lisonne na większość cech morfologicznych badanych przed zbiorem, natomiast istotne różnice dotyczyły sposobu ochrony roślin przed szkodnikami. Według Savenkova (1993) wzrastające nawożenie azotem wpłynęło na wzrost liczby łuszczyń na roślinie, a także na wysokość roślin. W opinii Jędrzejak i wsp. (2005a) liczba łuszczyń na roślinie zależy od nawożenia azotem, a istotny wzrost tej cechy notowano do dawki 90 kg N·ha⁻¹, natomiast Jasińska i wsp. (1997) oraz Kozak (1999) uzyskali wzrost tej cechy, stosując wyższą dawkę – 160 kg N·ha⁻¹. Tendencję do wzrostu liczby łuszczyń na roślinie pod wpływem wzrastających dawek azotu stwierdzili także Wójtowicz i Wielebski (1998) oraz Markus i wsp. (2002).

Liczba nasion w łuszczyńce ulega zmianie pod wpływem wzrastającego nawożenia azotem. W badaniach Jędrzejak i wsp. (2005a) wzrost liczby nasion w łuszczyńce następuje pod wpływem dawki azotu dochodzącej do 120 kg·ha⁻¹, zaś w badaniach Kozaka (1999) – do dawki 160 kg·ha⁻¹. Podobną zależność wykazali także Blecharczyk i Małecka (2000), uprawiając jarą odmianę rzepaku Lisonne. Odmienne wyniki uzyskali Wójtowicz i Wielebski (1998), Kotecki i wsp. (1999, 2001a) oraz Markus i wsp. (2002), którzy nie stwierdzili istotnego wpływu wzrastającego nawożenia azotem na tę cechę morfologiczną.

Masa 1000 nasion stanowi istotny element struktury plonu rzepaku. W badaniach Cheema i wsp. (2001) wykazano istotny wzrost masy 1000 nasion do dawki 90 kg N·ha⁻¹, u Koteckiego i wsp. (2001a) – do dawki 120 kg N·ha⁻¹, natomiast Jasińska i wsp. (1997) w stanowisku po grochu wykazali wzrost tej cechy pod wpływem zwiększania dawki azotu od 40 do 160 kg·ha⁻¹. Do innych wniosków doszli Jędrzejak i wsp. (2005a) oraz Savenkov (1993), którzy nie stwierdzili istotnego wzrostu tego elementu struktury plonu, natomiast Kotecki i wsp. (1999) wykazali tendencję do obniżki masy 1000 nasion pod wpływem wzrastającego nawożenia azotem od 90 do 150 kg·ha⁻¹. W badaniach

Markusa i wsp. (2002) oraz Rotkiewicz i wsp. (2001) masa 1000 nasion była cechą odmianową, nie podlegającą wpływom warunków klimatycznych.

Jednym z najważniejszych czynników decydujących o wysokości i jakości plonu nasion rzepaku są właściwości odmianowe. Jakość nasion uzależniona jest od wielu elementów, a przede wszystkim od zawartego w nich tłuszczu surowego, białka ogółem, substancji antyżywniowych itd. Muśnicki i wsp. (1999) wykazali, że jakość plonu nasion rzepaku ozimego zmieniała się bardziej pod wpływem warunków środowiskowych niż pod wpływem agrotechniki. Aktualnie, wszystkie zarejestrowane odmiany rzepaku jarego są odmianami podwójnie ulepszonymi, a pierwszą zagraniczną odmianą zarejestrowano dopiero w 1996 r. (odmiana Star), zaś pierwszą polsko-francuską odmianę, mieszańca złożonego Margo wprowadzono na rynek w 1999 r.

W 2007 r. w rejestrze odmian znajdowało się 16 odmian hodowlanych rzepaku jarego, w tym 15 populacyjnych i 1 mieszańiec złożony. Odmiany te charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością: tłuszczu surowego w nasionach w granicach 42,2–46,1% oraz glikozynolanów 5,8–11,1 $\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ przy zawartości w suchej masie beztłuszczowej śrutu białka ogółem w granicach 41,1–44,9% i włókna 7,6–8,8% (Heimann 2007).

Przyczyną dużych strat w plonach nasion rzepaku jest pęknięcie łuszczyń i osypywanie nasion. Podczas dojrzewania i zbioru łuszczyzna pęka wzdłuż szwów, a nasiona się osypują. Dotychczas nie wyhodowano odmian rzepaku w pełni odpornych na to zjawisko, jednak jego skalę można zmniejszyć przez hodowlę, agrotechnikę czy technologię zbioru. Osypywanie można ograniczyć, używając różnych środków chemicznych w formie oprysku roślin. Spośród nielicznych preparatów, w celu ograniczenia pęknięcia łuszczyń, stosuje się m.in. Spodnam 555 SC (substancja czynna pinolen 555,4 $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) lub Nu-Film 96 EC (substancja czynna 96% di-1-P-menten). Środki te wykorzystane w czasie dojrzałości technicznej rzepaku mogą ograniczyć pęknięcie nawet do 20% (Borkowski 1996, 1997, Wałkowski 2001, 2002, Wałkowski i wsp. 2006). W piśmiennictwie znajduje się zdecydowanie więcej prac dotyczących wpływu preparatów chemicznych ograniczających pęknięcie łuszczyń rzepaku ozimego niż rzepaku jarego. Tomaszewska (1964) stwierdziła, że podatność na pęknięcie łuszczyń uzależniona jest od gatunku rośliny, stąd też łuszczyzny rzepiku są bardziej odporne na pęknięcie od łuszczyń rzepaku m.in. ze względu na jej budowę anatomiczną.

Tys i wsp. (1988) wykazali większą odporność na pęknięcie łuszczyń u odmian tradycyjnych niż podwójnie ulepszonych, jednak odmiany tradycyjne nie są obecnie uprawiane. Zastosowanie preparatu Spodnam powodowało wzrost wytrzymałości łuszczyń rzepaku ozimego na pęknięcie nawet do 40% w zależności od odmiany, natomiast w czasie zbioru jednoetapowego stwierdzono ograniczenie ubytków nasion w granicach od 81,7 do 161,7 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Szot i wsp. 1991). Korzystne działanie środka chemicznego Spodnam, zwiększające odporność łuszczyń rzepaku ozimego na pęknięcie w granicach od 10 do 45%, wykazali także Szot i Tys (1991). Z kolei Rudko (1995), badając odporność 2 odmian rzepaku ozimego (Bolko i Ceres) na osypywanie, stwierdził, w porównaniu do kontroli, wzrost odporności łuszczyń po zastosowaniu preparatu Spodnam na pęknięcie nawet do 22%, natomiast środek chemiczny Reglone stosowany do desykcji zwiększał podatność na samoosypywanie od 13 do 34%.

Straty nasion rzepaku ozimego na skutek samoosypywania zależą od szeregu czynników, które powodują, że mogą one być symboliczne lub czasami mogą zagrozić

opłacalności produkcji. Według Tysa i Rybackiego (2001) Spodnam zastosowany w rzepaku ozimym odmiany Ceres spowodował w porównaniu do innych odmian najmniejsze osypywanie nasion od 25 do 70 kg·ha⁻¹, podczas gdy u odmiany Bolko ubytki nasion wynosiły nawet 430 kg·ha⁻¹.

Wytrzymałość łuszczyzn na pękanie, a w związku z tym większe straty nasion zależą również od ilości opadów w czasie dojrzewania rzepaku oraz od stopnia dojrzałości roślin. Ubytki nasion powodowane samoosypywaniem mogą sięgać nawet 20% plonu, a na skutek opóźnionego terminu zbioru straty dochodzą do 500 kg·ha⁻¹ (Szołt i Tys 2003).

Przyczynami straty nasion są nie tylko zmienne warunki pogodowe i praca kombajnu, ale także wilgotność łuszczyzn, która kształtuje w istotny sposób cechy mechaniczne. Jednocześnie ze wzrostem wilgotności gwałtownie spada odporność łuszczyzn na pękanie (wartości energii spoistości szwów łuszczyzn spadły z 8,52 mJ przy 12% wilgotności łuszczyzn do 3,74 mJ przy wilgotności 36%) niezależnie od odmiany i roku badań, przy czym najbardziej gwałtowny spadek wytrzymałości występuje przy wilgotności 12–15% (Tys 1997a). Autor ten uważa energię spoistości szwów łuszczyzny za bardzo ważną cechę wytrzymałościową łuszczyzny oraz jej podatność do pękania i osypywania nasion (Tys 1997b). W latach 1991–1993, badając 32 odmiany i rody rzepaku ozimego, Szot i wsp. (1994) stwierdzili, że odporność łuszczyzn na pękanie związana jest z cechami odmianowymi i przebiegiem pogody w czasie wegetacji i dojrzewania, przy czym częste opady deszczu w okresie dojrzewania zmniejszają odporność łuszczyzn na pękanie.

Odporność na osypywanie nasion zależy także od stopnia porażenia łuszczyzn przez choroby i szkodniki. Tys (1995) wykazał u rzepaku ozimego ubytki spowodowane przez samoosypywanie w wysokości od 24 do 82 kg·ha⁻¹ (0,7–2,3% wielkości plonu) na plantacjach zdrowych do nawet 450 kg·ha⁻¹ (12% plonu) na plantacjach zaatakowanych przez choroby i szkodniki, przy czym wzrost samoosypywania nasion występuje zawsze po opadach deszczu i po wyraźnym spadku wilgotności łuszczyzn.

Wykorzystywanie do zbioru rzepaku jarego i obróbki pozbiorowej maszyn przeznaczonych do zbioru formy ozimej wymaga poznania właściwości fizycznych nasion form jarych w celu uniknięcia strat spowodowanych pracą maszyn. Stępniewski i wsp. (2003) stwierdzili, że zbiór kombajnowy powoduje od 10 do 50% całkowitej ilości uszkodzeń mechanicznych nasion rzepaku w całym cyklu zbioru i obróbki pozbiorowej. Porównując 10 odmian rzepaku jarego z rzepakiem ozimym odmiany Górczański, Szot i Tys (1988) stwierdzili niższe wartości parametrów charakteryzujących mechaniczne właściwości łuszczyzn rzepaku jarego, jak energia otwarcia łuszczyzny, wytrzymałość szwów na pękanie oraz maksymalny moment skręcający.

Odporność łuszczyzn na pękanie można oceniać różnymi metodami, a jedną z nich jest test zginania ogonka łuszczyzny. Test ten pozwala na uchwycenie różnic odmianowych. Jak podaje Rudko (2000), spośród porównywanych trzech odmian rzepaku jarego najbardziej podatną na pękanie łuszczyzn okazała się odmiana Licosmos (siła zginania 0,51 N), najmniej odmiana Star (siła zginania 0,74 N), a ilość osypanych nasion wyniosła 39,1 g·m⁻² dla odmiany Licosmos i 22,8 g·m⁻² dla odmiany Star.

Oprócz stosowania środków chemicznych w celu ograniczenia stopnia pękania łuszczyzn można również wykorzystać wodny roztwór skrobi, stosowany w warunkach laboratoryjnych i polowych. W warunkach laboratoryjnych zastosowanie skrobi powo-

dowało wzrost wartości siły zginającej niezbędnej do otwarcia łuszczyzny o 13% dla odmiany Licosmos i 17% dla odmiany Star w porównaniu do łuszczyzn kontrolnych, natomiast w warunkach polowych wartości te były odpowiednio wyższe i wynosiły 24% dla odmiany Star i 65% dla odmiany Licosmos (Rudko 2001). Również zastosowanie preparatów skrobiowych skutecznie poprawiło odporność łuszczyzn rzepaku jarego na pęknięcie i osypywanie nasion (Rudko 2002).

Wystąpienie w Europie choroby szalonych krów (BSE) oraz zakaz stosowania w żywieniu zwierząt mączek pochodzenia zwierzęcego zwiększyło zainteresowanie paszami pochodzenia roślinnego. Podstawową paszą treściwą stosowaną w żywieniu wielu gatunków zwierząt w Polsce jest bez wątpienia śruta sojowa, której import w 2006 r. wynosił ok. 1,932 mln t (Rosiak i wsp. 2007). Zastąpienie śruty sojowej paszami pochodzącymi z rzepaku wydaje się zatem rozwiązaniem godnym polecenia. Wszystkie odmiany rzepaku znajdujące się w uprawie zarówno formy ozimej, jak i jarej dostarczają nasion o obniżonej zawartości glukozyolanów, a zatem mogą być wykorzystywane powszechnie w żywieniu różnych gatunków zwierząt. Jako pasza dla nich znaczenie mogą mieć również całe nasiona, makuchy (wytłoki) lub najbardziej popularna śruta. Pastuszewska (1992) wykazała, że najwyższą wartością energii brutto ($27\text{--}29\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) charakteryzują się nasiona, następnie makuchy ($20\text{--}22\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) oraz śruta ($18\text{--}20\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Stosowanie nasion rzepaku w żywieniu zwierząt, pomimo iż mają one najwyższą wartość energetyczną, jest ekonomicznie nieuzasadnione. Nasiona są drogie, a po rozdrobnieniu oraz zmieszaniu z ziarnem zbóż należy je stosunkowo szybko zużyć, aby nie doszło do jełczenia tłuszczu.

Porównując produkty rzepakowe z soją, należy stwierdzić, że mają one wyższą zawartość włókna, przy niewielkiej zawartości glukozyolanów, w związku z tym posiadają niższą wartość energetyczną, mniejszą zawartość białka i lizyny w białku oraz charakteryzują się mniejszą dostępnością białka i aminokwasów. Dlatego też cena produkowanej w kraju śruty rzepakowej (ok. $107\text{ EUR}\cdot\text{t}^{-1}$) stanowi tylko połowę ceny importowanej śruty sojowej (Rosiak i wsp. 2007), natomiast produkcja krajowa, wynosząca ok. 990 tys. t w ostatnim roku mogłaby częściowo wyeliminować z paszy dla zwierząt importowaną śrutę sojową.

W żywieniu zwierząt może mieć zastosowanie poekstrakcyjna śruta rzepakowa, makuchy (wytłoki) lub nasiona. Wykorzystanie produktów rzepakowych w żywieniu różnych gatunków zwierząt zależy od składu chemicznego i wartości pokarmowej, a także od wrażliwości zwierząt na substancje antyżywniowe obecne w paszach (Smulikowska i Pastuszewska 1995). Udział śruty rzepakowej jako paszy dla zwierząt przeżuujących jest najwyższy i może dochodzić do 25–30% w mieszankach treściwych dla krów mlecznych, bydła opasowego i owiec oraz do 20% w żywieniu cieląt.

W żywieniu trzody chlewnej wykorzystanie śruty rzepakowej, w zależności od wagi ciała i wieku zwierząt, waha się od 10 do 25%. Udział śruty rzepakowej w żywieniu drobiu jest najniższy i w zależności od rasy kur oraz przeznaczenia wynosi od 3–5 do 15% (Smulikowska i Nguyen 2003, Smulikowska i Pastuszewska 2005).

Uzyskany z nasion olej ma zastosowanie przede wszystkim w żywieniu ludzi, a w mniejszym stopniu wykorzystywany jest dla celów technicznych. Tłuszcze stanowią zapasowy i skondensowany materiał energetyczny. Olej rzepakowy i produkowane z niego margaryny są głównym źródłem tłuszczu roślinnego spożywanego przez

człowieka. Wykorzystanie oleju rzepakowego dla celów żywieniowych wzrosło jednocześnie ze zmianą składu kwasów tłuszczowych. Dzięki wyeliminowaniu na drodze genetycznej szkodliwego kwasu erukowego i zastąpieniu go kwasem oleinowym stał się on podstawowym kwasem tłuszczowym stosowanym w żywieniu człowieka (Wałkowski i wsp. 2006). Zawartość tego kwasu powoduje obniżanie poziomu cholesterolu we krwi, a szczególnie jego szkodliwej formy (LDL – lipoproteiny o małej gęstości), co ściśle wiąże się z jego działaniem przeciwmiażdżycowym. Olej rzepakowy bezerukowy charakteryzuje się bardzo podobną do oliwy z oliwek zawartością kwasu oleinowego, ma natomiast więcej kwasu linolowego i linolenowego (Ziemlański 1998, Jerzewska i Ptasznik 2000, Kunachowicz i wsp. 2005).

Zawartość tłuszczu i białka w nasionach jest silnie zróżnicowana w latach badań, co świadczy o wpływie warunków klimatycznych na te cechy i zależy od warunków wilgotnościowo-termicznych występujących w okresie dojrzewania nasion. Przyjmuje się, że przy niskich temperaturach i dostatecznej sumie opadów w czasie dojrzewania w nasionach gromadzi się więcej tłuszczu, a mniej białka. W doświadczeniu wazonowym, z rzepakiem ozimym Dembińska (1970) stwierdziła, przy dostatecznym zaopatrzeniu roślin w azot, zmniejszanie gromadzenia tłuszczu surowego w nasionach w okresie niedoboru wody w czasie dojrzewania. Odmienne wyniki uzyskała Adomas (2003a), która wykazała najwyższą zawartość tłuszczu w nasionach u odmian Star i Lisonne w roku odznaczającym się w czasie dojrzewania nasion niewielkimi opadami i wysoką temperaturą powietrza. Wielu autorów podkreśla, że zawartość tłuszczu jest przede wszystkim cechą odmianową, modyfikowaną przez warunki wilgotnościowo-termiczne oraz nawożenie azotem (May i wsp. 1994, Adomas 2003a, Kotecki i wsp. 2004, Jędrzejak i wsp. 2005a, Wałkowski i wsp. 2006). Zwiększanie dawki azotu powoduje wzrost zawartości białka ogółem, a zmniejszenie zawartości tłuszczu surowego w nasionach (Budzyński 1986, Kotecki i wsp. 1999, 2001b, Kozak 1999, Butkutė i wsp. 2000, Toboła i Muśnicki 2003, Velička 2003, Jędrzejak i wsp. 2005a). Pomimo zmniejszenia zawartości tłuszczu w nasionach na skutek zwiększania dawek azotu następuje wyraźny wzrost plonów nasion, a przez to wzrasta wydajność tłuszczu z jednostki powierzchni (Jasińska i wsp. 1997, Wałkowski i wsp. 2006).

Herbicydy mogą mieć wpływ na ilość gromadzonego w nasionach tłuszczu i białka. Adomas (2003a,b) stwierdziła wzrost zawartości tłuszczu w nasionach 2 odmian rzepaku jarego Star i Lisonne po zastosowaniu preparatów Triflurotox 250 EC i Butisan 300 SL. Również w badaniach Murawy i wsp. (1996) herbicydy zawierające metazachlor (Butisan) i trifluralinę (Triflurotox) powodowały wzrost zawartości tłuszczu w nasionach odmian Star i Lisonne.

Odmiany tradycyjne rzepaku charakteryzowały się m.in. dużym udziałem szkodliwego kwasu erukowego. Dembiński i wsp. (1967b) stwierdzają, że skład kwasów tłuszczowych zależy przede wszystkim od czynnika genetycznego, natomiast wpływ środowiska jest niewielki. Również niektóre determinanty agrotechniczne, takie jak termin zbioru, nie wpływały istotnie na skład kwasów tłuszczowych oleju z rzepaku ozimego, natomiast termin siewu decydował istotnie (ale niejednakowo) jedynie o zawartości kwasu linolowego i eikozenowego, podczas gdy zawartość kwasów oleinowego, linolenowego i erukowego nie wykazywała istotnych różnic. Również w badaniach Dembińskiego i wsp. (1967a) dotyczących rzepaku jarego wysokoerukowego odmiany

Mazowiecki autorzy zauważyli zależność składu kwasów tłuszczowych od wilgotności gleby, polegającą na istotnym zmniejszeniu się zawartości kwasu erukowego i eikozenowego przy zwiększaniu się zawartości kwasu linolowego w warunkach niedoboru wilgoci, a także niewielką istotną zależność dotyczącą zmniejszenia się zawartości kwasu linolenowego pod wpływem zwiększania dawek nawożenia azotem, przy niezmiennych ilościach pozostałych kwasów tłuszczowych. W badaniach Bobrzeckiej i wsp. (1973), dotyczących dwóch form rzepaku, autorzy wykazali w oleju wyższą zawartość kwasu erukowego (55,74–62,46%) i niższą zawartość kwasów tłuszczowych o łańcuchu węglowym $C_{18:1:2:3}$, wynoszącą 7,91–11,79% u odmiany Skrzyszowicki niż u odmiany Mazowiecki (odpowiednio 39,03–41,78% kwasu erukowego i 11,52–17,66 kwasów łańcucha C_{18}). Zastosowanie pełnego nawożenia nie oddziaływało na poziom kwasu oleinowego, linolowego, linolenowego i erukowego.

Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego zmieniał się wraz z wprowadzeniem do uprawy nowych odmian rzepaku, a wpływ czynników agrotechnicznych na ich skład był mały. Holmes i Bennett (1979), badając 12 różnicowanych (pod względem ilości i terminu stosowania) dawek azotu, nie stwierdzili istotnych różnic w składzie podstawowych kwasów tłuszczowych oleju dwóch bezerukowych odmian rzepaku ozimego. Również Wójtowicz (2004) nie dowiódł istotnego wpływu wzrastającego nawożenia azotem na skład kwasów tłuszczowych oleju dwóch mieszańcowych odmian rzepaku ozimego. Kotecki i wsp. (2001b) wykazali, że skład kwasów tłuszczowych oleju 5 odmian rzepaku jarego zależy od zmiennych warunków podczas lat badań oraz czynnika genetycznego, natomiast w małym stopniu uzależniony jest od wzrastającego nawożenia azotem. Z kolei Butkutė i wsp. (2000) dowiedli, że w oleju odmiany Star jednocześnie ze wzrostem dawek azotu rośnie zawartość kwasu palmitynowego, linolowego i eikozenowego, podczas gdy zawartość kwasu oleinowego i linolenowego miała tendencję spadkową. Bardzo podobne wyniki uzyskali Jędrzejak i wsp. (2005b), którzy stwierdzili, że wzrost nawożenia azotem z 60 do 120 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ powoduje istotny wzrost zawartości kwasu palmitynowego, stearynowego, linolowego i linolenowego, a obniżenie kwasu oleinowego.

Również zastosowane herbicydy mogą powodować zmiany w składzie kwasów tłuszczowych, chociaż wyniki badań nie są jednoznaczne. Murawa i wsp. (1997) nie udowodnili, aby zastosowane herbicydy, na dwóch odmianach rzepaku jarego Star i Lisonne, różnicowały profil kwasów tłuszczowych w stosunku do kontroli. Podobne wyniki uzyskali Adomas (2003a,b) na tych samych odmianach rzepaku jarego oraz Warmiński i wsp. (2001) w oleju odmian Star i Margo. Według Rotkiewicz i wsp. (2001) zastosowane środki chemiczne w uprawie rzepaku jarego odmian Star i Margo mogą oddziaływać na zawartość głównych kwasów tłuszczowych. W największym stopniu następuje obniżenie zawartości kwasu oleinowego w stosunku do kontroli w odmianie Star (o 4,5%) po zastosowaniu preparatów Roundup Ultra 360 SL + Decis 2,5 EC oraz Butisan 400 SC + Decis 2,5 EC, a w odmianie Margo (o 2,5%), przy niezmięionej zawartości kwasu linolowego i palmitynowego, oraz zwiększenie zawartości kwasu linolenowego o 2% w odmianie Star i 1,3% w odmianie Margo.

Wprowadzenie do uprawy odmian bezerukowych spowodowało zmianę składu kwasów tłuszczowych oleju. Dzięki obecności w swoim składzie kwasów tłuszczowych nienasyconych stał się on jednym z najważniejszych tłuszczów roślinnych stosowanych

w żywieniu człowieka (Okolska i Ziemiański 1989a, Ackman 1990, Hawrysh 1990, Drozdowski 1996, Krzymański i Wałkowski 1998, Ziemiański 1998). Spośród nienasyconych kwasów tłuszczowych w oleju występują w największej ilości nienasycone kwasy tłuszczowe o 18 atomach węgla, tj. kwas oleinowy, linolowy i linolenowy, natomiast udział kwasów nasyconych jest niewielki i wynosi tylko ok. 6–9% (Ziemiański 1998, 2005, Jerzewska i Ptasznik 2000, Kunachowicz i wsp. 2005). Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego jest zbliżony do składu kwasów tłuszczowych oleju z oliwek i również ma podobne działanie fizjologiczne na organizm człowieka, dlatego też słusznie nazywany jest „oliwą północy” (Krygier i wsp. 1998, Ziemiański 1998). Podstawowym kwasem tłuszczowym oleju rzepakowego, podobnie jak i oleju z oliwek, jest kwas oleinowy (C18:1 n-9). Zastąpienie kwasów nasyconych przez kwasy jednonienasycone lub wielonienasycone powoduje obniżenie poziomu cholesterolu we krwi, a szczególnie jego szkodliwej formy (LDL), nie zmniejszając jednocześnie zawartości cholesterolu HDL (Okolska i Ziemiański 1989a,b, Ziemiański 1998, 2005).

Olej rzepakowy zawiera więcej niż oliwa z oliwek kwasu linolowego i linolenowego, które należą do niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT). Kwasy te są syntetyzowane wyłącznie przez rośliny i muszą być podawane człowiekowi z pożywieniem. Ich rola polega m.in. na hamowaniu rozwoju miażdżycy i obniżeniu zawartości cholesterolu. NNKT wywierają silne działanie przeciwmiażdżycowe i znacznie obniżają w osoczu krwi zawartość cholesterolu całkowitego i cholesterolu w LDL (lipoproteiny o niskiej gęstości), przy jednoczesnym wzroście frakcji HDL (lipoproteiny o wysokiej gęstości). Natomiast niedobór NNKT powoduje zmiany w składzie błon komórkowych mózgu oraz siatkówki oka i może prowadzić m.in. do zaburzeń w rozwoju umysłowym niemowląt i małych dzieci (Ziemiański 2001).

Kwasy linolowy (C18:2 n-6) i linolenowy (C18:3 n-3) ulegają przemianom, dając początek długołańcuchowym wielonienasyconym kwasom tłuszczowym odpowiednio omega-6 (n-6) i omega-3 (n-3). Pomimo korzystnych właściwości NNKT ich nadmiar w żywieniu może wywierać również ujemne skutki dla organizmu człowieka. We współczesnej diecie przeważają kwasy tłuszczowe z rodziny n-6, występujące w żywieniu zawierającym przede wszystkim olej słonecznikowy, sojowy, kukurydziany czy krokoszowy. Ponadto zwierzętom podaje się paszę bogatą w kwasy n-6 (przede wszystkim soję) i w konsekwencji uzyskuje się mięso, w którym przeważają kwasy z tej rodziny. W dodatku zmniejszone spożycie ryb, w których występują kwasy tłuszczowe należące do rodziny n-3, skutkuje niekorzystnym stosunkiem kwasów z rodziny n-6 do kwasów z rodziny n-3. W krajach dobrze rozwiniętych, bogatych, gdzie dieta opiera się na kwasach n-6, stosunek n-6 do n-3 jest wysoki i wynosi 15–20–30:1 (Simopoulos 1999, 2000, 2002, Ziemiański 2001, Szostak 2005). W wielu badaniach stwierdza się jednak, że prawidłowe proporcje pomiędzy rodzinami kwasów n-6 i n-3 powinny być zdecydowanie niższe i wynosić 3–6:1 (Krzymański 1993a,b, Krzymański i Wałkowski 1998, de Lorgeril i wsp. 2001, Ziemiański 2001, 2005 Jelińska 2005). W oleju rzepakowym, który stosowany jest powszechnie w żywieniu człowieka, stosunek kwasów z rodziny n-6 do kwasów z rodziny n-3 jest niższy i wynosi ok. 2–3:1 (Drozdowski 1996, Murawa i wsp. 2000, Kotecki i wsp. 2001b, Jędrzejak i wsp. 2005b, Kunachowicz i wsp. 2005, Smulikowska i Pastuszevska 2005, Tys i wsp. 2006, Wałkowski i wsp. 2006).

Dieta bogata w kwasy tłuszczowe nasycone, znajdujące się przede wszystkim w mięsie, powoduje wzrost stężenia cholesterolu we krwi i w efekcie wpływa na większe prawdopodobieństwo wystąpienia choroby wieńcowej, dlatego też powinno się ograniczyć spożywanie pokarmów zawierających kwasy tłuszczowe nasycone. W codziennej racji pokarmowej spożycie kwasów nasyconych, jednonienasyconych i wielonienasyconych powinno stanowić dla każdej z tych grup nie więcej niż 10% energii (Okolska i Ziemiański 1989b). Do żywienia zamiast kwasów nasyconych należy przeznaczać oleje roślinne jednonienasycone, np. olej z rzepaku, oliwek itd., a także trzeba włączyć ryby morskie jako źródło wielonienasyconych kwasów z rodziny n-3, przeciwdziałających chorobom układu krążenia i obniżającym ciśnienie tętnicze (Jeffery i wsp. 1997, Alexander 1998, Simopoulos 1999, von Schacky 2000, de Lorgeril i Salen 2002, Siscovick i wsp. 2003, Harper i Jacobson 2005).

Według wielu autorów stosowanie w żywieniu zwierząt paszy zawierającej w odpowiednich proporcjach kwasy tłuszczowe z rodzin n-6 i n-3 bądź też paszy opartej o kwasy z rodziny n-3 prowadzi do wytworzenia zdrowszych produktów zwierzęcych, mających z kolei korzystny wpływ na organizm ludzki i obniżających negatywne oddziaływanie kwasów nasyconych (Baucells i wsp. 2000, Lewis i wsp. 2000, Simopoulos 2000, Brand i wsp. 2001, Migdał i wsp. 2001, Wood i wsp. 2003).

W krajach Europy Południowej występowanie chorób cywilizacyjnych związanych z niedokrwieniem jest znacznie mniejsze niż w bogatych krajach Europy Środkowej, Północnej czy USA. Łączy się to między innymi ze sposobem odżywiania się. Dlatego też przyjęto termin „dieta śródziemnomorska”, która stała się symbolem zdrowia, gdyż opiera się przede wszystkim na tłuszczu z oliwek, dużych ilościach owoców i warzyw, nasion roślin strączkowych, produktów zbożowych, sera, ryb, ziół, z małą ilością kwasów nasyconych. Stosowanie takiej diety ogranicza występowanie nagłych zgonów i powinno odgrywać istotną rolę w profilaktyce chorób naczyniowych (Okolska i Ziemiański 1989a, de Lorgeril i wsp. 1996, 1999, Cichocka 2003a,b, Primorac i wsp. 2003, Szostak 2005).

Olej rzepakowy stanowi podstawowy surowiec do produkcji stałych tłuszczów roślinnych. W czasie utwardzania poprzez uwodornienie powstają izomery trans, których ilość zależy od proporcji olejów stosowanych do ich produkcji. Występowanie w tłuszczach roślinnych izomerów trans jest równie szkodliwe, jak nasyconych kwasów tłuszczowych, dlatego też w zakładach tłuszczowych powinno dążyć się do zmiany metody utwardzania tłuszczów roślinnych (Krzymański 1993b, Daniewski i wsp. 1998, Jerezewska i Ptasznik 2000, Ziemiański 2001, 2005).

Celem przeprowadzonych trzyletnich badań polowych i laboratoryjnych było:

- określenie wpływu zmiennych czynników agrotechnicznych na rozwój, plonowanie roślin oraz wydajność podstawowych składników pokarmowych;
- sprawdzenie przydatności preparatu Spodnam 555 SC do zmniejszenia osypywania się nasion i w efekcie na uzyskany plon nasion;
- określenie wydajności energii z nasion i śruty poekstrakcyjnej dla bydła mlecznego, opasowego i trzody chlewnej;
- oznaczenie profilu kwasów tłuszczowych na tle zmiennych czynników agrotechnicznych i pogodowych.

3. METODYKA BADAŃ

W latach 2002–2004 w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin przeprowadzono badania polowe i laboratoryjne, w których badano reakcję 4 odmian rzepaku jarego na zróżnicowany poziom nawożenia azotem przy jednoczesnym ograniczaniu stopnia pęknięcia łuszczyń i osypywania nasion. Doświadczenie polowe założono metodą „split-plot” z 3 czynnikami zmiennymi, którymi były w kolejności:

- I. Odmiany rzepaku jarego: Heros, Jura F_{1z}, Licosmos i Margo F_{1z}.
- II. Nawożenie azotem w kg·ha⁻¹: 75, 100 i 125.
- III. Odporność łuszczyń na pęknięcie: kontrola i Spodnam 555 SC.

Doświadczenie polowe zostało założone w czterech powtórzeniach. Wielkość każdego poletka wynosiła 19,5 m² (13 m x 1,5 m), a liczba kombinacji – 24.

W czasie wegetacji prowadzono obserwacje przebiegu faz rozwojowych roślin według skali BBCH (Adamczewski i Matysiak 2005). Po wschodach i przed zbiorem na każdym poletku na 2 mb określono obsadę roślin, a następnie przeliczono na liczbę roślin na 1 m².

Na 10 roślinach z każdego poletka pobranych przed zbiorem określono następujące cechy morfologiczne:

- wysokość roślin,
- wysokość do I rozgałęzienia,
- liczba rozgałęzień I rzędu,
- liczba łuszczyń na roślinie.

Na wszystkich poletkach pobrano losowo 20 łuszczyń pochodzących z pędu głównego i określono liczbę nasion oraz masę nasion (w mg) z łuszczyń. Po zbiorze i doczyszczaniu nasion określono plon nasion przy wilgotności 13% oraz masę 1000 nasion.

Analizy chemiczne nasion wykonane w laboratorium Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin dotyczyły następujących cech:

- sucha masa – metodą suszarkową (suszenie rozdrobnionych nasion w temperaturze 95°C przez 4 godziny);
- azot ogólny (białko ogółem) – zmodyfikowaną metodą Kjeldahla, w nasionach oznaczono azot ogólny, a następnie przeliczono na białko ogółem, stosując współczynnik 6,25;

- tłuszcz surowy – metodą odtłuszczonej reszty w aparacie Soxhleta;
- popiół surowy – przez spalenie materiału roślinnego w piecu elektrycznym w temperaturze 600°C;
- włókno surowe – metodą Henneberga–Stohmanna.

Bezazotowe związki wyciągowe obliczono, odejmując od 100 sumaryczną zawartość podstawowych składników (białko ogółem, tłuszcz surowy, popiół surowy, włókno surowe). Skład chemiczny śruty rzepakowej obliczono na podstawie zawartości białka surowego, popiołu surowego, włókna surowego i bezazotowych wyciągowych (bez tłuszczu surowego).

Na podstawie wykonanych analiz chemicznych podstawowych składników pokarmowych obliczono wydajność tłuszczu i białka w suchej masie nasion. Wydajność śruty rzepakowej obliczono, odejmując od plonu suchej masy nasion wydajność tłuszczu surowego. Na podstawie składu chemicznego nasion oraz śruty obliczono wydajność energii z nasion i śruty dla bydła mlecznego, opasowego i trzody chlewnej, podając wyniki w jednostkach paszowych produkcji mleka (JPM), jednostkach paszowych produkcji żywca (JPZ) oraz jednostkach energii dla trzody chlewnej według systemu francuskiego zalecanego przez Ministerstwo Rolnictwa (Ryś i wsp. 1997, Normy 1993).

Analizę kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego wykonano w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowalnictwa metodą chromatografii gazowej. Pobraną próbkę tłuszczu saponifikowano metanolanem sodu, a następnie poddano estryfikacji 14% roztworem BF₃ w metanolu. Estry metylowe kwasów tłuszczowych analizowano metodą chromatografii gazowej. Do rozdzielania zastosowano chromatograf firmy Phillips wyposażony w detektor płomieniowo-jonizacyjny.

Uzyskane wyniki cech morfologicznych poddano analizie wariancji zgodnie z metodyką doświadczeń polowych (Eland 1964). Istotność zróżnicowania wyników określono na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Zależności pomiędzy wybranymi cechami wyrażono za pomocą równania regresji liniowej i współczynnika korelacji, korzystając z programu Statistica 6.0.

4. WARUNKI BADAŃ

4.1. Lokalizacja

Doświadczenie zostało założone w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Pawłowice, należącym do AR we Wrocławiu. Zakład ten znajduje się w strefie podmiejskiej Wrocławia, w odległości ok. 10 km od centrum miasta w kierunku północno-wschodnim, w zlewni rzeki Dobra, która jest prawostronnym dopływem Widawy. Długość geograficzna wschodnia 17°02', szerokość geograficzna północna 51°31' a wysokość n.p.m. wynosi 122 m.

4.2. Warunki klimatyczne

RZD Pawłowice znajduje się w najcieplejszym regionie Dolnego Śląska, a dzielnica wrocławska należy również do najcieplejszych w Polsce – o okresie wegetacji 220–225 dni (Radomski 1987). Średnia roczna temperatura powietrza wynosiła 8,7°C, a średnia temperatura w miesiącach IV–IX 14,9°C. Region ten charakteryzuje się liczbą stopniodni > 4000, liczbą dni z temperaturą > 5°C – 227, z temperaturą > 10°C – 167 a z temperaturą > 15°C – 104. Region ten należy do umiarkowanie wilgotnego o wskaźniku opadowym 100–300 (Schmuck 1957, 1960). Roczna suma opadów waha się w granicach 500–600 mm, a w okresie wegetacyjnym wynosi ok. 350 mm. Prace polowe rozpoczynają się w II dekadzie marca.

W doświadczeniu własnym warunki agroklimatyczne opisano, stosując wskaźniki zaproponowane przez Kaczorowską (1962). Opady atmosferyczne wyrażono w procentach średniej wieloletniej z poszczególnych miesięcy, natomiast przebieg temperatur przedstawiono na podstawie ich odchyleń od średnich wieloletnich w danym okresie wyrażonych w stopniach.

4.3. Warunki glebowe

Doświadczenie zakładano corocznie na glebie płowej typowej, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, należącej do działu gleb autogenicznych, rzędu brunatnoziemnych, zaliczanej do kompleksu przydatności rolniczej pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIb (Dobrzański i Zawadzki 1995). Gleby te charakteryzują się

dobrymi właściwościami fizycznymi i chemicznymi, należą do gleb dobrych i urodzajnych. Można stosować głębokie orki ze względu na znaczną miąższość poziomu próchnicznego bez obawy wydostania się „martwicy” na powierzchnię gleby. Zawartość części szkieletowych waha się w granicach 3,2–5,5% w zależności od głębokości pobierania próbek glebowych, a części spławialnych średnio od 27 do 42% (Giedrojć 1958). Zawartość próchnicy w warstwie gleby 0–30 cm wynosiła 1,51–1,55% (Nowak i Sowiński 1995, 1996).

Zasobność gleby w składniki mineralne oraz odczyn gleby oznaczono w Katedrze Żywienia Roślin AR we Wrocławiu, stosując następujące metody: zawartość fosforu i potasu według Egnera-Riehma, magnez – metodą Schachtschabela, a pH – potencjometrycznie w 1 M KCl. Zawartość fosforu w glebie była w 2002 i 2003 r. bardzo wysoka, natomiast w ostatnim roku wysoka. We wszystkich latach badań zasobność gleby w potas była średnia, natomiast w magnez średnia w 2002 i 2003 r. oraz wysoka w ostatnim roku badań. Odczyn gleby był obojętny w pierwszym roku badań, lekko kwaśny w 2003 r. i kwaśny w ostatnim roku badań (tab. 1).

Tabela 1
Table 1

Niektóre właściwości chemiczne gleby
Some chemical properties of soil

Lata badań Investigation years	pH 1 M KCl	P	K	Mg
		mg kg ⁻¹ gleby – mg kg ⁻¹ of soil		
2002	6,7	169	130	59
2003	5,7	102	156	65
2004	5,2	75	126	83

4.4. Warunki agrotechniczne

Przedplonem rzepaku jarego była pszenica ozima odmiany Kobra. Po zbiorze przedplonu wykonano pełny zespół uprawek późniwnych oraz orkę przedzimową. Wiosną prace polowe rozpoczynały się od włókania, a następnie wysiano nawozy mineralne w ilości 60 kg P₂O₅·ha⁻¹ (superfosfat potrójny 46%), 120 kg K₂O·ha⁻¹ (sól potasowa 60%) i 50 kg N·ha⁻¹ (mocznik 46%), po czym wymieszano nawozy z glebą i doprawiono glebę agregatem uprawowym. Pozostała część azotu, tj. 25, 50 i 75 kg·ha⁻¹ zastosowano na początku pąkowania w postaci mocznika (46% N).

Nasiona wysiano siewnikiem Tool Carrier 2700 firmy Wintersteiger 08.04.2002, 15.04.2003 i 05.04.2004 r. w ilości 100 nasion na 1 m², na głębokość 1,5–2 cm, w rozstawie rzędów 15 cm. Bezpośrednio przed siewem nasiona zaprawiono zaprawą Funaben T w dawce 400 g na 100 kg nasion. Przeciwko chwastom stosowano corocznie bezpośrednio po siewie preparat Butisan Star 416 SC w dawce 3,5 l·ha⁻¹.

Po wschodach rzepaku na plantacji pojawiała się corocznie pchełka ziemna (*Phyllotreta sp.*), jednak w małym nasileniu, dlatego też nie stosowano środków

ochrony roślin. W okresie pąkowania i kwitnienia corocznie występował ślodysek rzepakowy (*Meligethes aeneus L.*), który był zwalczany 3–4 razy ogólnie dostępnymi pestycydami (Mospilan 20 SP, Zolone 350 EC, Karate 025 EC, Sumi-Alpha 050 EC).

W celu ograniczenia strat nasion na skutek pęknięcia zastosowano w czasie dojrzałości technicznej (wg skali BBCH 81–82) preparat Spodnam 555 SC w dawce $1,2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, rozpuszczone w 600 l wody. Poletka zostały ręcznie opryskane według kombinacji doświadczenia za pomocą opryskiwacza plecakowego Kwazar w dniach 26.07.2002, 28.07.2003 i 10.08.2004 r. Zbiór rzepaku jarego przeprowadzono jednoetapowo kombajnem poletkowym Seedmaster Universal Hydrostatic produkcji austriackiej w dniach 21.08.2002, 12.08.2003 i 2.09.2004 r.

4.5. Przebieg wegetacji na tle warunków pogodowych

Warunki termiczne w okresie prowadzenia doświadczenia przedstawiono w postaci odchyżeń temperatury od średniej wieloletniej, zaś opady jako procent wieloletniej średniej sumy opadów z lat 1961–2000. We wszystkich latach badań stwierdzono wyższe temperatury w sezonie wegetacyjnym niż w wieloleciu, przy czym w roku 2002 odchylenie temperatury było najwyższe ($+2,3^{\circ}\text{C}$ – okres bardzo ciepły), natomiast w pozostałych latach badań – okres ciepły ($+1,8^{\circ}\text{C}$ i $+0,8^{\circ}\text{C}$). Jednocześnie suma opadów w okresie marzec–sierpień była niższa od średnich z wielolecia (tab. 2).

W 2002 r. średnia temperatura powietrza w okresie od marca do sierpnia była wyższa niż średnia wieloletnia z lat 1961–2000. Jednak wschody roślin rzepaku ukazały się dopiero po 18 dniach od siewu, a związane to było m.in. z przymrozkami występującymi w I dekadzie kwietnia (tab. 3, 4). Bardzo ciepły maj, gdy średnia temperatura była wyższa aż o $3,8^{\circ}\text{C}$ od średniej z wielolecia, spowodował szybszy rozwój rzepaku, w efekcie czego już po 25 dniach od wschodów na roślinach pojawiły się pąki kwiatowe. W tym roku zaobserwowano długi okres rozwoju od początku pąkowania do początku kwitnienia wynoszący 12 dni, a związane to było także z wydłużaniem się pędu (tab. 3). Okres kwitnienia trwał najkrócej w całym trzyleciu, bo tylko 21 dni pomimo wyższej niż w wieloleciu ilości opadów. Rozkład opadów był jednak nierównomierny i największą sumę opadów notowano na początku kwitnienia, tj. w I dekadzie czerwca, podczas gdy pełnia i koniec kwitnienia przypadły na okres z niewielką sumą opadów. Okres dojrzewania trwał 43 dni i przebiegł w warunkach wysokiej temperatury powietrza oraz niewielkich sumach opadów i dlatego rzepak osiągnął dojrzałość pełną najwcześniej w trzyleciu. Wysokie sumy opadów w II dekadzie sierpnia (89,5 mm) spowodowały opóźnienie zbioru doświadczenia do początku III dekady.

Utrzymujące się niskie temperatury w I dekadzie kwietnia 2003 r. ($+2,8^{\circ}\text{C}$) spowodowały opóźnienie terminu siewu, natomiast w czasie wschodów średnia temperatura dobową wynosiła $13,6^{\circ}\text{C}$, co wpłynęło na najszybsze w trzyleciu ukazanie się liścień, tj. po 12 dniach. Pomimo niewielkiej sumy opadów ilość wody zgromadzonej z zapasów zimowych była wystarczająca do skielkowania nasion. Również okres od wschodów do początku pąkowania był korzystny dla rozwoju rzepaku. Związane to było z wyższą niż w wieloleciu temperaturą powietrza, przy stosunkowo wysokich opadach w pierwszych dwóch dekadach maja, które przekraczały o 31,5% średnią

wieloletnią. Wysoka suma opadów spowodowała wydłużenie okresu od wschodów do początku pąkowania do 30 dni. Utrzymująca się wysoka temperatura od początku pąkowania do początku kwitnienia (19,0°C), przy jednoczesnym braku opadów, spowodowała skrócenie tego okresu do 7 dni. W okresie kwitnienia temperatury powietrza w odniesieniu do wielolecia były wysokie (+3,2°C), przy niewielkich opadach deszczu. Nie wpłynęło to jednak niekorzystnie na rozwój roślin. W czasie dojrzewania utrzymywała się wysoka temperatura powietrza (21,5°C), przy równocześnie dużej sumie opadów (84,8 mm), co sprzyjało gromadzeniu plonu nasion. Pomimo późniejszego osiągnięcia przez rośliny dojrzałości pełnej niż w 2002 r. wysokie temperatury umożliwiły wcześniejszy sprzęt rzepaku.

Warunki meteorologiczne w ostatnim roku badań były najmniej korzystne dla rozwoju rzepaku jarego. Temperatury w marcu i kwietniu były nieco wyższe niż średnie wieloletnie, lecz stosunkowo duże opady deszczu, zwłaszcza w marcu przekraczające o ok. 69% średnią z wielolecia, spowodowały, że gleba była nadmiernie uwilgotniona. Wpłynęło to niekorzystnie na początkowy rozwój rzepaku, w wyniku którego wschody roślin ukazały się dopiero po 32 dniach od daty siewu. Nadmierne uwilgotnienie gleby sprzyjało wystąpieniu chorób grzybowych, zwłaszcza zgorzeli siewek, która spowodowała słabsze wschody roślin. Również najdłuższy w trzyleciu był okres od wschodów do początku pąkowania, wynoszący aż 32 dni, który związany był z niższą niż w wieloleciu temperaturą powietrza. Konsekwencją długich poprzednich okresów rozwojowych było późne rozpoczęcie kwitnienia roślin, choć sam okres kwitnienia przypadł na niższe niż w wieloleciu temperatury powietrza. Także okres dojrzewania roślin trwał najdłużej w trzyletniej serii badań i wynosił 53 dni, co związane było przede wszystkim z niższą temperaturą w III dekadzie sierpnia (17,2°C), przy jednoczesnych niewielkich opadach deszczu.

Warunki meteorologiczne wpłynęły w istotny sposób na długość okresu wegetacji. Najkrótszy okres wegetacji rzepaku zanotowano w roku 2003 (114–115 dni), a najdłuższy w ostatnim roku badań (143–147 dni) (tab. 5). Spośród porównywanych odmian stwierdzono niewielkie różnice w rozwoju odmian, wynoszące jedynie 1–2 dni, tylko w ostatnim roku badań heterozyjna odmiana Jura rozwijała się najszybciej już od wschodów roślin i miała krótszy okres wegetacji o 4–5 dni niż pozostałe odmiany rzepaku jarego (tab. 5).

Tabela 2
Table 2

Warunki meteorologiczne w okresach wegetacyjnych w latach 2002–2004
Meteorological conditions during the growing seasons in 2002–2004

Miesiąc Months	Średnia temperatura z lat 1961–2000 Mean temperature (°C) years 1961–2000	Odchylenie temperatury od średniej z lat 1961–2000 Deviations from mean temperature (°C) years 1961–2000			Suma opadów z lat 1961–2000 Sums of precipitation (mm) years 1961–2000	Procent wieloletniej średniej sumy opadów Percentages of mean precipitation sum		
		2002	2003	2004		2002	2003	2004
III	3,4	+2,0	+0,5	+1,4	32,5	47,7	46,8	168,9
IV	8,3	+0,7	0,0	+1,5	34,8	94,5	43,1	61,8
V	13,6	+3,8	+2,5	-0,4	57,4	68,8	131,5	68,1
VI	16,8	+1,7	+3,2	-0,1	65,8	125,2	50,3	66,7
VII	18,3	+2,2	+1,6	+0,3	74,8	35,8	76,9	88,4
VIII	17,6	+3,3	+2,9	+2,0	69,4	148,6	77,5	47,5
Średnia/Suma Mean/Sum	13,0	+2,3	+1,8	+0,8	334,7	86,8	71,0	83,6

* średnia lub suma z lat 1961–2000 – means or sum for years 1961–2000

Tabela 3
Table 3

Wpływ warunków atmosferycznych podczas wegetacji na przebieg faz rozwojowych roślin rzepak, jarego w latach 2002–2004
Weather conditions during the growing season of spring rape plants in 2002–2004

Lata Years	Wyszczególnienie Specification	Okresy rozwojowe – Development period					Okres wegetacji Growing season
		siew – wschody sowing – emergence	wschody – pąkowania emergence – beginning of buttoning	początek pąkowania – początek kwitnienia beginning of buttoning – begin- ning of flowering	kwitnienie flowering	dojrzewanie maturity	
2002	długość okresu rozwojowego (liczba dni) – length of development period (number of days)	18	25	12	21	43	119
	suma opadów – rainfall sum (mm)	32,8	30,4	10,2	76,2	32,1	181,7
2003	średnia dzienna temperatura powietrza – mean daily air temperature (°C)	9,8	16,5	16,7	19,4	20,1	17,4
	długość okresu rozwojowego (lic- zba dni) – length of development period (number of days)	12	30	7	25	40	114
2004	suma opadów – rainfall sum (mm)	5,9	76,7	–	23,1	84,8	190,5
	średnia dzienna temperatura powietrza – mean daily air temperature (°C)	11,3	15,9	19,0	20,5	21,5	18,1
2004	długość okresu rozwojowego (lic- zba dni) – length of development period (number of days)	32	32	8	22	53	147
	suma opadów – rainfall sum (mm)	27,8	44,8	15,7	51,8	63,9	204,0
2004	średnia dzienna temperatura powietrza – mean daily air temperature (°C)	11,2	13,6	16,0	17,0	19,4	15,8

Tabela 4 Table 4

Fazy rozwojowe roślin rzepaku jarego
Development stages of spring rape cultivars

Fazy rozwojowe Development stages	Skala Scale BBCH	Data występowania początku faz – Starting dates of a given stage											
		Heros			Jura			Licosmos			Margo		
		2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
stew – sowing	00	8.04	15.04	5.04	8.04	15.04	5.04	8.04	15.04	5.04	8.04	15.04	5.04
stulone liścienie folded seedlobe	09	26.04	27.04	9.05	26.04	27.04	2.05	26.04	27.04	9.05	26.04	27.04	9.05
liścienie rozłożone – open seedlobe	10	29.04	29.04	12.05	29.04	29.04	4.05	29.04	29.04	12.05	29.04	29.04	12.05
liście – leaves													
1–2 liście	11–12	3.05	6.05	15.05	3.05	6.05	8.05	3.05	6.05	15.05	4.05	6.05	14.05
3–4 liście	13–14	9.05	15.05	24.05	8.05	15.05	14.05	9.05	16.05	21.05	10.05	15.05	21.05
5–6 liści	15–16	14.05	20.05	30.05	13.05	20.05	21.05	14.05	21.05	31.05	15.05	20.05	30.05
formowanie pędu stem formation	31	17.05	23.05	6.06	16.05	23.05	30.05	17.05	24.05	7.06	18.05	24.05	6.06
pąkowanie budding stage	51	21.05	27.05	10.06	20.05	27.05	2.06	22.05	28.05	11.06	22.05	28.05	10.06
kwitnienie – flowering													
początek kwitnienia beginning of flowering	61	1.06	3.06	17.06	2.06	3.06	11.06	3.06	4.06	18.06	3.06	3.06	17.06
pełnia kwitnienia full flowering	65	8.06	17.06	23.06	9.06	17.06	19.06	10.06	19.06	24.06	10.06	18.06	23.06
koniec kwitnienia end of flowering	69	23.06	28.06	8.07	22.06	28.06	5.07	24.06	29.06	9.07	24.06	29.06	8.07
dojrzwianie – maturity													
dojrzałość zielona – green maturity	79	3.07	5.07	25.07	4.07	5.07	21.07	5.07	6.07	27.07	4.07	6.07	26.07
dojrzałość techniczna – yellow maturity	82	22.07	26.07	9.08	22.07	26.07	5.08	23.07	27.07	10.08	22.07	27.07	9.08
dojrzałość pełna – full maturity	89	5.08	7.08	30.08	5.08	7.08	26.08	6.08	8.08	31.08	5.08	8.08	30.08

Fazy rozwojowe odmian rzepaku jarego w latach badań – liczba dni od siewu do początku kolejnej fazy
 Development stages of spring rape cultivars in research years – number of days from sowing to the next stage

Fazy rozwojowe Development stages	Skala Scale BBCH	Liczba dni od siewu do początku kolejnej fazy – Number of days from sowing to the next stage														
		Heros			Jura			Licosmos			Margo					
		2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004			
siew – sowing	00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
stulone liścienie folded seedlobe	09	18	12	34	18	12	27	18	12	34	18	12	34	18	12	34
liścienie rozłożone open seedlobe	10	21	14	37	21	14	29	21	14	37	21	14	37	21	14	37
liście – leaves																
1–2 liście 1–2 leaves	11–12	25	21	40	25	21	33	25	21	40	26	21	40	26	21	39
3–4 liście 3–4 leaves	13–14	31	30	49	30	30	39	31	31	46	32	30	46	32	30	46
5–6 liści 5–6 leaves	15–16	36	35	55	35	35	46	36	36	56	37	35	55	37	35	55
formowanie pędu stem formation	31	39	38	62	38	38	55	39	39	63	40	39	62	40	39	62
pękowanie buttoning stage	51	43	42	66	42	42	58	44	43	67	44	43	66	44	43	66
kwitnienie – flowering																
początek kwitnienia beginning of flowering	61	54	49	73	55	49	67	56	50	74	56	49	73	56	49	73
pełnia kwitnienia full flowering	65	61	63	79	62	63	75	63	65	80	63	64	79	63	64	79
koniec kwitnienia end of flowering	69	76	74	94	75	74	91	77	75	95	77	75	94	77	75	94
dojrzewanie – maturity																
dojrzalność zielona green maturity	79	86	81	111	87	81	107	88	82	113	87	82	112	87	82	112
dojrzalność techniczna – yellow maturity	82	105	102	126	105	102	122	106	103	127	105	103	126	105	103	126
dojrzalność pełna – full maturity	89	119	114	147	119	114	143	120	115	148	119	115	147	119	115	147

5. WYNIKI BADAŃ

5.1. Zagęszczenie roślin rzepaku jarego

Zagęszczenie roślin na 1 m² w czasie trwania doświadczenia było bardzo zróżnicowane. Obsada roślin po wschodach corocznie była niższa od zaplanowanej, a przed zbiorem stwierdzono dalsze zmniejszenie liczby roślin na 1 m². Nie stwierdzono natomiast wpływu współdziałania wszystkich badanych czynników na liczbę roślin oraz ubytki w czasie wegetacji.

Tabela 6

Table 6

Zagęszczenie roślin na 1 m² oraz ubytki w czasie wegetacji (%) (średnie dla czynników)
Number of plants per m² and losses during the growing season (%) (means for factors)

Odmiana Cultivars	Nawożenie N Fertilization N (kg·ha ⁻¹)	Lata Years	Liczba roślin na 1 m ² Number of plants per m ²		Ubytki w czasie wegetacji Losses of plants during the growing season (%)
			po wschodach after emergence	przed zbiorem before harvest	
Heros			72	62	13,9
Jura			80	69	13,8
Licosmos			73	62	15,1
Margo			70	58	17,1
NIR – LSD (α=0,05)			7	6	r.n.
	75		74	63	14,9
	100		73	62	15,1
	125		74	63	14,9
NIR – LSD (α=0,05)			r.n.	r.n.	r.n.
		2002	68	53	22,1
		2003	87	77	11,5
		2004	66	59	10,6
NIR – LSD (α=0,05)			6	5	2,5

r.n. różnica nieistotna – no significant difference

Liczba roślin po wschodach była istotnie zróżnicowana w zależności od właściwości odmian oraz przebiegu pogody w latach badań (tab. 6). Średnio za trzy lata największą obsadę roślin stwierdzono u odmiany Jura, pozostałe odmiany nie różniły się istotnie. W drugim roku badań liczba roślin na jednostce powierzchni była największa, w pozostałych latach badań różnice w liczbie roślin były nieistotne. Podobną zależność

wykazano w odniesieniu do liczby roślin przed zbiorem, gdzie również istotne różnice zależały od właściwości genetycznych oraz przebiegu pogody w latach badań. Największym zagęszczeniem roślin charakteryzowała się również odmiana Jura, pozostałe odmiany nie różniły się istotnie. Warunki pogodowe w 2003 r. wpłynęły najkorzystniej na liczbę roślin przed zbiorem, natomiast w pozostałych latach badań liczba roślin na 1 m² była istotnie niższa od 23,4 do 31,2%. Przebieg pogody w latach badań spowodował największe ubytki roślin w czasie wegetacji. W pierwszym roku badań były one około 2-krotnie większe niż w dwóch kolejnych latach (tab. 6).

5.2. Cechy morfologiczne roślin przed zbiorem

Zróżnicowanie morfologiczne roślin przed zbiorem kształtowało się pod wpływem współdziałania warunków pogodowych w latach z odmianami (tab. 7). Średnio istotnie wyższymi roślinami odznaczała się odmiana Margo, a najniższymi Heros (tab. 8). Zwiększenie nawożenia azotem spowodowało niewielki wzrost wysokości roślin, natomiast duże różnice (28 cm) w wysokości związane były z przebiegiem pogody w latach badań. Najwyższą wysokością charakteryzowały się rośliny w 2002 r., następnie w 2004 r., zaś najniższe były w 2003 r. Odmiany Licosmos i Margo osadzały pierwsze plonujące rozgałęzienie najwyżej, natomiast pozostałe odmiany najniżej. Zwiększenie nawożenia azotowego spowodowało nieznaczny wzrost wysokości osadzenia I rozgałęzienia, natomiast warunki meteorologiczne w latach badań wpływały najbardziej na wysokość osadzenia I rozgałęzienia. Najwyżej rozgałęziały się rośliny w 2003 r., nieco niższe były w 2004 r., zaś najniższe rozgałęzienie wystąpiło w ostatnim roku badań (tab. 8). Odmiana Margo cechowała się największą liczbą plonujących rozgałęzień, natomiast najmniej rozgałęzień bocznych wytworzyły rośliny odmiany Heros. W niewielkim stopniu, ale w istotnym, nawożenie azotem wpłynęło na liczbę rozgałęzień, natomiast duże różnice wystąpiły w latach badań. W ostatnim roku prowadzenia doświadczenia rośliny rozgałęziały się intensywnie m.in. ze względu na najniżej osadzone pierwsze rozgałęzienie, natomiast zdecydowanie słabiej rozgałęziały się w dwóch pierwszych latach badań. Liczba łuszczyń na roślinie zależała od wszystkich badanych czynników (tab. 8). Odmiany heterozyjne zawiązały istotnie więcej łuszczyń niż odmiany populacyjne. Wzrost nawożenia azotem istotnie zwiększył o 8,3% liczbę łuszczyń na roślinie. Zmienne warunki meteorologiczne spowodowały duże zróżnicowanie w liczbie łuszczyń na roślinie. Najwięcej łuszczyń rośliny zawiązały w 2003 r., natomiast najmniej w 2004 r., co miało wpływ między innymi na plon nasion. Liczba łuszczyń uzyskana z 1 m² zależała również od wszystkich badanych czynników. Najwięcej łuszczyń stwierdzono u odmiany Jura, natomiast najmniej u odmiany Heros (5975). Wraz ze zwiększaniem dawek azotu wzrastała również o 5,2% liczba łuszczyń. W 2003 r. liczba łuszczyń była wyższa o 55,4–58,8% w stosunku do pozostałych lat badań (tab. 8).

Tabela 7 Table 7

Cechy morfologiczne rzepaku jarego przed zbiorem (średnie dla współdziałania czynników)
Morphological features of spring rape plants before harvest (means for factors interaction)

Lata Years	Odmiana Cultivars	Wysokość roślin Height of plants (cm)	Wysokość do I rozgałęzienia Height to the 1 st branch (cm)	Liczba rozgałęzień I rzędu Number of 1 st branches	Liczba łuszczyzn na roślinie Number of siliques per plant	Liczba łuszczyzn z 1 m ² Number of siliques per m ²
2002	Heros	120	51,2	4,0	99	5267
	Jura	124	49,3	4,3	106	5711
	Licosmos	130	58,4	4,6	96	5166
	Margo	130	55,4	4,5	109	5451
2003	Heros	95	50,1	3,5	103	8375
	Jura	98	49,4	3,9	109	8792
	Licosmos	99	54,2	4,1	107	8121
	Margo	101	50,4	4,4	113	8269
2004	Heros	101	29,8	5,5	82	4283
	Jura	102	31,9	5,9	91	6756
	Licosmos	109	37,3	5,9	93	5293
	Margo	113	35,3	6,6	94	4795
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		3	2,6	0,2	5	304

Tabela 8 Table 8

Cechy morfologiczne rzepaku jarego przed zbiorem (średnie dla czynników)
Morphological features of spring rape plants before harvest (means for factors)

Odmiana Cultivars	Nawożenie N Fertilization N (kg·ha ⁻¹)	Lata Years	Wysokość roślin Height of plants (cm)	Wysokość do I rozgałęzienia Height to the 1 st branch (cm)	Liczba rozgałęzień I rzędu Number of 1 st branches	Liczba łuszczyzn na roślinie Number of siliques per plant	Liczba łuszczyzn z 1 m ² Number of siliques per m ²
Heros			105	43,7	4,3	95	5975
Jura			108	43,5	4,7	102	7087
Licosmos			113	50,0	4,8	99	6193
Margo			115	47,0	5,2	105	6172
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)			2	1,5	0,1	3	176
	75		109	45,9	4,7	96	6208
	100		110	45,5	4,8	100	6328
	125		111	46,8	4,7	104	6534
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)			1	0,7	0,1	2	151
		2002	126	53,6	4,3	102	5399
		2003	98	51,0	4,0	108	8389
		2004	106	33,6	6,0	90	5282
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)			2	1,3	0,1	2	152

Analiza wariancji cech morfologicznych przed zbiorem wykazała istotny wpływ badanych czynników na większość cech morfologicznych przed zbiorem (tab. 9).

Tabela 9
Table 9

Średnie kwadraty cech morfologicznych rzepaku jarego przed zbiorem
Mean squares of morphological features of spring rape before harvest

Zmienność Variability	Liczba stopni swobody Number of degrees of freedom	Wysokość roślin Height of plants (cm)	Wysokość do I rozgałęzienia Height to the 1 st branch (cm)	Liczba rozgałęzień I rzędu Number of 1 st branches	Liczba łuszczyn na roślinie Number of siliques per plant	Liczba łuszczyn z 1 m ² w tys. Number of siliques per m ² · 1000
lat – years	2	19539,21***	11345,34***	110,81***	8051,28***	297,85***
odmian – cultivars	3	1309,11***	678,08***	8,80***	1372,92***	17,74***
lat x odmiany years x cultivars	6	104,05***	54,72*	0,83***	241,55**	6,44***
błąd I – error I	33	29,35	19,26	0,11	65,16	0,27
nawożenia fertilization	2	84,71**	39,20**	0,51*	1414,45***	2,61***
odmian x nawożenie cultivars x fertilization	6	59,66**	2,57	0,52**	213,76*	0,75*
lat x nawożenie years x fertilization	4	127,98***	14,43	0,30	722,01***	11,15***
lat x odmiany x nawożenie years x cultivars x fertilization	12	33,27*	77,25***	0,58***	397,23***	2,43***
błąd II – error II	72	14,32	6,41	0,14	70,40	0,27

* istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,05$

** istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,01$

*** istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,001$

5.3. Elementy struktury plonu

Liczba nasion z łuszczyny, masa nasion z łuszczyny oraz masa 1000 nasion była zależna od badanych czynników. Stwierdzono też współdziałanie lat: z odmianami oraz z nawożeniem azotem, a także współdziałanie odmian z nawożeniem azotem. Liczba nasion z łuszczyny była najwyższa w pierwszym roku badań u odmiany Licosmos, a następnie Margo, natomiast najniższa w ostatnim roku badań u odmiany Jura (tab. 10).

Masa nasion z łuszczyzny odmiany Licosmos była z kolei najwyższa w 2004 r., a najniższa w pierwszym roku badań u odmiany Jura. Najkorzystniejszą masą 1000 nasion charakteryzowały się nasiona odmiany Jura i Heros w ostatnim roku badań, zaś najniższą masę miały odmiany Margo i Licosmos zebrane w 2002 r. (tab. 10). Masa nasion z łuszczyzny została określona bezpośrednio po pobraniu próby pochodzącej z pędu głównego, natomiast masę 1000 nasion określono dopiero po zbiorze roślin i dlatego też masa nasion z łuszczyzny nie stanowi iloczynu liczby nasion z łuszczyzny z masą 1000 nasion.

Tabela 10

Table 10

Elementy struktury plonu (średnie dla współdziałania czynników)
Yield components (means for factors interaction)

Lata Years	Odmiana Cultivars	Liczba nasion z łuszczyzny Number of seeds per silique	Masa nasion z łuszczyzny Weight of seeds in a silique (mg)	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds (g)
2002	Heros	22,9	95,0	3,46
	Jura	23,5	82,1	2,96
	Licosmos	27,4	97,4	2,84
	Margo	26,1	84,3	2,82
2003	Heros	21,2	103,9	4,10
	Jura	22,2	98,4	3,89
	Licosmos	24,2	109,8	3,66
	Margo	23,9	113,3	3,76
2004	Heros	21,5	124,2	5,14
	Jura	20,5	122,2	5,19
	Licosmos	24,8	130,2	4,36
	Margo	23,1	117,9	4,66
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,4	5,2	0,09

Liczba nasion z łuszczyzny wzrastała pod wpływem nawożenia azotem w 2002 i 2004 r., natomiast odwrotną zależność zaobserwowano w drugim roku badań. Masa nasion z łuszczyzny nieznacznie wzrastała w większości przypadków pod wpływem wzrostu nawożenia azotem z 75 do 125 kg·ha⁻¹, a masa 1000 nasion zwiększała się tylko w 2003 r. pod wpływem nawożenia i obniżała istotnie w 2004 r. (tab. 11).

Analiza wariancji wykazała współdziałanie odmian z nawożeniem azotem dla liczby nasion z łuszczyzny oraz masy 1000 nasion (tab. 12). U odmian Licosmos i Margo wzrost nawożenia korzystnie wpływał na liczbę nasion z łuszczyzny, natomiast u dwóch pozostałych odmian nie powodował zwiększenia tej cechy. Masa 1000 nasion odmiany Heros wzrastała istotnie pod wpływem nawożenia do 125 kg N·ha⁻¹, a u odmiany Licosmos obniżała się, natomiast u odmiany Margo zwiększała się nieistotnie tylko do dawki 100 kg·ha⁻¹ (tab. 12).

Tabela 11
Table 11

Elementy struktury plonu (średnie dla współdziałania czynników)
Yield components (means for factors interaction)

Lata Years	Nawożenie N Fertilization N (kg·ha ⁻¹)	Liczba nasion z łuszczyzny Number of seeds per silique	Masa nasion z łuszczyzny Weight of seeds in a silique (mg)	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds (g)
2002	75	24,3	88,6	3,04
	100	25,2	89,2	3,01
	125	25,5	91,3	3,01
2003	75	23,1	103,1	3,69
	100	22,8	104,3	3,89
	125	22,7	111,7	3,98
2004	75	22,4	124,3	4,88
	100	22,4	121,8	4,85
	125	22,6	124,7	4,78
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,4	3,8	0,07

Tabela 12
Table 12

Elementy struktury plonu (średnie dla współdziałania czynników)
Yield components (means for factors interaction)

Odmiana Cultivars	Nawożenie N Fertilization N (kg·ha ⁻¹)	Liczba nasion z łuszczyzny Number of seeds per silique	Masa nasion z łuszczyzny Weight of seeds in a silique (mg)	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds (g)
Heros	75	22,0	106,8	4,16
	100	21,5	105,7	4,22
	125	22,0	110,7	4,33
Jura	75	21,9	98,3	3,93
	100	22,4	100,6	4,06
	125	22,0	103,7	4,05
Licosmos	75	25,3	111,3	3,66
	100	25,2	110,2	3,59
	125	25,9	116,0	3,60
Margo	75	23,9	105,1	3,73
	100	24,8	103,9	3,80
	125	24,3	106,6	3,60
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,5	r.n.	0,08

r.n. różnica nieistotna – no significant difference

Średnio spośród porównywanych odmian istotnie wyższą liczbą nasion oraz masą nasion z łuszczyzny wyróżniła się odmiana Licosmos, a najwyższą masę 1000 nasion miały nasiona odmiany Heros (tab. 13). Wzrastające nawożenie azotem do 100 kg·ha⁻¹ wpłynęło średnio korzystnie na liczbę nasion w łuszczyźnie oraz na masę 1000 nasion, natomiast masa nasion z łuszczyzny była najwyższa przy nawożeniu 125 kg·ha⁻¹ N. Warunki meteorologiczne wpłynęły istotnie na wszystkie badane w doświadczeniu elementy struktury plonu (tab. 13). Preparat Spodnam nie mógł mieć wpływu na liczbę nasion w łuszczyźnie, dlatego też nie uwzględniono tego czynnika przy opisie tabel 13 i 14.

Tabela 13

Table 13

Elementy struktury plonu (średnie dla czynników)
Yield components (means for factors)

Odmiana Cultivars	Nawo- żenie N Fertili- zation N (kg·ha ⁻¹)	Czynnik Factors	Lata Years	Liczba nasion z łuszczyzny Number of seeds per silique	Masa nasion z łuszczyzny Weight of seeds in a silique (mg)	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds (g)
Heros				21,9	107,7	4,24
Jura				22,1	100,9	4,01
Licosmos				25,5	112,5	3,62
Margo				24,4	105,2	3,75
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)				0,3	3,0	0,05
	75			23,3	105,4	3,87
	100			23,5	105,1	3,92
	125			23,6	109,2	3,92
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)				0,2	2,0	0,03
		kontrola		–	105,8	3,91
		Spodnam		–	107,3	3,90
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)				–	1,3	r.n.
			2002	25,0	89,7	3,02
			2003	22,8	106,4	3,85
			2004	22,5	123,6	4,84
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)				0,2	2,6	0,05

r.n. różnica nieistotna – no significant difference

Analiza wariancji wykazała istotny wpływ zmiennych warunków meteorologicznych w latach badań, genotypu, nawożenia N, a także ich współdziałania na elementy struktury plonu (tab. 14).

Tabela 14
Table 14

Średnie kwadraty elementów struktury plonu
Mean squares of yield components

Zmienność Variability	Liczba stopni swobody Number of degrees of freedom	Liczba nasion z łuszczyzny Number of seeds per silique	Masa nasion z łuszczyzny Weight of seeds in a silique (mg)	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds (g)
lat – years	2	175,34***	27604,59***	79,49***
odmian – cultivars	3	221,27***	1692,93***	5,48***
lat x odmiany years x cultivars	6	8,85***	687,32***	0,70***
błąd I – error I	33	0,59	78,23	0,02
nawożenia – fertilization	2	2,28*	514,47***	0,85**
odmian x nawożenie cultivars x fertilization	6	3,31***	32,27	0,10***
lat x nawożenie years x fertilization	4	5,23***	157,12*	0,37***
lat x odmiany x nawożenie years x cultivars x fertilization	12	2,14***	85,93	0,10***
błąd II – error II	72	0,66	47,43	0,01
odporności – resistance to cracking	1	–	156,64*	0,01
nawożenia x odporność fertilization x resistance to cracking	2	–	1,97	0,03
odmian x odporność – cultivars x resistance to cracking	3	–	20,89	0,09**
odmian x nawożenie x odporność cultivars x fertilization x resistance to cracking	6	–	191,37***	0,03
lat x odporność years x resistance to cracking	2	–	35,37	0,04
lat x nawożenie x odporność – years x fertilization x resistance to cracking	4	–	131,21**	0,03
lat x odmiany x odporność – years x cultivars x resistance to cracking	6	–	80,04*	0,03
lat x odmiany x nawożenie x odporność – years x cultivars x fertilization x resistance to cracking	12	–	74,75**	0,05***
błąd III – error III	108	–	30,51	0,01

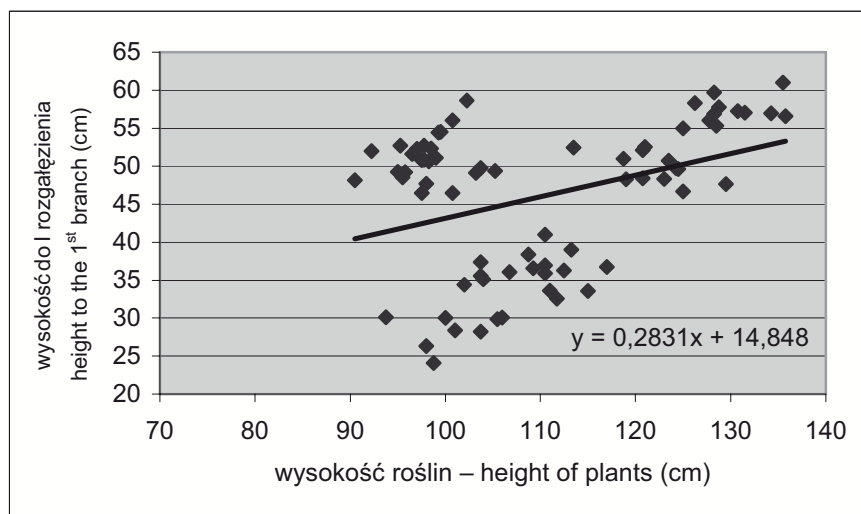
* istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,05$

** istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,01$

*** istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,001$

5.4. Zależności pomiędzy badanymi cechami rzepaku jarego

Wykazano szereg zależności pomiędzy cechami morfologicznymi roślin rzepaku jarego i elementami struktury plonu (tab. 15). Wysokość roślin była dodatnio skorelowana z wysokością do I rozgałęzienia oraz liczbą nasion z łuszczyzny, a także ujemnie z liczbą łuszczyzn na 1 m², masą nasion z łuszczyzny i masą 1000 nasion. Ponadto stwierdzono dodatnią zależność między wysokością do I rozgałęzienia a liczbą łuszczyzn na roślinie, liczbą łuszczyzn na 1 m² i liczbą nasion z łuszczyzny oraz ujemną dla liczby rozgałęzień I rzędu, masy nasion z łuszczyzny i masy 1000 nasion. Liczba rozgałęzień I rzędu korzystnie wpływała na masę nasion z łuszczyzny i masę 1000 nasion, natomiast ujemnie na liczbę łuszczyzn na roślinie i 1 m². Stwierdzono również dodatni wpływ liczby łuszczyzn na roślinie na liczbę łuszczyzn na 1 m² i liczbę nasion z łuszczyzny oraz ujemny na masę nasion z łuszczyzny i masę 1000 nasion. Zależność pomiędzy głównymi cechami morfologicznymi przedstawiono za pomocą równań regresji na wykresach (rys. 1–19), przy czym każdy punkt na wykresie jest średnią z czterech powtórzeń.



Rys. 1. Zależność wysokości do I rozgałęzienia od wysokości roślin

Fig. 1. Relationship between height to the 1st branch and height of plants

Tabela 15
Table 15

Współczynniki korelacji (r) pomiędzy cechami morfologicznymi roślin rzepaku jarego i elementami struktury plonu
Correlation coefficients (r) between morphological features of spring rape plants and yield components

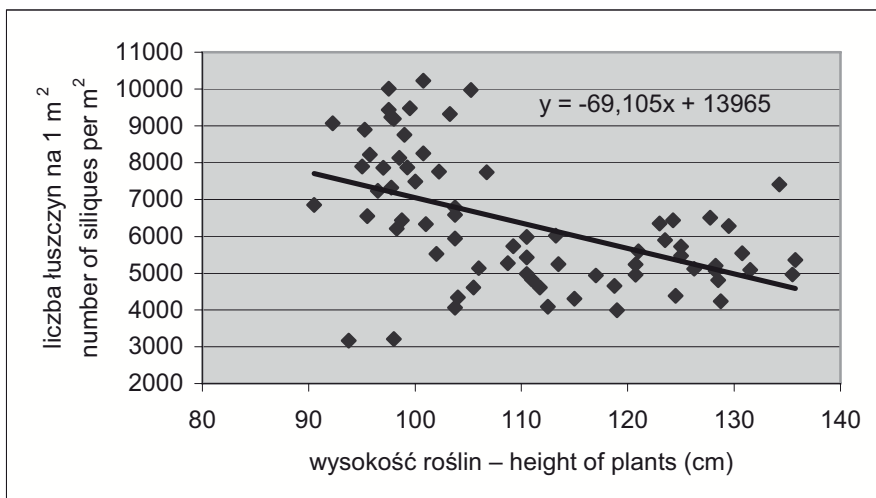
Wyszczególnienie Specification	Wysokość roślin Height of plants	Wysokość do I rozga- łęzienia Height to the 1 st branch	Liczba rozgałęzień I rzędu Number of 1 st branches	Liczba łuszczyń na roślinie Number of siliques per plant	Liczba łuszczyń na 1 m ² Number of siliques per m ²	Liczba nasion z łuszczyń Number of seeds per silique	Masa nasion z łuszczyń Weight of seeds in a silique	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds
Wysokość roślin Height of plants	1							
Wysokość do I rozgałęzienia Height to the 1 st branch	0,371**	1						
Liczba rozgałęzień I rzędu Number of 1 st branches	0,060	-0,763***	1					
Liczba łuszczyń na roślinie Number of siliques per plant	0,082	0,579***	-0,465***	1				
Liczba łuszczyń na 1 m ² Number of siliques per m ²	-0,492***	0,322**	-0,455***	0,623***	1			
Liczba nasion z łuszczyń Number of seeds per siliques	0,672***	0,573***	-0,084	0,267*	-0,202	1		
Masa nasion z łuszczyń Weight of seeds in a silique	-0,533***	-0,694***	0,608***	-0,397***	-0,055	-0,285*	1	
Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds	-0,643***	-0,872**	0,591***	-0,520***	-0,052	-0,693***	0,815***	1

Istotność korelacji Significance of the correlation

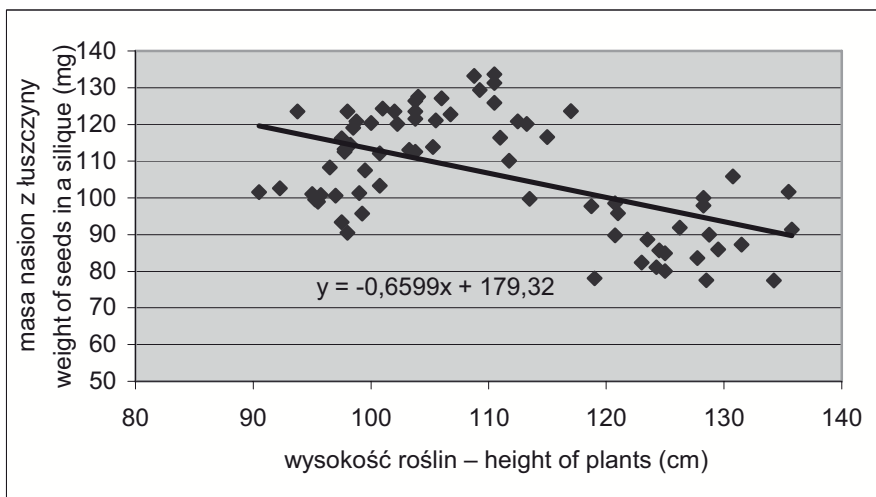
-0,232 < P_{0,05}* < 0,232

-0,302 < P_{0,01}** < 0,302

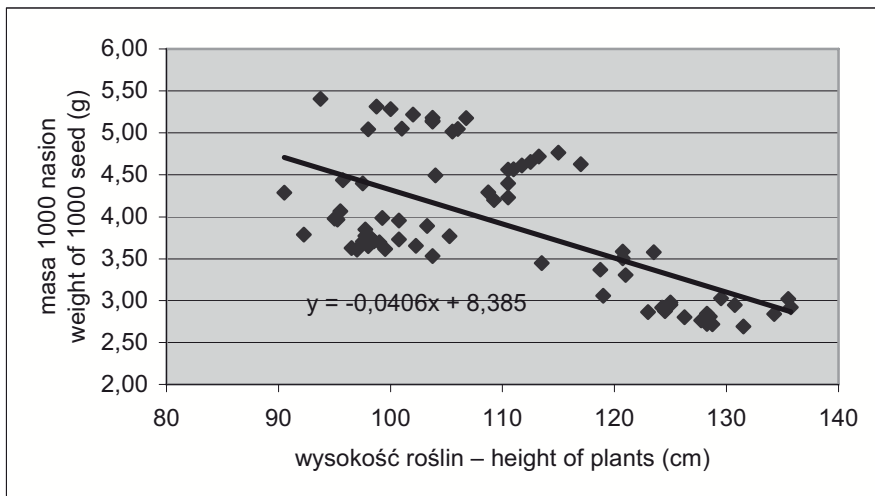
-0,380 < P_{0,001}*** < 0,380



Rys. 2. Zależność liczby łuszczyń na 1 m² od wysokości roślin
 Fig. 2. Relationship between the number of siliques per m² and height of plants

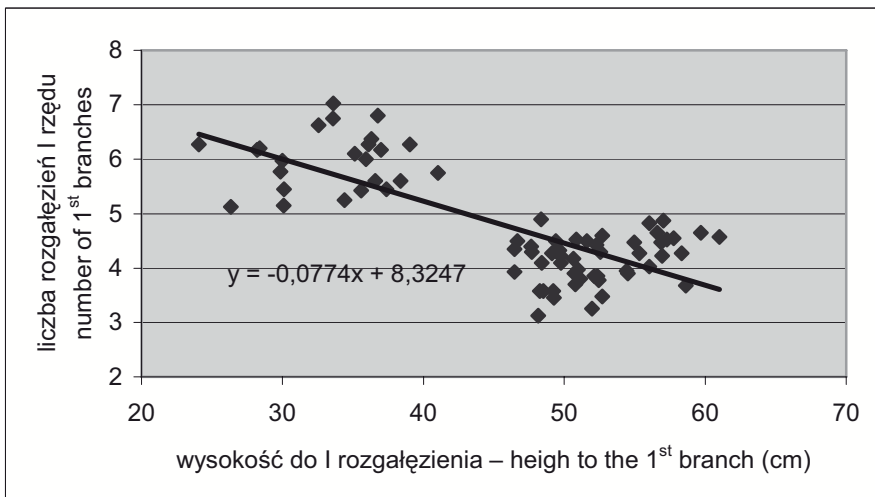


Rys. 3. Zależność masy nasion z łuszczyzny od wysokości roślin
 Fig. 3. Relationship between weight of seeds in a silique and height of plants



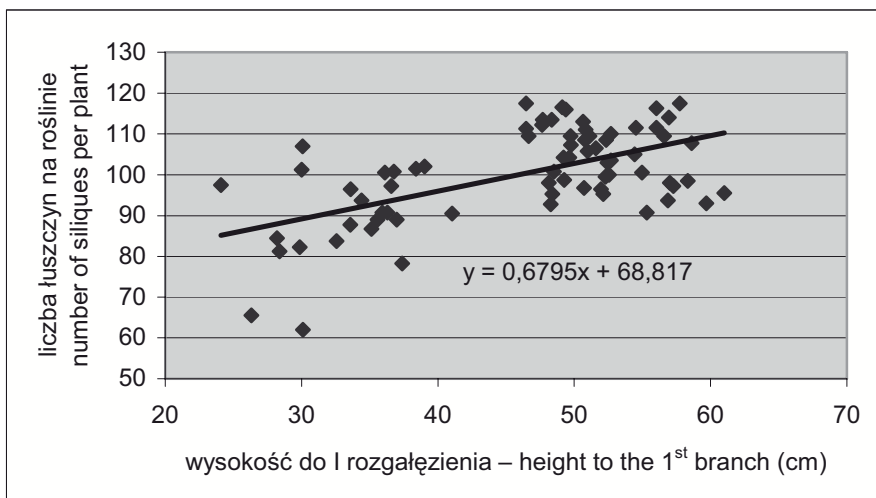
Rys. 4. Zależność masy 1000 nasion od wysokości roślin

Fig. 4. Relationship between the weight of 1000 seeds and height of plants

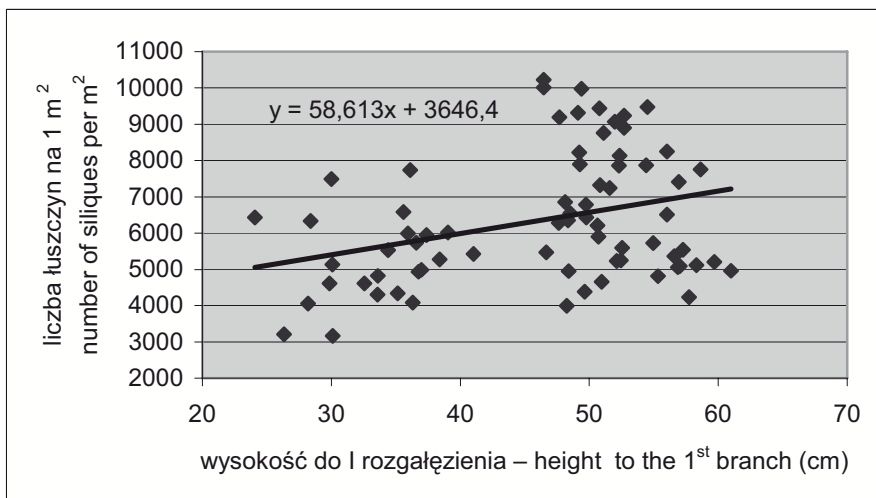


Rys. 5. Zależność liczby rozgałęzień I rzędu od wysokości do I rozgałęzienia

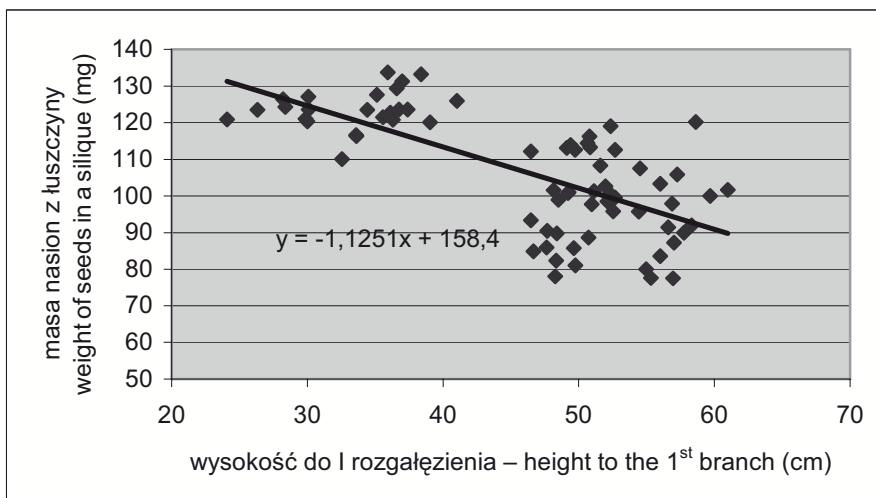
Fig. 5. Relationship between the number of 1st branches and height to the 1st branch



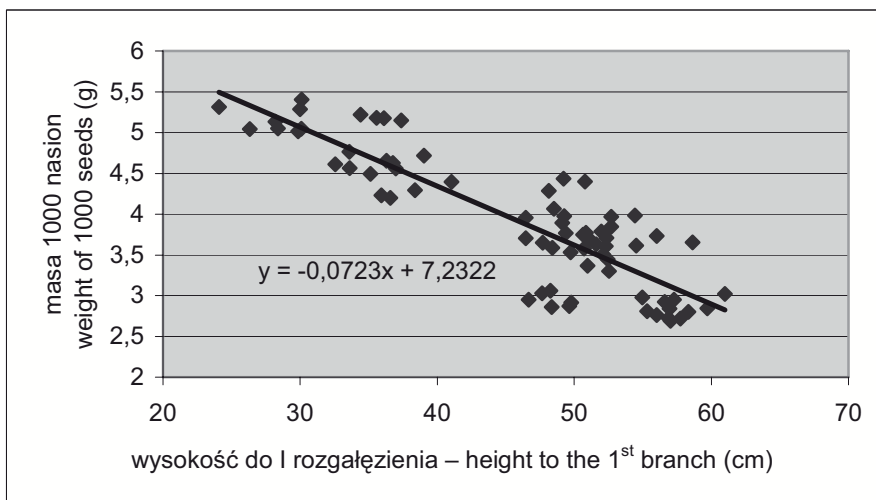
Rys. 6. Zależność liczby łuszczyn na roślinie od wysokości do I rozgałęzienia
 Fig. 6. Relationship between the number of siliques per plant and height to the 1st branch



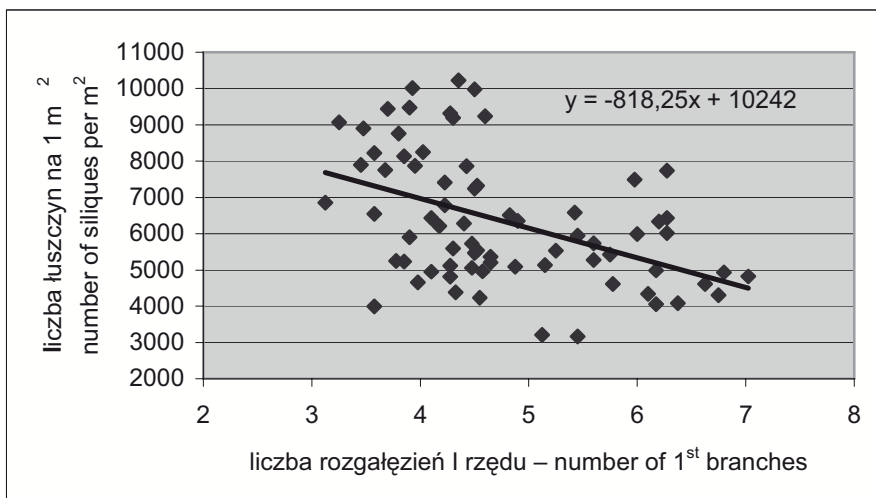
Rys. 7. Zależność liczby łuszczyn na 1 m² od wysokości do I rozgałęzienia
 Fig. 7. Relationship between the number of siliques per m² and height to the 1st branch



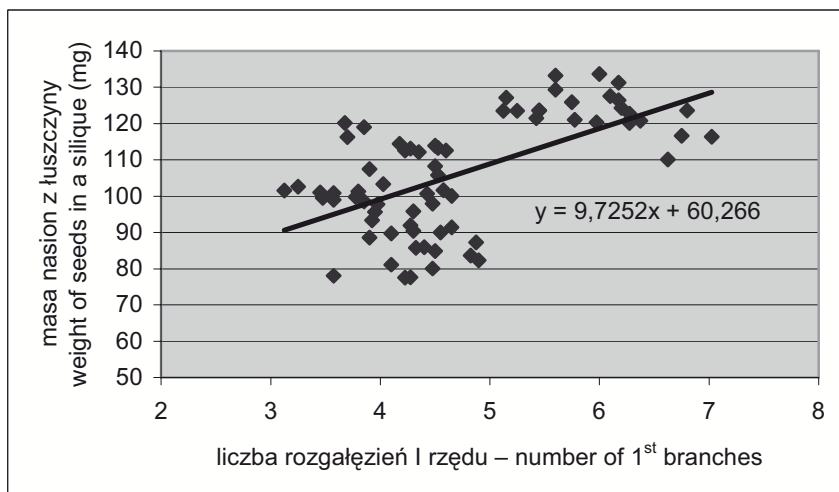
Rys. 8. Zależność masy nasion z łuszczyzny od wysokości do I rozgałęzienia
Fig. 8. Relationship between the weight of seeds in a silique and height to the 1st branch



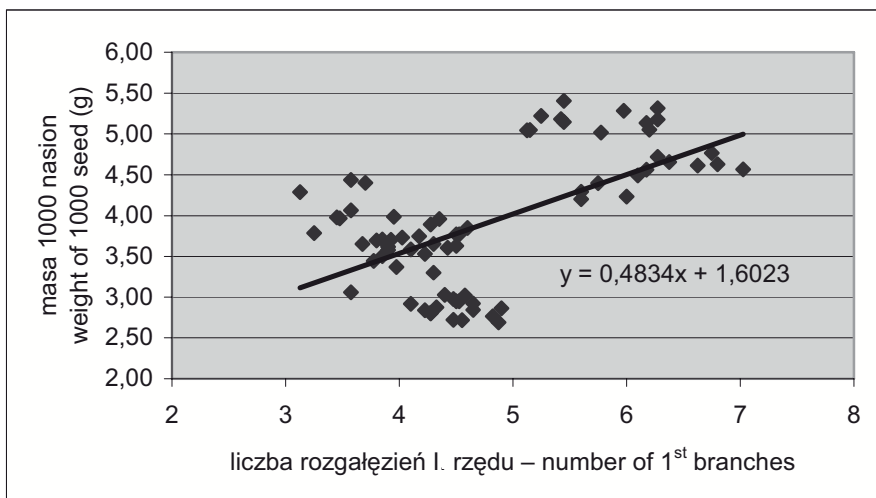
Rys. 9. Zależność masy 1000 nasion od wysokości do I rozgałęzienia
Fig. 9. Relationship between the weight of 1000 seeds and height to the 1st branch



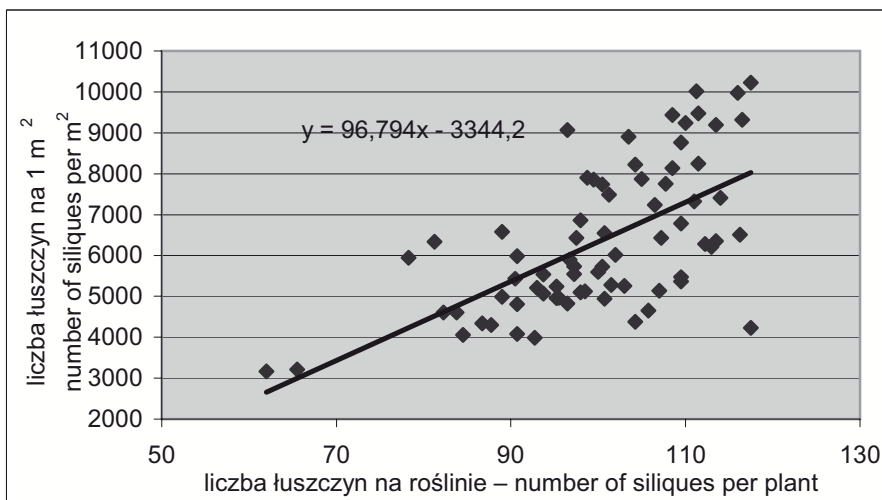
Rys. 10. Zależność liczby łuszczyń na 1 m² od liczby rozgałęzień I rzędu
 Fig. 10. Relationship between the number of siliques per m² and the number of 1st branches



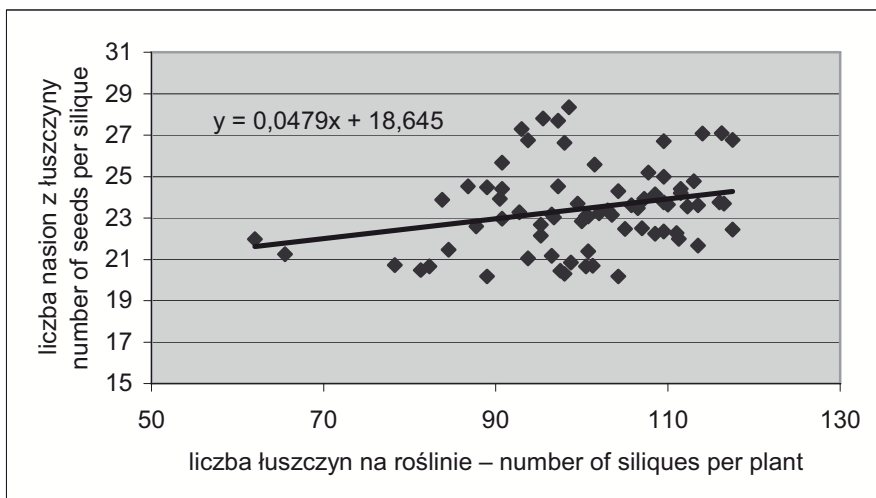
Rys. 11. Zależność masy nasion z łuszczyzny od liczby rozgałęzień I rzędu
 Fig. 11. Relationship between the weight of seeds in a silique and the number of 1st branches



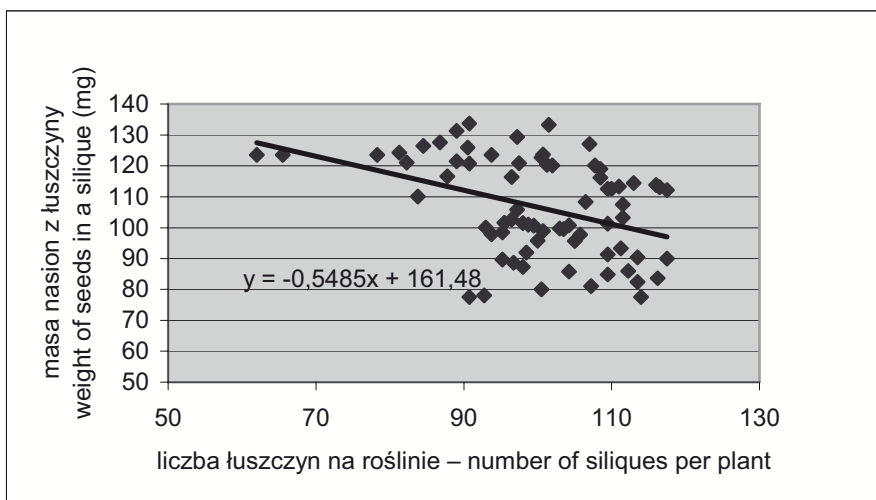
Rys. 12. Zależność masy 1000 nasion od liczby rozgałęzień I rzędu
 Fig. 12. Relationship between the weight of 1000 seed and the number of 1st branches



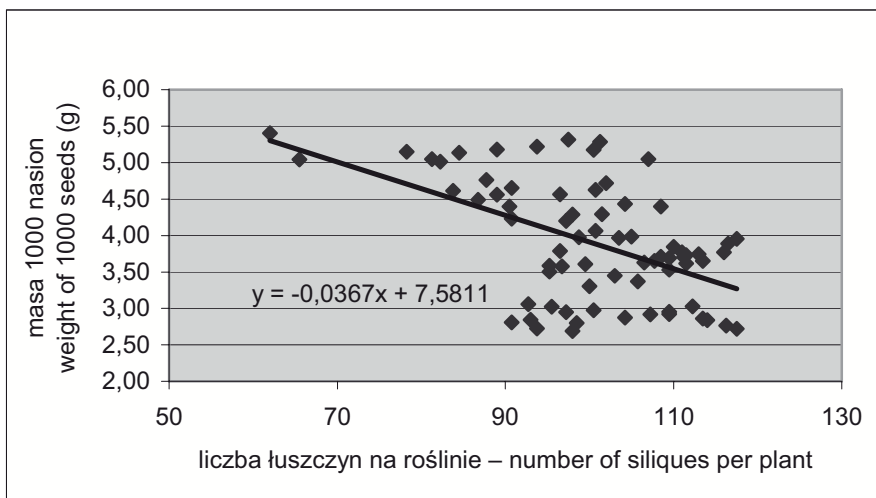
Rys. 13. Zależność liczby łuszczyn na 1 m² od liczby łuszczyn na roślinie
 Fig. 13. Relationship between the number of siliques per m² and the number of siliques per plant



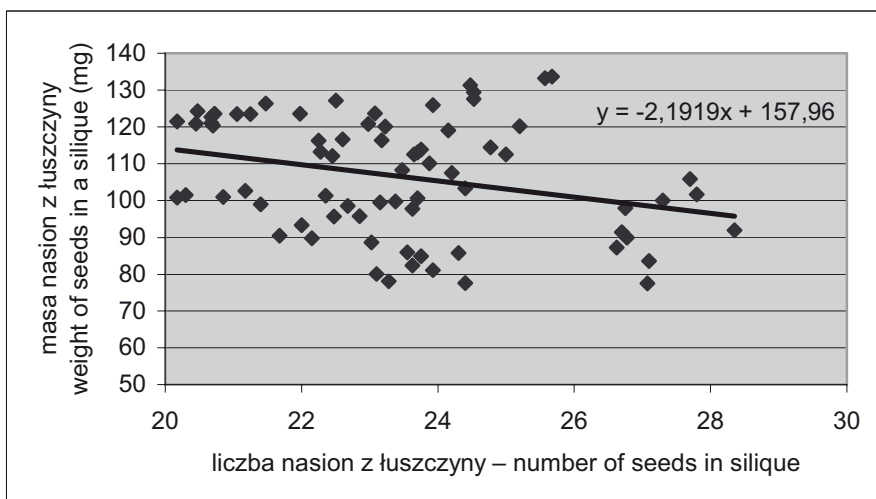
Rys. 14. Zależność liczby nasion z łuszczyzny od liczby łuszczyzny na roślinie
 Fig. 14. Relationship between the number of seeds per silique and the number of siliques per plant



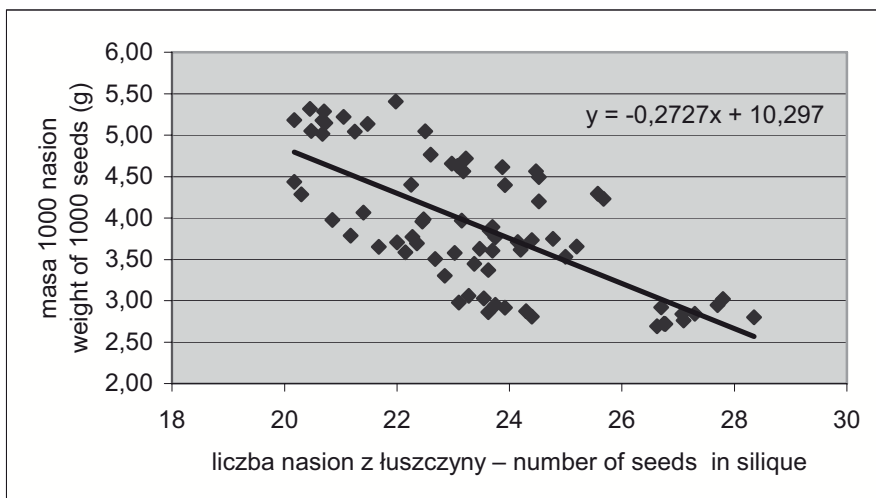
Rys. 15. Zależność masy nasion z łuszczyzny od liczby łuszczyzny na roślinie
 Fig. 15. Relationship between the weight of seeds in a silique and the number of siliques per plant



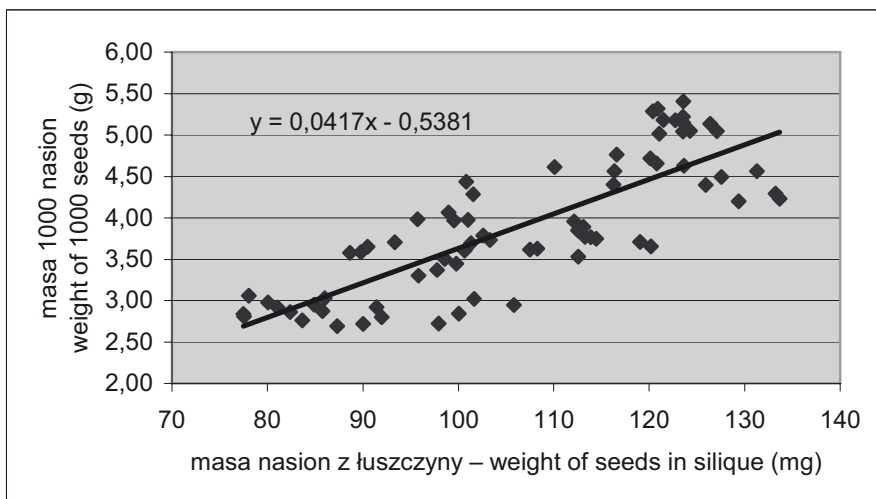
Rys. 16. Zależność masy 1000 nasion od liczby łuszczyń na roślinie
 Fig. 16. Relationship between the weight of 1000 seeds and the number of siliques per plant



Rys. 17. Zależność masy nasion z łuszczyńy od liczby nasion z łuszczyńy
 Fig. 17. Relationship between the weight of seeds in a silique and the number of seeds per silique



Rys. 18. Zależność masy 1000 nasion od liczby nasion z łuszczyzny
 Fig. 18. Relationship between the weight of 1000 seeds and the number of seeds per siliques



Rys. 19. Zależność masy 1000 nasion od masy nasion z łuszczyzny
 Fig. 19. Relationship between the weight of 1000 seed and the weight of seeds in a silique

5.5. Plon nasion

Plon nasion był zmienny w latach i zależał od wszystkich trzech czynników. Ponadto stwierdzono współdziałanie zmiennych warunków pogodowych z odmianami i odmian z nawożeniem azotem na tę cechę. Odmiany hodowlane reagowały niejednakowo na zmienny przebieg pogody w latach badań. W 2003 i 2004 r. najwyższe plony uzyskano, uprawiając odmianę Jura, podczas gdy w pierwszym roku badań populacyjna odmiana Heros okazała się najlepsza (tab. 16).

Tabela 16

Table 16

Plon nasion, wydajność tłuszczu surowego, białka ogółem i śrutę rzepakowej w t·ha⁻¹
(średnie dla współdziałania czynników)

Seed yield, crude fat, total protein and rapeseed meal in t·ha⁻¹ (means for factors interaction)

Lata Years	Odmiana Cultivars	Plon nasion Seed yield (t·ha ⁻¹)	Wydajność – Yield (t·ha ⁻¹)		
			tłuszczu surowego crude fat	białka ogółem total protein	śrutę rzepakowej rapeseed meal
2002	Heros	3,32	1,32	0,67	1,57
	Jura	3,07	1,15	0,61	1,53
	Licosmos	2,33	0,92	0,45	1,10
	Margo	3,14	1,21	0,66	1,53
2003	Heros	3,07	1,15	0,62	1,52
	Jura	3,26	1,18	0,67	1,66
	Licosmos	3,21	1,22	0,64	1,58
	Margo	2,88	1,07	0,62	1,44
2004	Heros	2,08	0,74	0,42	1,07
	Jura	2,29	0,79	0,45	1,20
	Licosmos	1,91	0,63	0,37	1,03
	Margo	1,94	0,68	0,39	1,00
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,18	0,07	0,04	0,09

Plon nasion kształtował się pod wpływem interakcji odmian z nawożeniem azotem (tab. 17). Odmiany Heros, Jura i Margo reagowały zwiększą plonu nasion pod wpływem nawożenia azotem do 125 kg·ha⁻¹, podczas gdy dla odmiany Licosmos wystarczająca okazała się dawka azotu w wysokości 100 kg·ha⁻¹.

Tabela 17

Table 17

Plon nasion, wydajność tłuszczu surowego, białka ogółem i śruty rzepakowej w t·ha⁻¹
(średnie dla współdziałania czynników)

Seed yield, crude fat, total protein and rapeseed meal in t·ha⁻¹ (means for factors interaction)

Odmiana Cultivars	Nawożenie N Fertilization N (kg·ha ⁻¹)	Plon nasion Seed yield (t·ha ⁻¹)	Wydajność – Yield (t·ha ⁻¹)		
			tłuszczu surowego crude fat	białko ogółem total protein	śrutę rzepakowej rapeseed meal
Heros	75	2,64	1,02	0,53	1,27
	100	2,87	1,09	0,58	1,41
	125	2,96	1,10	0,61	1,47
Jura	75	2,77	1,01	0,54	1,40
	100	2,89	1,04	0,58	1,47
	125	2,96	1,06	0,60	1,52
Licosmos	75	2,34	0,88	0,45	1,15
	100	2,58	0,96	0,50	1,29
	125	2,53	0,93	0,51	1,27
Margo	75	2,55	0,97	0,52	1,26
	100	2,64	0,99	0,56	1,31
	125	2,77	1,00	0,59	1,40
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,12	0,05	0,02	0,06

Badane odmiany różniły się między sobą istotnie plonem nasion. Najwyższymi plonami nasion charakteryzowała się odmiana heterozyjna Jura (2,87 t·ha⁻¹), nieco niżej plonowała populacyjna odmiana Heros (2,82 t·ha⁻¹), następnie heterozyjna odmiana Margo (2,65 t·ha⁻¹) i najslabiej plonowała, starsza już, odmiana Licosmos (2,48 t·ha⁻¹). Również wzrastające nawożenie z 75 do 125 kg N·ha⁻¹ spowodowało wzrost plonu nasion o 8,9%, przy czym efektywność 1 kg azotu dla dawki 100 kg·ha⁻¹ wynosiła 7,2 kg nasion, natomiast przy najwyższej dawce zmniejszyła się do 4,6 kg nasion na 1 kg azotu. Preparat obniżający pękanie łuszczyń wpłynął w niewielkim, ale istotnym stopniu na plon nasion. Największe różnice dotyczące plonu nasion wynikały ze zmian w latach badań warunków pogodowych. W roku 2003 uzyskano najwyższe plony nasion, nieco niższe zaś w 2002 r., natomiast najbardziej niekorzystne warunki pogodowe wystąpiły w 2004 r., czego efektem były niższe o 34,1% plony nasion niż w rekordowym 2003 r. (tab. 18).

Plon nasion, wydajność tłuszczu surowego, białka ogółem i śrutu rzepakowej w t·ha⁻¹
(średnie dla czynników)

Seed yield, crude fat, total protein and rapeseed meal in t·ha⁻¹ (means for factors)

Odmiana Cultivars	Nawożenie N Fertilization N (kg·ha ⁻¹)	Czynnik Factors	Lata Years	Plon nasion Seed yield (t·ha ⁻¹)	Wydajność – Yield (t·ha ⁻¹)		
					tłuszczu surowego crude fat	białka ogółem total protein	śrutu rzepakowej rapeseed meal
Heros				2,82	1,07	0,57	1,38
Jura				2,87	1,04	0,57	1,46
Licosmos				2,48	0,92	0,49	1,24
Margo				2,65	0,98	0,55	1,32
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)				0,10	0,04	0,02	0,05
	75			2,57	0,97	0,51	1,27
	100			2,75	1,02	0,56	1,37
	125			2,80	1,02	0,58	1,41
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)				0,04	0,01	0,01	0,02
		kontrola		2,69	1,00	0,54	1,34
		Spodnam		2,73	1,01	0,55	1,36
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)				0,03	0,01	r.n.	r.n.
			2002	2,96	1,15	0,60	1,43
			2003	3,11	1,15	0,64	1,55
			2004	2,05	0,71	0,41	1,08
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)				0,09	0,03	0,02	0,04

r.n. różnica nieistotna – no significant difference

5.6. Wydajność tłuszczu surowego

Wydajność tłuszczu surowego to funkcja plonu nasion i procentowej zawartości tego składnika. Była ona zmienna w latach badań. Zależała od wszystkich badanych czynników i kształtowała się pod wpływem współdziałania warunków pogodowych w latach badań z odmianami i odmian z nawożeniem azotem (tab. 16,17,18). Wydajność tłuszczu surowego układała się niejednakowo, w 2002 r. najwyższą wydajnością tłuszczu charakteryzowała się odmiana Heros, w drugim roku Licosmos, natomiast w 2004 r. – Jura. Większość odmian hodowlanych reagowała zwiększeniem wydajności tłuszczu surowego pod wpływem wzrastających dawek azotu. Najwyższą wydajnością tłuszczu surowego cechowała się odmiana Heros, nieco niżej o 2,8% odmiana Jura, zaś najniższą wydajnością odmiana Licosmos (o 14% mniej niż odmiana Heros). Pod wpływem nawożenia azotem wydajność tłuszczu zwiększyła się o 5,1%, zaś preparat Spodnam nieznacznie, ale istotnie, wpłynął na wydajność tłuszczu. Podobnie jak plony nasion również wydajność tłuszczu uległa dużym zmianom pod wpływem zmiennych w latach badań warunków pogodowych. W ostatnim roku uzyskano niższą o 38,3% wydajność tłuszczu surowego w stosunku do poprzednich lat.

5.7. Wydajność białka ogółem oraz śruty rzepakowej

Wydajność białka ogółem oraz śruty rzepakowej kształtowała się m.in. pod wpływem współdziałania warunków pogodowych w latach badań z odmianami i odmian z nawożeniem azotem. Była ona zmienna w latach badań i zależała od właściwości odmianowych i nawożenia azotem (tab. 16,17,18). W 2002 r. najwyższą wydajnością tych składników charakteryzowała się odmiana Heros, podczas gdy w dwóch kolejnych latach najlepsze efekty uzyskuje się, uprawiając odmianę mieszańcową Jura. Wszystkie odmiany reagowały zwyżką wydajności białka ogółem i śruty rzepakowej (oprócz odmiany Licosmos) na wzrastające nawożenie azotem. Spośród porównywanych odmian najniższą wydajnością białka ogółem i śruty charakteryzuje się odmiana Licosmos, podczas gdy pozostałe odmiany cechują się wyższą wydajnością białka w granicach 12,2–16,3% i śruty 6,4–17,7%. Wydajność białka i śruty była bardzo zmienna w latach badań. Najbardziej niekorzystne warunki pogodowe wystąpiły w ostatnim roku badań, w którym uzyskano niższą wydajność białka ogółem o 35,9% i śruty rzepakowej o 30,3% niż w 2003 r.

Analiza wariancji dla plonu nasion i wydajności składników pokarmowych wykazała wiele zależności pomiędzy badanymi cechami i ich współdziałanie (tab. 19).

Tabela 19

Table 19

Średnie kwadraty plonu nasion oraz wydajności tłuszczu surowego, białka ogółem i śruty rzepakowej
Mean squares for seed yield, crude fat, total protein and rapeseed meal

Zmienność Variability	Liczba stopni swobody Number of degrees of freedom	Plon nasion Seed yield	Wydajność – Yield		
			tłuszczu surowego crude fat	białka ogółem total protein	śruty rzepakowej rapeseed meal
1	2	3	4	5	6
lat – years	2	31,29***	6,19***	1,46***	5,83***
odmian – cultivars	3	2,25***	0,30***	0,12***	0,65***
lat x odmiany years x cultivars	6	1,87***	0,29***	0,08***	0,44***
błąd I – error I	33	0,09	0,01	0,004	0,02
nawożenia – fertilization	2	1,38***	0,09***	0,11***	0,53***
odmian x nawożenie cultivars x fertilization	6	0,06**	0,01*	0,002*	0,02***
lat x nawożenie years x fertilization	4	0,04	0,01	0,002*	0,01
lat x odmiany x nawożenie years x cultivars x fertilization	12	0,08***	0,01***	0,004***	0,02***
błąd II – error II	72	0,02	0,003	0,001	0,005

Tabela 19
Table 19

1	2	3	4	5	6
odporności – resistance to cracking	1	0,10*	0,02**	0,003	0,02
nawożenia x odporność fertilization x resistance to cracking	2	0,10	0,005	0,001	0,003
odmian x odporność cultivars x resistance to cracking	3	0,04	0,01*	0,001	0,01
odmian x nawożenie x odporność – cultivars x fertilization x resistance to cracking	6	0,03	0,01*	0,001	0,01
lat x odporność – years x resistance to cracking	2	0,02	0,003	0,003*	0,01
lat x nawożenie x odporność years x fertilization x resistance to cracking	4	0,01	0,0004	0,0002	0,005
lat x odmiany x odporność – years x cultivars x resistance to cracking	6	0,01	0,002	0,001	0,004
lat x odmiany x nawożenie x odporność – years x cultivars x fertilization x resistance to cracking	12	0,03	0,004	0,001	0,01
błąd III – error III	108	0,02	0,003	0,001	0,005

* istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,05$

** istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,01$

*** istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,001$

5.8. Skład chemiczny nasion rzepaku jarego

Skład chemiczny nasion rzepaku jarego zależał od współdziałania zmiennych warunków pogodowych w latach badań z właściwościami odmianowymi. W 2002 i 2003 roku wyróżniły się pod względem zawartości tłuszczu odmiany Licosmos i Heros, natomiast w ostatnim roku – odmiana Heros. Pod względem zawartości białka najmniejsze nagromadzenie tego składnika pokarmowego wykazano u odmiany Licosmos. Również ta odmiana charakteryzowała się najwyższą zawartością niekorzystnego włókna surowego zwłaszcza w drugim i trzecim roku badań. Zawartość popiołu surowego układała się niejednakowo w latach badań, różnice pomiędzy odmianami były niewielkie i wahały się w granicach od 0,2 do 0,3%, a w ostatnim roku badań 0,8%. Nasiona odmiany Jura gromadziły w 2002 i 2003 roku najwięcej bezazotowych związków wyciągowych, jedynie w ostatnim roku więcej węglowodanów stwierdzono u odmiany Licosmos (tab. 20).

Wykazano także istotne różnice spowodowane genotypem, przebiegiem pogody oraz w przypadku tłuszczu i białka – nawożeniem azotem. Odmiana Heros nagromadziła w nasionach najwięcej tłuszczu surowego, natomiast u odmiany Jura zawartość tego składnika była najniższa, ale za to w nasionach zebrano się najwięcej węglowodanów. Najwięcej białka było w nasionach odmiany Margo, zaś najmniej u odmiany Licosmos (o 1,4%). Odmiana Licosmos charakteryzowała się największą zawartością włókna w nasionach, a nasiona odmiany Margo miały najmniej tego składnika (tab. 20). Wzrastające nawożenie azotem z 75 do 125 kg·ha⁻¹ spowodowało w nasionach obniżenie zawartości tłuszczu surowego o 1,3% i wzrost białka ogółem o 0,9%, natomiast nie zmieniła się zawartość włókna surowego i popiołu surowego.

Tabela 20
Table 20

Skład chemiczny nasion rzepaku jarego w % (średnie dla współdziałania czynników)
Chemical composition (%) of spring rape seeds (means for factors interaction)

Lata Years	Odmiana Cultivars	Tłuszcz surowy Crude fat	Białko ogółem Total protein	Włókno surowe Crude fibre	Popiół surowy Crude ash	BZW NFE
2002	Heros	45,7	23,5	6,9	4,4	19,5
	Jura	42,9	22,7	7,1	4,5	22,8
	Licosmos	45,7	22,3	7,2	4,3	20,5
	Margo	44,2	24,0	7,1	4,5	20,2
2003	Heros	43,1	23,3	8,5	4,3	20,8
	Jura	41,5	23,5	8,5	4,5	22,0
	Licosmos	43,5	23,0	8,9	4,2	20,4
	Margo	42,6	24,6	7,6	4,5	20,7
2004	Heros	41,0	23,2	9,2	4,1	22,5
	Jura	39,8	22,4	9,0	4,6	24,2
	Licosmos	38,0	22,3	9,6	4,9	25,2
	Margo	40,4	23,0	9,2	4,7	22,7
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,5	0,5	0,5	0,1	0,9

BZW – bezazotowe związki wyciągowe – nitrogen free extract

Tabela 21
Table 21

Skład chemiczny nasion rzepaku jarego w % (średnie dla czynników)
Chemical composition (%) of spring rape seeds (means for factors)

Odmiana Cultivars	Nawo- żenie N Fertiliza tion N (kg·ha ⁻¹)	Czynnik Factors	Lata Years	Tłuszcz surowy Crude fat	Białko ogółem Total protein	Włókno surowe Crude fibre	Popiół suro- wy Crude ash	BZW NFE
Heros				43,3	23,3	8,2	4,3	20,9
Jura				41,4	22,9	8,2	4,5	23,0
Licosmos				42,4	22,5	8,6	4,5	22,0
Margo				42,4	23,9	8,0	4,6	21,1
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)				0,3	0,3	0,3	0,1	0,5
	75			43,0	22,6	8,2	4,5	21,7
	100			42,4	23,2	8,2	4,5	21,7
	125			41,7	23,5	8,3	4,5	22,0
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)				0,2	0,2	r.n.	r.n.	r.n.
			2002	44,6	23,1	7,1	4,4	20,8
			2003	42,7	23,6	8,4	4,4	20,9
			2004	39,8	22,7	9,3	4,6	23,6
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)				0,2	0,2	0,3	0,1	0,4

BZW – bezazotowe związki wyciągowe – nitrogen free extract
r.n. różnica nieistotna – no significant difference

Zmienne warunki pogodowe wpłynęły w istotny sposób na gromadzenie przede wszystkim tłuszczu surowego, gdyż różnice pomiędzy latami dochodziły aż do 4,8%. W pierwszym roku badań nasiona nagromadziły najwięcej tłuszczu surowego, o 1,9% mniej w 2003 r. Warunki pogodowe w 2004 r. nie sprzyjały gromadzeniu tłuszczu, natomiast były korzystne dla gromadzenia węglowodanów, których było najwięcej. Z kolei najwięcej białka w nasionach uzyskano w suchym 2003 r. (23,6%), a o 0,9% mniej w 2004 r. (tab. 21). Preparat Spodnam nie wpłynął w istotny sposób na skład chemiczny nasion rzepaku jarego.

W tabeli 22 przedstawiono zależności pomiędzy czynnikami doświadczenia a składem chemicznym nasion. Wykazano wysoce istotne różnice przede wszystkim dla lat, odmian i ich współdziałania, a także nieliczne dla pozostałych składników suchej masy nasion.

Tabela 22 Table 22

Średnie kwadraty składu chemicznego nasion rzepaku jarego w %
Mean squares of chemical composition of spring rape seed (%)

Zmienność Variability	Liczba stopni swobody Number of degrees of freedom	Tłuszcz surowy Crude fat	Białko ogółem Total protein	Włókno surowe Crude fibre	Popiół surowy Crude ash	BZW NFE
lat – years	2	142,68***	4,78***	28,85***	0,15**	64,87***
odmian – cultivars	3	10,65***	6,22***	1,01*	0,28***	15,46***
lat x odmiany years x cultivars	6	7,54***	0,68*	0,68*	0,25***	4,43***
nawożenia – fertilization	2	10,14***	5,51***	0,01	0,01	1,01
odmian x nawożenie cultivars x fertilization	6	0,43*	0,18	0,23	0,01	0,27
lat x nawożenie years x fertilization	4	0,17	0,51	0,08	0,01	0,95
lat x odmiany x nawożenie years x cultivars x fertilization	12	0,25	0,50*	0,16	0,01	0,87
odporności resistance to cracking	1	0,28	0,001	0,14	0,003	0,00
nawożenia x odporność fertilization x resistance to cracking	2	0,19	0,77*	0,30	0,01	0,32
odmian x odporność cultivars x resistance to cracking	3	0,29	0,20	0,15	0,01	0,13
odmian x nawożenie x odporność cultivars x fertilization x resistance to cracking	6	0,34	0,11	0,07	0,01	0,77
lat x odporność – years x resistance to cracking	2	0,06	0,22	0,06	0,03	0,09
lat x nawożenie x odporność – years x fertilization x resistance to cracking	4	0,27	0,28	0,02	0,01	0,82
lat x odmian x odporność years x cultivars x resistance to cracking	6	0,12	0,31	0,39	0,02	0,45
lat x odmiany x nawożenie x odporność – years x cultivars x fertilization x resistance to cracking	12	0,13	0,16	0,19	0,01	0,48

BZW – bezazotowe związki wyciągowe – nitrogen free extract

* istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,05$

** istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,01$

*** istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,001$

5.9. Skład chemiczny śruty poekstrakcyjnej rzepaku jarego

Wartość energetyczna śruty zależy w głównej mierze od zawartości białka oraz bezazotowych związków wyciągowych. Interakcja między odmianami i zmiennymi warunkami pogodowymi w latach badań była istotna w odniesieniu do zawartości białka ogółem, włókna surowego oraz popiołu surowego (tab. 23). Odmiany Heros i Margo charakteryzowały się wysoką zawartością białka ogółem w pierwszym roku badań, natomiast najmniej białka stwierdzono u odmiany Licosmos w 2004 r. Zawartość włókna surowego, które obniża wartość energetyczną śruty, była zmienna w latach badań. Ostatni rok był korzystny dla gromadzenia tego składnika, jednak najwięcej włókna miała w 2003 r. odmiana Licosmos. Zawartość popiołu surowego różniła się nieznacznie i wahała się w granicach od 7,0% dla odmiany Heros w 2004 r. do 8,1% u odmian Heros i Margo w 2002 r. Nie stwierdzono istotnych różnic w odniesieniu do zawartości bezazotowych związków wyciągowych (tab. 23).

Skład chemiczny śruty zmieniał się pod wpływem czynnika genetycznego, zmiennych warunków pogodowych, a także w przypadku białka i popiołu – pod wpływem nawożenia azotem. Średnio najwyższą wartością białka w śrucie wykazały się odmiany Margo i Heros, a istotnie niższą pozostałe dwie odmiany, u których stwierdzono także najwięcej bezazotowych związków wyciągowych (tab. 24). Odmiana Licosmos z kolei miała najwięcej włókna surowego, natomiast różnice odmianowe w zawartości popiołu były stosunkowo niewielkie. Wzrastające nawożenie azotem wpłynęło na zwiększenie udziału białka ogółem, przy niewielkim zmniejszeniu zawartości popiołu surowego. W kolejnych latach badań stwierdzono istotny spadek w śrucie rzepaku zawartości białka ogółem o 4% i popiołu surowego o 0,4%, przy jednoczesnym wzroście zawartości włókna surowego o 2,6% (tab. 24). Preparat Spodnam nie wpłynął w istotny sposób na skład chemiczny śruty rzepaku jarego.

Tabela 23

Table 23

Skład chemiczny śruty rzepaku jarego w % (średnie dla współdziałania czynników)
Chemical composition (%) of rapeseed meal (means for factors interaction)

Lata Years	Odmiana Cultivars	Białko ogółem Total protein	Włókno surowe Crude fibre	Popiół surowy Crude ash	BZW NFE
2002	Heros	43,0	12,7	8,1	36,2
	Jura	39,8	12,5	8,0	39,7
	Licosmos	41,0	13,2	7,9	37,9
	Margo	43,0	12,8	8,1	36,0
2003	Heros	41,0	14,9	7,6	36,4
	Jura	40,2	14,5	7,8	37,5
	Licosmos	40,7	15,7	7,5	36,1
	Margo	42,8	13,2	7,9	36,0
2004	Heros	39,3	15,6	7,0	38,1
	Jura	37,2	14,9	7,6	40,3
	Licosmos	35,9	15,5	7,9	40,7
	Margo	38,6	15,5	7,8	38,1
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,8	0,9	0,2	r.n.

BZW – bezazotowe związki wyciągowe – nitrogen free extract

r.n. różnica nieistotna – no significant difference

Tabela 24

Table 24

Skład chemiczny śruty rzepaku jarego w % (średnie dla czynników)
Chemical composition (%) of rapeseed meal (means for factors)

Odmiana Cultivars	Nawożenie N Fertilization N ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Lata Years	Białko ogółem Total protein	Włókno surowe Crude fibre	Popiół surowy Crude ash	BZW NFE
Heros			41,1	14,4	7,6	36,9
Jura			39,1	14,0	7,8	39,2
Licosmos			39,2	14,8	7,8	38,2
Margo			41,5	13,8	7,9	36,7
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)			0,5	0,5	0,1	0,8
	75		39,8	14,4	7,9	37,9
	100		40,4	14,2	7,7	37,6
	125		40,4	14,1	7,7	37,7
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)			0,4	r.n.	0,1	r.n.
		2002	41,7	12,8	8,0	37,4
		2003	41,2	14,6	7,7	36,5
		2004	37,7	15,4	7,6	39,3
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)			0,4	0,4	0,1	0,7

BAW – bezazotowe związki wyciągowe – nitrogen free extract

r.n. różnica nieistotna – no significant difference

W tabeli 25 przedstawiono zależności pomiędzy badanymi czynnikami w doświadczeniu a składem chemicznym śruty rzepakowej. Podobnie jak w przypadku nasion wykazano wysoce istotne zależności dla lat badań oraz właściwości genetycznych i nieliczne dla pozostałych składników śruty rzepakowej.

Tabela 25
Table 25

Średnie kwadraty składu chemicznego śruty rzepaku jarego w %
Mean squares for chemical composition (%) of rapeseed meal

Zmienność Variability	Liczba stopni swobody Number of degrees of freedom	Białko ogółem Total protein	Włókno surowe Crude fibre	Popiół surowy Crude ash	BZW NFE
lat – years	2	110,58***	42,06***	1,52***	48,50***
odmian – cultivars	3	28,51***	3,36**	0,37***	24,27***
lat x odmiany years x cultivars	6	3,93***	2,05*	0,37***	4,00
nawożenia – fertilization	2	3,54**	0,54	0,37**	0,43
odmian x nawożenie cultivars x fertilization	6	0,82	0,49	0,03	0,71
lat x nawożenie years x fertilization	4	1,93*	0,18	0,06	2,94
lat x odmiany x nawożenie years x cultivars x fertilization	12	1,62*	0,54	0,03	2,20
odporności – resistance to cracking	1	0,06	0,24	0,01	0,14
nawożenia x odporność – ferti- zation x resistance to cracking	2	1,49	0,78	0,03	1,77
odmian x odporność cultivars x resistance to cracking	3	0,73	0,30	0,01	0,53
odmian x nawożenie x odporność – cultivars x fertilization x resis- tance to cracking	6	0,84	0,27	0,02	1,39
lat x odporność – years x resis- tance to cracking	2	0,30	0,17	0,10	0,18
lat x nawożenie x odporność years x fertilization x resistance to cracking	4	1,45*	0,03	0,02	1,70
lat x odmiany x odporność – years x cultivars x resistance to cracking	6	0,45	1,18	0,07	1,31
lat x odmiany x nawożenie x odporność – years x cultivars x fertilization x resistance to cracking	12	0,40	0,52	0,03	1,36

BAW – bezazotowe związki wyciągowe – nitrogen free extract

* istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,05$

** istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,01$

*** istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,001$

5.10. Wydajność energii dla bydła mlecznego (JPM), opasowego (JPŻ) i trzody chlewnej (EM)

Wydajność energii z nasion rzepaku mierzona liczbą jednostek produkcji mleka (JPM), liczbą jednostek produkcji żywca (JPŻ) oraz wydajnością energii metabolicznej (EM) dla trzody chlewnej była istotna dla wszystkich badanych czynników, a także m.in. dla współdziałania lat z odmianami oraz odmian z nawożeniem azotem. Wykazano, że wydajność energii w latach badań była zróżnicowana przez odmiany (tab. 26). W 2002 r. najwyższą wydajnością energii z nasion charakteryzowała się odmiana Heros, w następnym – odmiana Licosmos, zaś w ostatnim roku odmiana Jura. Odmiany reagowały podobnie na zwiększenie nawożenia azotem do $125 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ z wyjątkiem odmiany Licosmos, która osiągnęła najwyższe parametry JPM, JPŻ i EM przy dawce $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 27). W trzyleciu odmiany Heros i Jura cechowały się podobną wydajnością JPM, JPŻ i EM, a niższe wartości uzyskano z odmiany Margo, natomiast najniższą wydajnością energii uzyskanej z 1 ha uprawy charakteryzowała się odmiana Licosmos (tab. 28). Zwiększenie dawki azotu z 75 do $125 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ spowodowało wzrost wydajności JPM, JPŻ i EM z nasion średnio o 8%. Zastosowanie $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w porównaniu z dawką $75 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ zwiększyło wydajność energii w JPM, JPŻ i EM średnio o 7,6; 7,0 i 0,116 GJ na 1 kg azotu. Kolejne zwiększanie dawki azotu okazało się mniej efektywne i wyniosło odpowiednio 4,8; 4,4 i 0,074 GJ na 1 kg azotu. Również niewielki wzrost wydajności energii, wynoszący tylko ok. 1,5%, stwierdzono przy zastosowaniu preparatu Spodnam. Najwyższą wydajnością JPM, JPŻ i EM z 1 ha odznaczały się nasiona z 2003 r., w 2002 r. wydajność JPM, JPŻ i EM była niższa o 3,3; 3,8 i 2,8% natomiast w ostatnim roku badań stanowiła tylko ok. 65% wydajności z roku 2003 (tab. 28).

Wydajność energii ze śruty zależała od odmiany, nawożenia azotem i lat badań, a także interakcji zmiennych warunków pogodowych w latach badań i odmian oraz odmian i nawożenia azotem. W pierwszym roku badań najwyższą wydajnością energii mierzoną liczbą JPM, JPŻ i EM uzyskano z odmiany Heros, natomiast w kolejnych latach najlepszą okazała się odmiana Jura (tab. 26). Odmiany Heros, Jura i Margo reagowały podobnie na zwiększenie nawożenia azotem do $125 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, jedynie dla odmiany Licosmos wystarczającą okazała się dawka $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 27). Najwyższą wydajnością energii ze śruty rzepakowej charakteryzowała się odmiana Jura, natomiast najniższą wydajnością energii uzyskano z odmiany Licosmos. Jednocześnie ze wzrostem nawożenia azotem z 75 do $125 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ nastąpił wzrost JPM o 11,8%, JPŻ o 11,9% i EM o 11,2%. Podobnie jak wydajność energii z nasion również wydajność energii ze śruty była najwyższa w 2003 r., natomiast najniższa w ostatnim roku badań (tab. 28).

W tabeli 29 przedstawiono zależności pomiędzy badanymi czynnikami a wydajnością z 1 ha energii z nasion i śruty rzepakowej.

Tabela 26
Table 26

Wydajność energii dla bydła mlecznego (JPM), opasowego (JPŻ) i trzody chlewnej (EM) (średnie dla współdziałania czynników)
Energy yields in dairy cattle (UFL), fatteners (UFV) and swine (ME) (means for factors interaction)

Lata Years	Odmiana Cultivars	Wydajność energii z nasion Energy yield from seeds		Wydajność energii ze śruty Energy yield from rapeseed meal			
		liczba JPM z 1 ha UFL per ha	liczba JPŻ z 1 ha UFV per ha	wydajność energii (EM) energy yields (ME) GJ per ha	liczba JPM z 1 ha UFL per ha	liczba JPŻ z 1 ha UFV per ha	wydajność energii (EM) energy yields (ME) GJ per ha
2002	Heros	3890	3611	60,9	1874	1869	19,7
	Jura	3513	3260	55,0	1812	1808	19,1
	Licosmos	2723	2527	42,6	1314	1311	13,8
2003	Margo	3638	3376	56,8	1826	1821	19,1
	Heros	3525	3272	54,9	1822	1817	18,8
	Jura	3692	3427	57,5	1980	1975	20,5
	Licosmos	3710	3444	57,7	1897	1892	19,5
2004	Margo	3302	3065	51,5	1731	1726	18,1
	Heros	2353	2184	36,6	1282	1279	13,2
	Jura	2559	2375	39,9	1426	1422	14,8
	Licosmos	2090	1941	32,5	1213	1210	12,5
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)	Margo	2173	2018	33,8	1193	1190	12,3
		203	189	3,2	105	104	1,1

JPM = jednostka produkcji mleka = UFL unité fourragère lait
JPŻ = jednostka produkcji żywca = UFV unité fourragère viande

Tabela 27
Table 27

Wydajność energii dla bydła mlecznego (JPM), opasowego (JPŻ) i trzody chlewnej (EM) (średnie dla współdziałania czynników)
Energy yields in dairy cattle (UFL), fatteners (UFV) and swine (ME) (means for factors interaction)

Odmiana Cultivars	Nawożenie N Fertilization N (kg·ha ⁻¹)	Wydajność energii z nasion Energy yield from seeds			Wydajność energii ze sruły Energy yield from rapeseed meal		
		liczba JPM z 1 ha UFL per ha	liczba JPŻ z 1 ha UFV per ha	wydajność energii energy yields GJ per ha	liczba JPM z 1 ha UFL per ha	liczba JPŻ z 1 ha UFV per ha	wydajność energii (EM) energy yields (ME) GJ per ha
Heros	75	3057	2837	47,7	1525	1521	15,8
	100	3317	3079	51,7	1687	1683	17,5
	125	3395	3151	52,9	1766	1761	18,4
Jura	75	3147	2921	49,1	1659	1655	17,2
	100	3276	3042	51,1	1754	1750	18,3
	125	3340	3100	52,1	1805	1800	18,7
Licosmos	75	2680	2488	41,8	1370	1368	14,2
	100	2953	2741	46,0	1536	1532	15,9
	125	2889	2682	45,0	1517	1513	15,7
Margo	75	2937	2726	45,9	1498	1494	15,6
	100	3030	2812	47,2	1571	1566	16,4
	125	3146	2920	49,0	1682	1677	17,5
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		139	130	2,2	72	72	0,7

Tabela 28
Table 28

Wydajność energii dla bydła mlecznego (JPM), opasowego (JPŻ) i trzody chlewnej (EM) (średnie dla czynników)
Energy yields for dairy cattle (UFL), fatteners (UFV) and swine (ME) (means for factors interaction)

Odmiana Cultivar	Nawożenie N Fertilization N (kg·ha ⁻¹)	Czynnik Factor	Lata Years	Wydajność energii z nasion Energy yield from seeds			Wydajność energii ze śruty Energy yield from rapeseed meal		
				liczba JPM z 1 ha UFL per ha	liczba JPŻ z 1 ha UFV per ha	wydajność energii (EM) (ME) GJ per ha	liczba JPM z 1 ha UFL per ha	liczba JPŻ z 1 ha UFV per ha	wydajność energii (EM) (ME) GJ per ha
Heros				3256	3022	50,8	1659	1655	17,2
Jura				3255	3021	50,8	1739	1735	18,1
Licosmos				2841	2637	44,3	1475	1471	15,3
Margo				3038	2819	47,4	1583	1579	16,5
	NIR – LSD ($\alpha=0,05$)			117	109	1,8	60	60	0,6
	75			2955	2743	46,1	1513	1509	15,7
	100			3144	2918	49,0	1637	1633	17,0
	125			3193	2963	49,8	1692	1688	17,6
	NIR – LSD ($\alpha=0,05$)			46	43	0,7	24	24	0,2
		kontrola		3074	2854	47,9	1605	1601	16,7
		Spodnam		3120	2896	48,7	1623	1619	16,9
	NIR – LSD ($\alpha=0,05$)			38	36	0,6	r.n.	r.n.	r.n.
			2002	3441	3193	53,8	1707	1702	17,9
			2003	3557	3302	55,4	1857	1852	19,2
			2004	2294	2129	35,7	1278	1275	13,2
	NIR – LSD ($\alpha=0,05$)			102	95	1,6	52	52	0,5

Tabela 29
Table 29

Średnie kwadraty wydajności energii dla bydła mlecznego (JPM), opasowego (JPŻ) i trzody chlewnej (EM)
Mean squares for energy yields for dairy cattle (UFL), fatteners (UFV) and swine (ME)

Zmienność Variability	Liczba stopni swobody Number of degrees of freedom	Średni kwadrat dla – Mean squares for							
		Wydajności energii z nasion z 1 ha Energy yield from seeds per ha		Wydajności energii ze sruły z 1 ha Energy yield from rapeseed meal per ha		Wydajności energii z 1 ha Energy yield from rapeseed meal per ha		Wydajności energii z 1 ha Energy yield from rapeseed meal per ha	
		liczba JPM w tys. UFL·1000	liczba JPŻ w tys. UFV·1000	wydajność energii (EM) energy yield (ME) (GJ)	liczba JPM w tys. UFL·1000	liczba JPŻ w tys. UFV·1000	wydajność energii (EM) energy yield (ME) (GJ)	liczba JPM w tys. UFL·1000	liczba JPŻ w tys. UFV·1000
1		3	4	5	6	7	8		
lat – years	2	46,81***	40,29***	11546,42***	8,66***	8,61***	965,24***		
odmian – cultivars	2	2,86***	2,46***	707,53***	0,91***	0,91***	106,18***		
lat x odmiany years x cultivars	3								
lat x nawożenie years x fertilization	6	2,56***	2,21***	618,11***	0,64***	0,64***	67,65***		
błąd I – error I	33	0,12	0,10	29,27	0,03	0,03	3,45		
nawożenia – fertilization	2	1,51***	1,30***	362,27***	0,81***	0,80***	91,18***		
odmian x nawożenie cultivars x fertilization	6	0,07*	0,06*	18,16*	0,03**	0,03**	2,93**		
lat x nawożenie years x fertilization	4	0,06	0,05	13,87	0,02	0,02	1,87		
lat x odmiany x nawożenie years x cultivars x fertilization	12	0,10***	0,09***	24,52***	0,03***	0,03***	3,17***		
błąd II – error II	72	0,03	0,02	6,25	0,01	0,01	0,75		
odporności – resistance to cracking	1	0,15*	0,13*	38,41*	0,02	0,02	3,08		
nawożenia x odporność fertilization x resistance to cracking	2	0,03	0,02	7,86	0,004	0,004	0,76		
odmian x odporność cultivars x resistance to cracking	3	0,05	0,05	13,81	0,01	0,01	0,92		

Tabela 29 cd.
Table 29 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8
odmian x nawożenie x odporność cultivars x fertilization x resistance to cracking	6	0,05	0,04	12,02	0,01	0,01	0,85
lat x odporność years x resistance to cracking	2	0,03	0,03	8,53	0,01	0,01	1,58
lat x nawożenie x odporność – years x fertilization x resistance to cracking	4	0,01	0,01	1,60	0,005	0,005	0,61
lat x odmiany x odporność – years x cultivars x resistance to cracking	6	0,02	0,01	4,65	0,01	0,01	0,89
lat x odmiany x nawożenie x odporność years x cultivars x fertilization x resis- tance to cracking	12	0,04	0,03	8,69	0,01	0,01	1,08
błąd III – error III	108	0,03	0,02	6,57	0,01	0,01	0,81

* istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,05$

** istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,01$

*** istotne na poziomie – significant at $\alpha = 0,001$

5.11. Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego

W oleju rzepaku jarego oznaczono zawartość 8 nasyconych i 7 nienasyconych kwasów tłuszczowych (tab. 30). W składzie przeważały kwasy nienasycone o 18 atomach węgla, które są charakterystyczne dla oleju rzepakowego. Analiza statystyczna wykazała współdziałanie lat z odmianami dla 10 kwasów tłuszczowych. Spośród kwasów nasyconych wykazano interakcję dla kwasu heptadekanowego, arachinowego i behenowego, które stanowią jednak niewielki procent, dlatego też w dalszej części nie będą omawiane. Kwasem tłuszczowym występującym w największej ilości jest kwas oleinowy, podstawowy kwas nienasycony współczesnych odmian rzepaku. We wszystkich latach badań kwas oleinowy występował w największej ilości u odmiany Margo, natomiast u pozostałych odmian jego ilość była zmienna w latach. Również Margo charakteryzowała się najniższą we wszystkich latach badań zawartością kwasu linolowego. Zawartość kwasu linolenowego u poszczególnych odmian była zmienna w latach badań. Na uwagę zasługuje bardzo niska zawartość szkodliwego kwasu erukowego, którego zawartość jest wielokrotnie niższa niż dopuszczalne normy dla nasion podwójnie uszlachetnionych (tab. 30).

Średnio pomiędzy odmianami istotne różnice wystąpiły dla większości kwasów tłuszczowych oprócz kwasów kaprynowego, laurynowego, mirystynowego, palmitooleinowego i eikozenowego (tab. 31). Spośród nasyconych kwasów tłuszczowych istotnie mniej kwasu palmitynowego od pozostałych odmian zawierała Margo (o 0,33–0,45%), natomiast istotnie więcej kwasu stearynowego odmiana Heros (o 0,13–0,21%). Spośród kwasów 18-węglowych olej rzepakowy charakteryzuje się wysoką zawartością kwasu oleinowego, zbliżoną do oleju z oliwki. Odmiana Margo zawierała istotnie więcej kwasu oleinowego (o 3,02–3,91%) niż pozostałe odmiany, natomiast miała najmniej kwasu linolowego i linolenowego. Na uwagę zasługuje również najniższa zawartość szkodliwego kwasu erukowego u tej odmiany, wynosząca tylko 0,04%, podczas gdy normy europejskie i krajowe dopuszczają zawartość dochodzącą do 2%. Nawożenie azotem wywarło niewielki wpływ na skład kwasów tłuszczowych, a istotne różnice wystąpiły tylko w stosunku do kwasu elaidynowego, linolowego i erukowego. Pod wpływem nawożenia nastąpił spadek zawartości kwasu elaidynowego o 0,32%, natomiast istotny wzrost kwasu linolowego o 0,39%. Zastosowany preparat sklejający tłuszczyny w żadnym przypadku nie wpłynął istotnie na skład 15 kwasów tłuszczowych, podobnie jak lata badań dla kwasów laurynowego i stearynowego. Zmienne warunki pogodowe w latach badań w największym stopniu kształtowały skład kwasów tłuszczowych. Największe istotne różnice dotyczyły kwasu oleinowego (3,89%), palmitynowego (1,23%), linolowego (1,20%) i linolenowego (1,15%), w pozostałych oznaczanych kwasach różnice wahały się między 0,01% dla kwasu kaprynowego do 1,00% dla kwasu elaidynowego (tab. 31).

W trzyleciu Margo miała najmniej kwasów nasyconych, w tym sumy kwasów palmitynowego i stearynowego, ale najwyższą zawartość kwasów nienasyconych (tab. 32). U pozostałych odmian zawartość kwasów nienasyconych nie była istotnie zróżnicowana. Odmiana Margo zawierała również najmniej N NKW (linolowy+linolenowy), natomiast pozostałe odmiany różniły się istotnie między sobą i najczęściej tych kwasów posiadał olej odmiany Jura, następnie Licosmos i Heros. Nawożenie azotem do 125 kg·ha⁻¹ spowodowało wzrost zawartości N NKW o 0,51%.

Tabela 30
Table 30Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepaku jarego w % (średnie dla współdziałania czynników)
Fatty acids composition (%) of oil from spring rape (means for factors interaction)

Lata Years	Odmiana Cultivars	Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepaku jarego (%) – Fatty acids composition (%) of oil from spring rape														
		C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1 n 7	C17:0	C18:0	C18:1 n 7	C18:1 n 9	C18:2 n 6	C18:3 n 3	C20:0	C20:1 n 9	C22:0	C22:1 n 9
2002	Heros	0,01	0,01	0,07	4,77	0,17	0,04	2,17	2,95	59,42	19,47	9,01	0,55	1,00	0,24	0,10
	Jura	0,01	0,01	0,06	4,68	0,20	0,07	1,86	2,66	59,91	20,30	8,26	0,55	1,08	0,24	0,09
	Licosmos	0,01	0,01	0,06	4,42	0,20	0,05	1,92	2,86	61,92	18,07	8,36	0,60	1,13	0,28	0,09
	Margo	0,01	0,01	0,06	4,38	0,21	0,04	1,88	3,13	62,69	17,31	8,19	0,64	1,09	0,29	0,05
2003	Heros	0,02	0,01	0,08	5,86	0,18	0,02	2,07	4,67	55,65	19,40	10,24	0,51	1,01	0,23	0,03
	Jura	0,02	0,01	0,07	5,76	0,22	0,02	1,96	3,66	56,26	20,88	9,52	0,45	0,96	0,15	0,05
	Licosmos	0,02	0,02	0,09	6,01	0,21	0,03	2,05	3,83	56,66	19,86	9,49	0,46	1,01	0,20	0,05
	Margo	0,02	0,01	0,09	5,53	0,21	0,03	1,92	3,23	59,82	18,41	9,15	0,40	0,95	0,18	0,03
2004	Heros	0,01	0,02	0,08	4,85	0,26	0,05	2,11	4,14	59,52	18,79	7,99	0,53	1,22	0,28	0,13
	Jura	0,01	0,02	0,07	4,97	0,23	0,06	1,90	4,19	55,99	21,06	9,55	0,49	1,13	0,28	0,02
	Licosmos	0,01	0,02	0,07	4,69	0,24	0,08	1,99	3,86	56,26	21,85	9,02	0,51	1,08	0,27	0,04
	Margo	0,01	0,01	0,06	4,22	0,21	0,07	1,94	3,43	61,39	18,27	8,32	0,52	1,20	0,30	0,06
NIR – L,SD ($\alpha=0,05$)		r. n.	r. n.	r. n.	r. n.	0,02	0,01	r. n.	0,33	0,46	0,35	0,04	0,05	0,02	0,02	0,02

Kwasy tłuszczowe – Fatty acids: nasycone – saturated: C16:0 – kaprynowy – capric, C12:0 – laurynowy – lauric, C14:0 – mirystynowy – myristic, C16:0 – palmitynowy – palmitic, C17:0 – heptadecanowy – heptadecanic, C18:0 – stearynowy – stearic, C20:0 – arachinowy – arachic, C22:0 – behenowy – behenic
jednonienasycone – monounsaturated: C16:1 [n-7] – palmitoleinowy – palmitoleic, C18:1 [n-7] – elaidynowy – elaidic, C18:1 [n-9] – oleinowy – oleic, C20:1 [n-9] – eikozenowy – eicosenic, C22:1 [n-9] – erukowy – erucic
wielonienasycone (NNKT) – polyunsaturated fatty acids (PUFA): C18:2 [n-6] – linolowy – linoleic, C18:3 [n-3] – linolenowy – linolenic,
r. n. – różnica nieistotna – no significant difference

Tabela 31
Table 31

Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego w % (średnie dla czynników)
Fatty acids composition (%) of oil from spring rape (means for factors)

Odmiana Cultivars	Nawożenie N Fertilization N (kg·ha ⁻¹)	Lata Years	Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego (%) – Fatty acids composition (%) of oil from spring rape														
			C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1 n 7	C17:0	C18:0	C18:1 n 7	C18:1 n 9	C18:2 n 6	C18:3 n 3	C20:0	C20:1 n 9	C22:0	C22:1 n 9
Heros			0,01	0,02	0,08	5,16	0,20	0,04	2,12	3,92	58,20	19,22	9,08	0,53	1,08	0,25	0,09
Jura			0,01	0,02	0,07	5,14	0,21	0,05	1,91	3,51	57,39	20,75	9,11	0,50	1,06	0,23	0,06
Licosmos			0,01	0,02	0,07	5,04	0,22	0,05	1,99	3,52	58,28	19,93	8,96	0,52	1,08	0,25	0,06
Margo			0,01	0,01	0,07	4,71	0,21	0,05	1,92	3,26	61,30	18,00	8,55	0,52	1,06	0,26	0,04
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)			r.n.	r.n.	r.n.	0,22	r.n.	0,005	0,12	0,16	0,27	0,20	0,16	0,02	r.n.	0,01	0,01
	75		0,01	0,02	0,08	5,08	0,21	0,05	2,02	3,69	58,75	19,29	8,88	0,53	1,06	0,25	0,07
	100		0,01	0,02	0,07	5,01	0,21	0,05	1,98	3,58	58,83	19,44	8,89	0,52	1,07	0,24	0,06
	125		0,01	0,01	0,07	4,94	0,21	0,05	1,95	3,37	58,79	19,68	9,00	0,51	1,08	0,24	0,06
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)			r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,16	r.n.	0,17	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,01
		2002	0,01	0,01	0,06	4,56	0,19	0,05	1,96	2,90	60,99	18,79	8,45	0,59	1,08	0,27	0,08
		2003	0,02	0,01	0,08	5,79	0,20	0,03	2,00	3,85	57,10	19,63	9,60	0,46	0,98	0,19	0,04
		2004	0,01	0,02	0,07	4,68	0,24	0,06	1,99	3,90	58,29	19,99	8,72	0,51	1,16	0,28	0,06
NIR – LSD ($\alpha=0,05$)			0,004	r.n.	0,01	0,19	0,01	0,005	r.n.	0,16	0,23	0,17	0,14	0,02	0,03	0,01	0,01

Oznaczenia jak w tabeli 30 – Symbols, see Table 30

Tabela 32
Table 32Sumy kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego w % (średnie dla czynników)
Sums of fatty acids composition in spring rape oil in % (means for factors)

Odmiana Cultivars	Nawożenie N Fertilization N (kg·ha ⁻¹)	Lata Years	Suma kwasów tłuszczowych (%) – Sums of fatty acids (%)				nienasyconych – unsaturated (UFA)				Stosunek kwasów nienasyconych do nasyconych Ratio of unsaturated to saturated acids	Stosunek C18:2 do C18:3 Ratio C18:2 to C18:3
			nasyconych saturated (SFA)		ogółem total		wieloniena- sycznych (NNKW) polyunsaturated (PUFA)	jednonie- nasyconych monounsa- turated	18- węglow- ych 18 C			
			ogółem total	C16:0 + C18:0	ogółem total	ogółem total						
Heros			8,21	7,28	91,79	28,30	63,49	90,42	11,27	2,13		
Jura			7,92	7,05	92,08	29,86	62,22	90,79	11,69	2,28		
Licosmos			7,96	7,03	92,04	28,88	63,16	90,69	11,68	2,23		
Margo			7,55	6,63	92,45	26,55	65,89	91,11	12,33	2,11		
	NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,36	0,33	0,36	0,31	0,24	0,33	0,49	0,03		
	75		8,03	7,09	91,97	28,18	63,79	90,65	11,60	2,18		
	100		7,90	6,99	92,10	28,33	63,77	90,74	11,73	2,19		
	125		7,80	6,90	92,20	28,69	63,52	90,86	11,89	2,19		
	NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		r.n.	r.n.	r.n.	0,27	0,21	r.n.	r.n.	r.n.		
		2002	7,51	6,52	92,49	27,24	65,24	91,13	12,35	2,22		
		2003	8,58	7,79	91,42	29,24	62,18	90,21	10,72	2,05		
		2004	7,63	6,67	92,37	28,71	63,65	90,91	12,15	2,29		
	NIR – LSD ($\alpha=0,05$)		0,31	0,29	0,31	0,27	0,21	0,29	0,43	0,03		

r. n. – różnica nieistotna – no significant difference

Zawartość kwasów nasyconych i nienasyconych była istotnie zróżnicowana w latach badań. Najwięcej kwasów nasyconych zgromadziły nasiona w 2003 r., w tym kwasów palmitynowego i stearynowego (7,79%), a najmniej kwasów nienasyconych. Rok ten był najkorzystniejszy również dla gromadzenia NNKW. Stosunek kwasu linołowego do linolenowego był najwyższy u odmiany Jura, a następnie – Licosmos. W latach badań układał się on niejednakowo i był najwyższy w 2004 r., a najniższy w 2003 r. (tab. 32).

6. DYSKUSJA

Zmienne warunki pogodowe występujące w czasie prowadzenia doświadczenia wpłynęły w dużym stopniu na rozwój roślin, cechy morfologiczne przed zbiorem, elementy struktury plonu, plon, wydajność tłuszczu surowego i białka ogółem, a także zawartość składników pokarmowych w nasionach i śrucie. Ze względu na duże wymagania wodne rzepaku jarego niedobór opadów rzutuje w istotny sposób na wysokość i jakość plonu nasion. Na wysokie wymagania wodne wskazują prace wielu autorów (Dembiński 1975, 1983, Budzyński i Ojczyk 1996, Toboła i Muśnicki 1999). Pomimo dużych wymagań wodnych nadmiar wilgoci jest dla rzepaku szkodliwy m.in. ze względu na rozwijające się patogeny glebowe. W badaniach własnych stwierdzono nadmierne uwilgotnienie gleby w początkowych etapach wzrostu w 2004 r., efektem czego były słabsze i opóźnione wschody roślin, a także bardzo długi okres wegetacji, wynoszący aż 147 dni. Zróżnicowanie cech morfologicznych, wynikające ze zmiennego przebiegu pogody, wykazało wielu autorów (Kozak 1999, Kotecki i wsp. 1999, 2001a, Markus i wsp. 2002, Jędrzejak i wsp. 2005a). W badaniach własnych wszystkie cechy morfologiczne badane przed zbiorem oraz elementy struktury plonu zależały od zmiennych warunków pogodowych.

Cechy morfologiczne oraz elementy struktury plonu mogą również zmieniać się pod wpływem nawożenia azotem. Ważną cechą morfologiczną decydującą o wysokości plonu nasion jest liczba łuszczyń na roślinie. W badaniach własnych stwierdzono istotny wzrost tej cechy z 96 do 104 łuszczyń pod wpływem zwiększonych dawek azotu. Wielu autorów podkreśla istotny wzrost liczby łuszczyń pod wpływem wzrastającego nawożenia azotem. Kotecki i wsp. (2001a) wykazali wzrost liczby łuszczyń do dawki 150 kg N·ha⁻¹, Jasińska i wsp. (1997) oraz Kozak (1999) do dawki 160 kg N·ha⁻¹, zaś w badaniach Jędrzejak i wsp. (2005a) istotny wzrost tej cechy notowano tylko do dawki 90 kg N·ha⁻¹. Wzrost, ale nieistotny, liczby łuszczyń wykazali także Wójtowicz i Wielebski (1998) oraz Markus i wsp. (2002). Na brak wzrostu liczby łuszczyń na roślinie pod wpływem nawożenia azotem wskazuje też praca Koteckiego i wsp. (1999).

Podobnie jak liczba łuszczyń również liczba nasion uzależniona jest od nawożenia azotem. W badaniach własnych liczba nasion wzrasta do dawki azotu w wysokości 100 kg N·ha⁻¹, a następnie się stabilizuje. Wzrost liczby nasion w łuszczyńie wykazali także Jędrzejak i wsp. (2005a) do dawki 120 kg N·ha⁻¹, zaś w badaniach Jasińskiej i wsp. (1997) oraz Kozaka (1999) do dawki 160 kg N·ha⁻¹. Odmienne wyniki uzyskali Wójtowicz i Wielebski (1998), Kotecki i wsp. (1999, 2001a) oraz Markus i wsp. (2002), którzy nie wykazali istotnego wzrostu tego parametru pod wpływem zwiększającego się nawożenia azotem.

Istotnym elementem struktury plonu rzepaku, a jednocześnie silnie zmieniającym się, jest masa 1000 nasion. W badaniach własnych masa 1000 nasion wzrastała istotnie tylko do dawki 100 kg N·ha⁻¹, a następnie się stabilizowała. Cecha ta wzrastała również w badaniach Cheema i wsp. (2001) do dawki 90 kg N·ha⁻¹, u Koteckiego i wsp. (2001a) – do 120 kg N·ha⁻¹, a według Jasińskiej i wsp. (1997) i Kozaka (1999) – do dawki 160 kg N·ha⁻¹. Savenkov (1993) oraz Jędrzejak i wsp. (2005a) uzyskali odmienne wyniki i nie stwierdzili istotnego wzrostu tej cechy morfologicznej, zaś Kotecki i wsp. (1999) wykazali tendencję do obniżki masy 1000 nasion.

Azot jest najważniejszym makroelementem wpływającym nie tylko na wysokość plonu, ale także na jego jakość. Na wysokie zapotrzebowanie na ten pierwiastek wskazują badania wielu autorów (Löff 1972, Budzyński 1986, Muśnicki 1989, Mercik 1997, Tobała i Muśnicki 2000), a Fotyma i wsp. (1992) wykazali, że pobranie azotu przypadające na 100 kg nasion + słoma jest niemal dwukrotnie większe niż w przypadku zbóż, przy czym zwyczajki plonów nasion w przeliczeniu na 1 kg N są dwukrotnie wyższe niż z 1 kg P₂O₅ i 3–4-krotnie wyższe jak z 1 kg K₂O. Wysokość nawożenia azotem zależy od wielu czynników, takich jak przedplon, zasobność gleby w składniki pokarmowe i wiele innych. W badaniach własnych plon nasion istotnie wzrastał pod wpływem wyższych dawek nawozów azotowych do najwyższej dawki 125 kg N·ha⁻¹. Na ogół potwierdziły się badania wielu autorów o roli azotu w kształtowaniu plonu nasion, jednak wyniki dotyczące optymalnej dawki azotu dla rzepaku jarego nie są jednoznaczne. Sykes i Mailer (1991) uważają, że dla tej formy rzepaku wystarczające są niskie dawki, dochodzące tylko do 75 kg N·ha⁻¹, gdyż dalsze zwiększanie dawek N powoduje co prawda zwiększone plony nasion, ale są one ekonomicznie nieuzasadnione. W badaniach polskich Tobała i Muśnicki (2000) wykazali w stanowisku po zbożu optymalną ekonomiczną dawkę w wysokości 70 kg N·ha⁻¹, zaś Dembiński (1975, 1983) stwierdza, że dawka 80 kg N·ha⁻¹ jest wystarczająca, ale po roślinach okopowych, podczas gdy po zbożach zaleca dawkę azotu w wysokości 120 kg·ha⁻¹. Podobne dawki w granicach 90–120 kg N·ha⁻¹ zalecają Budzyński i Ojczyk (1996), Kolnik i Zubal (1998), Budzyński i Jankowski (2000), Šidlauskas (2000), Cheema i wsp. (2001), Šidlauskas i Bernotas (2003), Velička (2003). Na większe zapotrzebowanie na azot w granicach 120–160 kg N·ha⁻¹ wskazują prace Good i wsp. (1995), Jasińskiej i wsp. (1997), Wójtowicza i Wielebskiego (1998), Kozaka (1999), Ojczyk i Jankowskiego (1999), Budzyńskiego i wsp. (2000), Koteckiego i wsp. (2001a), Saleema i wsp. (2001), Budzyńskiego i Jankowskiego (2003), Oзера (2003b). W badaniach Jędrzejak i wsp. (2005a), pomimo wzrostu plonu nasion do dawki 150 kg N·ha⁻¹, opłacalny plon uzyskano jedynie do dawki 120 kg N·ha⁻¹. Wielu autorów podkreśla, że reakcja na wzrastające nawożenie azotem jest zmienna w zależności od właściwości odmianowych i przebiegu pogody. W nielicznych pracach stwierdza się brak istotnych różnic w plonie nasion pod wpływem wzrostu nawożenia azotem (Kotecki i wsp. 1999).

Łuszczyny rzepaku są podatne na pęknięcie, efektem czego są straty nasion. W piśmiennictwie dotyczącym strat spowodowanych osypywaniem nasion przeważają publikacje odnoszące się do tej formy. Aby zmniejszyć straty nasion, stosuje się substancje chemiczne, które obniżają podatność łuszczyn na pęknięcie. Do nich należy m.in. preparat Spodnam, który tworząc na łuszczynach półprzepuszczalną błonę, zapobiega pobieraniu wody z zewnątrz, przyczyniając się do ograniczenia pęknięcia łuszczyn. Szot

i wsp. (1991) stwierdzili wzrost nawet do 40% wytrzymałości łuszczyzn na pęknięcie różnych odmian rzepaku ozimego pod wpływem zastosowanego Spodnamu. Również korzystne działanie preparatu Spodnam, zwiększające odporność łuszczyzn na pęknięcie, wykazali Szot i Tys (1991). Zastosowany w rzepaku ozimym preparat Spodnam spowodował u odmiany Ceres najmniejsze straty nasion w granicach 25–70 kg·ha⁻¹, podczas gdy straty nasion u odmiany Bolko dochodziły do 430 kg·ha⁻¹. Korzystne działanie preparatu Spodnam lub o podobnym działaniu Nu-Film 96 EC stwierdzili także Borkowski (1996, 1997), Wałkowski (2001, 2002), Wałkowski i wsp. (2006), którzy wykazali ograniczenie pęknięcia łuszczyzn nawet do 20%. W badaniach własnych, dla formy jarej rzepaku, udowodniono niewielki, ale korzystny wpływ zastosowanego preparatu Spodnam, który spowodował wzrost plonu nasion, lecz tylko o 1,5%.

Zawartość tłuszczu surowego i białka ogółem w nasionach jest silnie zróżnicowana w latach badań, co świadczy o dużym wpływie warunków klimatycznych występujących w okresie wykształcania i dojrzewania nasion. Wielu autorów podkreśla wpływ właściwości odmianowych, modyfikowanych przez warunki wilgotnościowo-termiczne i nawożenie azotem na ilość tłuszczu surowego i białka ogółem (May i wsp. 1994, Adomas 2003a, Kotecki i wsp. 2004, 2005, Jędrzejak i wsp. 2005a, Wałkowski i wsp. 2006). Stopniowanie dawek azotu powoduje wzrost w nasionach zawartości białka ogółem kosztem tłuszczu surowego (Budzyński 1986, Kozak 1999, Kotecki i wsp. 1999, 2001b, Butkutė i wsp. 2000, Velička 2003, Jędrzejak i wsp. 2005a). W badaniach własnych stwierdzono istotny wpływ zwiększającego się nawożenia azotem z 75 do 125 kg·ha⁻¹ na wzrost zawartości w nasionach białka ogółem od 22,6% do 23,5% przy spadku zawartości tłuszczu surowego od 43,0% do 41,7%.

Wyhodowanie i wprowadzenie do uprawy podwójnie ulepszonych odmian rzepaku zmieniło przeznaczenie oleju i śrutę i dlatego też olej rzepakowy stał się obecnie podstawowym tłuszczem roślinnym stosowanym w żywieniu człowieka, a śruta rzepakowa stanowi ważny składnik paszy treściwej. Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego, w którym przeważają kwasy tłuszczowe o 18 atomach węgla, powoduje, że uważany jest za jeden z najlepszych olejów roślinnych (Okolska i Ziemiański 1989a, Ackman 1990, Drozdowski 1996, Krzymański i Wałkowski 1998). Podstawowymi kwasami tłuszczowymi oleju rzepakowego są kwasy nienasycone występujące w następującej ilości: oleinowy (ok. 60%), linolowy (ok. 20%) i linolenowy (ok. 10%). Ze względu na wyższą zawartość w oleju rzepakowym niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKW), tj. kwasu linolowego i linolenowego, wywiera on silne działanie przeciwmiażdżycowe i znacznie obniża w osoczu krwi zawartość cholesterolu całkowitego, a szczególnie jego szkodliwej formy (LDL).

Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego zależy od układu warunków wilgotnościowo-termicznych, czynnika genetycznego i warunków agrotechnicznych. Kotecki i wsp. (2001b) wykazali, że skład kwasów tłuszczowych oleju pięciu odmian rzepaku jarego zależy od zmiennych warunków pogody w latach badań oraz czynnika genetycznego, natomiast w małym stopniu różnicuje się pod wpływem nawożenia azotem. Butkutė i wsp. (2000) stwierdzili zaś, że jednocześnie ze wzrostem dawek azotu następuje zwiększenie zawartości kwasu palmitynowego, linolowego i eikozenowego, podczas gdy zawartość kwasu oleinowego i linolenowego się obniżała. W badaniach Jędrzejak i wsp. (2005b) wzrost nawożenia azotem z 60 do 120 kg·ha⁻¹ powoduje

istotny wzrost zawartości kwasu palmitynowego, stearynowego, linolowego i linolenowego przy spadku zawartości kwasu oleinowego. Stosowanie herbicydów może wpływać na profil kwasów tłuszczowych, co stwierdzono w badaniach Murawy i wsp. (1997), Warmińskiego i wsp. (2001), Rotkiewicz i wsp. (2001) oraz Adomas (2003a,b).

Badania własne wykazały niewielki wpływ nawożenia azotem na skład kwasów tłuszczowych, natomiast profil kwasów tłuszczowych był silnie zróżnicowany przez przebieg pogody w latach badań oraz właściwości odmianowe.

Oprócz składu kwasów tłuszczowych oleju istotne znaczenie dla celów konsumpcyjnych ma ich odpowiednia proporcja. Na uwagę zasługują NNNK, do których należą kwasy: linolowy i linolenowy. W oleju sojowym, słonecznikowym, kukurydzianym czy krokoszowym stosunek ilościowy kwasu linolowego do linolenowego jest zbyt wysoki i wynosi 15–20:1, co może wpłynąć niekorzystnie na zdrowie człowieka (Simopoulos 1999, 2002, Ziemiański 2001, Szostak 2005.). Wielu autorów podkreśla, że przy prawidłowym żywieniu stosunek kwasu linolowego do linolenowego powinien mieścić się w przedziale 3-6:1 (Krzymański 1993a,b, Drozdowski 1996, Kunachowicz i wsp. 2005). Powszechnie stosowany w żywieniu człowieka olej rzepakowy charakteryzuje się nieco niższym niż zalecenia stosunkiem kwasu linolowego do linolenowego, wynoszącym 2–3:1, ale według żywieniowców stanowi on „idealną mieszankę dla zdrowia, odżywiania i żywności” (Ackman 1990). Podobne proporcje kwasu linolowego do linolenowego w oleju rzepakowym, wynoszące 2–3:1, przytacza wielu autorów (Murawa i wsp. 2000, Kotecki i wsp. 2001b, Jędrzejak i wsp. 2005b, Smulikowska i Pastuszewska 2005). W badaniach własnych uzyskano podobne proporcje dotyczące tych nienasyconych kwasów. Odmiana Jura charakteryzowała się najwyższym stosunkiem kwasu linolowego do linolenowego, wynoszącym 2,28:1, następnie Licosmos – 2,23:1, a u odmian Heros i Margo wartości liczbowe nie różniły się istotnie.

7. WNIOSKI

Wyniki badań przeprowadzonych na terenie Nizy Dolnośląskiego w okolicy Wrocławia pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Warunki w czasie wegetacji modyfikowały rozwój roślin, ich cechy morfologiczne oraz elementy struktury. Wysokie opady w marcu 2004 r., w stosunku do pozostałych lat, spowodowały wyraźne opóźnienie wschodów i kolejnych faz rozwojowych oraz wydłużyły wegetację roślin. W tym roku rośliny zawiązywały I rozgałęzienie niżej niż w pozostałych latach oraz miały najniższą liczbę łuszczyń, natomiast liczba rozgałęzień i masa 1000 nasion była najwyższa.

2. Cechy morfologiczne roślin przed zbiorem i elementy struktury plonu zależały od właściwości odmian oraz ich zmiennej reakcji na warunki doświadczeń. Odmiana Margo cechowała się najwyższą wysokością roślin i była najbardziej rozgałęziona.

3. Rozwój roślin i ich morfologia kształtowane były przez nawożenie azotem. Nawożenie azotem w dawce $125 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N spowodowało, że rośliny były najwyższe, a także wykształciły najwyższą liczbę łuszczyń oraz najwyższą masę nasion z łuszczyń.

4. Plonowanie rzepaku jarego, wydajność tłuszczu surowego, wydajność białka ogółem i białka w śrucie poekstrakcyjnej zależały od współdziałania odmian z nawożeniem azotem. Spośród analizowanych odmian najwyższym plonem nasion i tłuszczu cechowały się odmiany Jura i Heros, dla których wystarczające okazało się nawożenie $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Spodnam miał niewielki korzystny wpływ na plon nasion i wydajność tłuszczu surowego.

5. Warunki pogodowe, właściwości odmian oraz poziom nawożenia azotem kształtowały zawartość tłuszczu i białka. Pod względem koncentracji tłuszczu w nasionach wyróżniała się odmiana Heros, zaś białka odmiana Margo. Nawożenie azotem w zastosowanych dawkach powodowało obniżenie zawartości tłuszczu, a wzrost koncentracji białka.

6. Wydajność energii z nasion i śruty mierzona liczbą JPM (jednostek paszowych produkcji mleka), JPŻ (jednostek paszowych produkcji żywca) oraz energii dla trzody chlewnej (EM) zależała od współdziałania warunków pogodowych w latach z odmianami i od współdziałania odmian z nawożeniem azotem.

7. Wydajność energii z nasion i śruty rzepakowej zależała od odmiany, nawożenia azotem i przebiegu pogody w latach badań. Śruta odmiany Jura charakteryzowała się najlepszymi parametrami jakościowymi. Wszystkie odmiany reagowały korzystnie na nawożenie azotem, zwiększając wydajność JPM, JPŻ i energii dla trzody.

8. Najwięcej NNKT (niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych) zawierał olej odmiany Jura, natomiast najmniej tych kwasów stwierdzono w oleju odmiany Margo. Stosunek zawartości kwasu linolowego do linolenowego był najwyższy u odmiany Jura, zaś najmniej korzystny u Margo.

8. PIŚMIENICTWO

- Ackman R.G. 1990. Canola fatty acid – An ideal mixture for health, nutrition and food use. W: Canola and rapeseed: production, chemistry, nutrition and processing technology. Ed. F. Shahidi, Van Nostrand Reinhold, New York, 81–98.
- Adamczewski K., Matysiak K. (tłum.) 2005. Klucz do określania faz rozwojowych roślin jedno- i dwuliściennych w skali BBCH. IOR, PIORiN, Główny Inspektorat, Poznań, wyd. II.
- Adomas B. 2003a. Skład kwasów tłuszczowych w oleju nasion rzepaku jarego w zależności od stosowanych herbicydów. Rośl. Oleiste - Oilseed Crops, XXIV, 1, 209–222.
- Adomas B. 2003b. 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, Olsztyn, z. 75.
- Alexander J.W. 1998. Immunonutrition: The role of ω -3 fatty acids. Nutrition, 14, 627–633.
- Baucells M.D., Crespo N., Barroeta A.C., López-Ferrer S., Grashorn M.A. 2000. Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. Poultry Sci., 79, 51–59.
- Blecharczyk A., Małecka I. 2000. Wpływ zmianowania, monokultury oraz nawożenia organicznego i mineralnego na plonowanie rzepaku jarego. W: Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy. Red. W. Grzebisz. Wyd. AR Poznań, 185–190.
- Bobrzecka D., Krauze A., Przeździecki Z., Żórawski A. 1973. Wpływ nawożenia mineralnego na skład kwasów tłuszczowych w oleju rzepaku jarego i ozimego. Roczn. Nauk Rol., A, 99, 4, 71–84.
- Borkowski P. 1996. Spodnam 555 SC w rzepaku i grochu. Agrochemia, 6(414), 22–23.
- Borkowski P. 1997. Jak zwiększyć opłacalność rzepaku? Agrochemia, 6(426), 22.
- Brand T.S., van der Merwe G.D., Young D. 2001. Full-fat canola as protein source in diets for finishing lambs. Small Rumin. Res., 41, 235–238.
- Budzyński W. 1986. Studium nad wpływem niektórych czynników agrotechnicznych na zimowanie i plonowanie odmian podwójnie uszlachetnionego rzepaku ozimego. Acta Acad. Agricult. Tech. Olszt., Agricultura, 41, suppl. B, 3–56.
- Budzyński W., Jankowski K. 2000. Wpływ azotu na plonowanie rzepaku w warunkach zróżnicowanej ochrony przed szkodnikami. W: Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy. Red. W. Grzebisz. Wyd. AR Poznań, 99–120.

- Budzyński W., Jankowski K. 2003. Poziom agrotechniki a struktura i plon nasion rzepaku jarego. Biul. IHAR, 228, 161–174.
- Budzyński W., Jankowski K., Zielonka R. 2000. Efektywność nawożenia azotem rzepaku jarego w różnych warunkach ochrony przed szkodnikami. Cz. I. Nawożenie i ochrona a plon nasion. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops, XXI, 2, 513–527.
- Budzyński W., Ojczyk T. 1996. Rzepak produkcja surowca olejarskiego. Wyd. AR-T Olsztyn.
- Butkutė B., Mašauskienė A., Šidlauskas G., Sliesaravičienė L. 2000. The effect of agronomic factors and growth conditions on protein and fat content in the seed of spring oilseed rape and on the variation of fatty acids. Žemdirbystė. Mokslo darbai, 70, 160–175.
- Cheema M.A., Malik M.A., Hussain A., Shah S.H., Basra S.M.A. 2001. Effects of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growth and the seed and oil yield of canola. (*Brassica napus* L.). J. Agron. Crop Sci., 186, 103–110.
- Cichocka A. 2003a. Dieta śródziemnomorska w profilaktyce choroby niedokrwiennej serca. Przem. Spoż., 11, 20–21.
- Cichocka A. 2003b. Dieta śródziemnomorska dla osób po zawale serca. Przem. Spoż., 12, 38–40.
- Daniewski M., Jacórzynski B., Mielniczuk E., Pawlicka M., Balas J. 1998. Kwasy tłuszczowe w margarynach krajowych produkowanych w latach 1996 i 1997. Przem. Spoż., 12, 57–59.
- de Lorgeril M., Salen P. 2002. Fish and n-3 fatty acids for the prevention and treatment of coronary heart disease: nutrition is not pharmacology. Am. J. Med., 112, 316–319.
- de Lorgeril M., Salen P., Laporte F., de Leiris J. 2001. Alpha-linolenic acid in the prevention and treatment of coronary heart disease. Eur. Heart J. Supplements, 3, (Suppl D), D26-D32.
- de Lorgeril M., Salen P., Martin J-L., Mamelle N., Monjaud I., Touboul P., Delaye J. 1996. Effect of a mediterranean type of diet on the rate of cardiovascular complications in patients with coronary artery disease. Insights into the cardioprotective effect of certain nutriments. J. Am. Coll. Cardiol., 28, 5, 1103–1108.
- de Lorgeril M., Salen P., Martin J-L., Monjaud I., Delaye J., Mamelle N. 1999. Mediterranean diet, traditional risk factors, and the rate of cardiovascular complications after myocardial infarction. Final report of the Lyon diet heart study. Circulation, 99(6), 779–785.
- Dembińska H. 1970. Wpływ wiosennych okresowych niedoborów wody na rozwój i strukturę plonu rzepaku ozimego przy różnych sposobach dawkowania azotu. Rocz. Nauk Rol., A, 97(1), 33–47.
- Dembiński F. 1975. Rośliny oleiste. PWRiL, Warszawa.
- Dembiński F. 1983. Jak uprawiać rzepak i rzepik. PWRiL, Warszawa.
- 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. Pamięt. Puł., 25, 241–250.

- Dembiński F., Krasnodębski P., Orłowska T. 1967b. Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego w zależności od odmiany, środowiska oraz pory siewu i sprzętu. *Pamięt. Puł.*, 25, 5–23.
- Dobrzański B., Zawadzki S. 1995. *Gleboznawstwo. Podręcznik dla studentów akademii rolniczych.* PWRiL, Warszawa, ss. 562.
- Drozdowski B. 1996. Charakterystyka ogólna tłuszczów jadalnych. W: *Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności.* Red. Z.E.Sikorski. WNT, Warszawa, 234–244.
- Dyrektywa 2003/30/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 8 maja 2003 roku. http://www.kape.gov.pl/PL/Programy/Programy_UniiEuropejskiej/IE/2003_30_WE_pol.pdf
- Elandt R. 1964. *Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczeń rolniczego.* PWN, Warszawa.
- Fotyma E., Fotyma M., Pietrasz-Kęsik G. 1992. Wykorzystanie azotu z nawozów przez rośliny uprawy polowej. *Pamięt. Puł.*, 101, 7–34.
- Giedroń B. 1958. Gleby gospodarstwa doświadczalnego Pawłowice Wielkie. *Zesz. Nauk. WSR Wroc.*, 17, 51–68.
- Good A.J., Hocking P.J., Pinkerton A., Colton R.T. 1995. Canola responds to nitrogen and sulphur in New South Wales. *Proc. 9th Intern. Rapeseed Congress, Cambridge*, 1, 223–225.
- Harper Ch.R., Jacobson T.A. 2005. Usefulness of omega-3 fatty acids and the prevention of coronary heart disease. *Am. J. Cardiol.*, 96, 1521–1529.
- Hawrysh Z.J. 1990. Stability of canola oil. W: *Canola and rapeseed: production, chemistry, nutrition and processing technology.* Ed. F. Shahidi, Van Nostrand Reinhold, New York, 99–122.
- Heimann S. 2007. Lista opisowa odmian. *Rośliny rolnicze*, 2, COBORU Słupia Wielka.
- Holmes M.R.J., Bennett D. 1979. Effect of nitrogen fertiliser on the fatty acid composition of oil from low erucic acid rape variety. *J.Sci. Food Agric.*, 30, 264–266.
- Jasińska Z., Kotecki A., Kozak M. 1997. Wpływ następczy roślin strączkowych i nawożenia azotem na rozwój i plon rzepaku jarego. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XVIII, 1, 199–208.
- Jeffery N.M., Newsholme E.A., Calder P.C. 1997. Level of polyunsaturated fatty acids and the n-6 to n-3 polyunsaturated fatty acid ratio in the rat diet alter serum lipid levels and lymphocyte functions. *Prostagl., Leuk. EFA.*, 57(2), 149–160.
- Jelińska M. 2005. Kwasy tłuszczowe – czynniki modyfikujące procesy nowotworowe. *Biul. Wydz. Farm. AMW*. 1, <http://farm.amwaw.edu.pl/~axzimni/biuletyn/0501Jelinska/0Jelinska.html>
- Jerzewska M., Ptasznik S. 2000. Ocena występujących na rynku krajowym olejów rzepakowych pod względem zmienności kwasów tłuszczowych. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXI, 2, 557–568.
- Jędrzejak M., Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2005a. I. Wpływ zróżnicowanych dawek azotu na rozwój i plonowanie rzepaku jarego. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXVI, 1, 125–138.

- Jędrzejak M., Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2005b. II. Wpływ zróżnicowanych dawek azotu na profil kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego jarego. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXVI, 1, 139–148.
- Kaczorowska Z. 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. *Pr. Geog.*, 33, 112.
- Kolnik B., Zubal P. 1998. Vplyv termínu výsevu, dusíkatého hnojenia a výsevku na úrodu jarnej repky (*Brassica napus* L.). *Rostl. Vyr.*, 44(4), 163–166.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 1999. Wpływ zabiegów ochrony roślin, nawożenia azotem i gęstości siewu na rozwój i plonowanie rzepakowego jarego. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XX, 2, 643–652.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2001a. Wpływ nawożenia azotem na rozwój i plonowanie pięciu odmian rzepakowego jarego. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXII, 1, 69–80.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W., Aniołowski K. 2001b. Wpływ nawożenia azotem na skład chemiczny nasion pięciu odmian rzepakowego jarego. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXII, 1, 81–90.
- Kotecki A., Kozak M., Malarz W. 2004. Wpływ zróżnicowanego poziomu agrotechniki na rozwój i plonowanie odmian rzepakowego ozimego. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXV, 1, 97–107.
- Kozak M. 1999. Wpływ przedplonów i nawożenia azotem na rozwój i plonowanie rzepakowego. Cz. II. Następczy wpływ grochu i bobiku na rozwój i plonowanie rzepakowego. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Rol.*, LXXIV, 27–43.
- Krygier K., Ratusz K., Wroniak M. 1998. Charakterystyka oleju rzepakowego tłoczzonego na zimno. *Przem. Spoż.*, 2, 10–12.
- Krzymański J. 1993a. Osiągnięcia i nowe perspektywy prac badawczych nad roślinami olejnymi w Polsce. *Post. Nauk Rol.*, 5, 7–14.
- Krzymański J. 1993b. Możliwości pełniejszego wykorzystania wartości rzepakowego podwójnie ulepszonego. *Post. Nauk Rol.*, 6, 161–166.
- Krzymański J., 2005. Nieżywnościowe wykorzystanie rzepakowego. W: *Technologia produkcji rzepakowego*. Red. Cz. Muśnicki, I. Bartkowiak-Broda, M. Mrówczyński. Wyd. „Wieś Jutra”, Warszawa, 34–39.
- Krzymański J., Wałkowski T. 1998. Hodowla nowych odmian rzepakowego ozimego o podwójnie ulepszonej jakości. *Przem. Spoż.*, 2, 5–7.
- Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K. 2005. Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa, 167–183.
- Lewis N.M., Seburg S., Flanagan N.L. 2000. Enriched eggs as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids for humans. *Poult. Sci.*, 79, 971–974.
- Markus J., Ostrowska D., Łoboda T., Pietkiewicz S., Lewandowski M. 2002. Reakcja rzepakowego jarego odmiany Star na gęstość siewu i nawożenie mineralne. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXIII, 1, 129–139.
- May W.E., Hume D.J., Hale B.A. 1994. Effects of agronomic practices on free fatty acid levels in the oil of Ontario-grown spring canola. *Can. J. Plant Sci.*, 74, 267–274.
- Mercik S. 1997. Nawożenie i jego wpływ na plonowanie roślin oraz na środowisko glebowe. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 439, 97–102.

- Migdał W., Borowiec F., Pyś J.B., Koczanowski J., Barteczko J., Furgał K. 2001. Wpływ udziału pełnotłustej śruty sojowej, rzepakowej lub arachidowej w mieszankach pełnodawkowych dla tuczników na profil kwasów tłuszczowych i poziom cholesterolu w mięśniach szynki i schabu. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXII, 1, 191–206.
- Murawa D., Adomas B., Bowszys T. 1996. Jakość nasion podwójnie ulepszonych odmian rzepaku jarego w zależności od stosowanych herbicydów. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XVII, 2, 367–375.
- Murawa D., Adomas B., Rotkiewicz D. 1997. Olej i białko nasion rzepaku jarego ze zbioru 1996 w zależności od stosowanych herbicydów. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XVIII, 2, 407–413.
- Murawa D., Warmiński K., Pykało I. 2000. Skład kwasów tłuszczowych oleju z nasion rzepaku jarego w zależności od stosowanych herbicydów. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXI, 3, 819–825.
- Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w zmiennych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. *Rocz. AR Poznań, Rozpr. Nauk.*, 191, 3–154.
- Muśnicki Cz., Tobała P., Muśnicka B. 1999. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych na jakość plonu rzepaku ozimego. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XX, 2, 459–469.
- Normy żywienia świń. Wartość pokarmowa pasz. 1993. PAN, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt. Wyd. Omnitech Press, Warszawa, 1–87.
- Nowak W., Sowiński J. 1995. Zmiany odczynu oraz zawartości niektórych składników gleby podczas wegetacji buraka cukrowego. *Zesz. Nauk. AR Wroc. Roln.*, LXIII, 262, 55–66.
- Nowak W., Sowiński J. 1996. Zmiany zawartości węgla organicznego, azotu ogólnego i mineralnego w glebie w czasie wegetacji buraka cukrowego. *Zesz. Nauk. AR Szczec. 172, Roln.*, 62, 405–412.
- Ojczyk T., Jankowski K. 1999. The effect of nitrogen fertilization on yield of protected and unprotected spring rape. *Proc. 10th Intern. Rapeseed Congress, Canberra, CD-ROOM*.
- Okolska G., Ziemiański Ś. 1989a. Zalecenia w zakresie racjonalnego spożycia tłuszczów. Cz. I. Badania populacyjne i kliniczne, rola jednonienasyconych kwasów tłuszczowych. *Rocz. PZH, XL*, 2, 89–99.
- Okolska G., Ziemiański Ś. 1989b. Aktualne zalecenia w zakresie racjonalnego spożycia tłuszczu. Cz. II. Znaczenie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 i n-3 oraz zalecenia ogólne. *Rocz. PZH, XL*, 3, 178–187.
- Ozer H. 2003a. The effect of plant population densities on growth, yield and yield components of two spring rapeseed cultivars. *Plant Soil Environ.*, 49(9), 422–426.
- Ozer H. 2003b. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. *Europ. J. Agron.*, 19, 453–463.
- Pastuszewska B. 1992. Rzepak w żywieniu zwierząt. Omnitech Press, Warszawa.
- Primorac Lj., Mandić M.L., Klapac T., Folivarski K., Perl A., Kenjerić D. 2003. Fat and fatty acids intake of adults in eastern Croatia. *Nutr. Res.*, 23, 1453–1461.
- Radomski Cz. 1987. *Agrometeorologia*. PWN, Warszawa.

- Rosiak E., Krzemiński M., Sabarański W., Wigier M., Zdziarska T. 2007. Rynek rzepaku stan i perspektywy, 32. Wyd. IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Rotkiewicz D., Murawa D., Konopka I., Warmiński K. 2001. Wartość technologiczna nasion rzepaku jarego traktowanego różnymi kombinacjami środków ochrony roślin. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXII, 1, 291–302.
- Rudko T. 1995. Chemical preparations affecting the resistance of rape siliques to cracking. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 427, 19–26.
- Rudko T. 2000. Próba zastosowania testu zginania do oceny podatności łuszczyń rzepaku jarego na pękanie. *Acta Agrophys.*, 37, 193–198.
- Rudko T. 2001. Wpływ skrobi ziemniaczanej na ograniczenie pęknięcia łuszczyń rzepaku jarego. *Inż. Rol.*, 10(30), 297–302.
- Rudko T. 2002. Próba zastosowania skrobi do ograniczenia podatności łuszczyń rzepaku na pękanie. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXIII, 1, 113–118.
- Ryś R., Pisulewski P., Strzetelski J., Antoniewicz A., Chomyszyn M., Stasiniewicz T., Kowalski M., Żebrowska T. 1997. Normy żywienia bydła, owiec i kóz. Wartość pokarmowa pasz dla przeżuwaczy. IZ Kraków, ss. 213.
- Saleem M., Cheema M.A., Malik M.A. 2001. Agro-economik assessment of canola planted under different levels of nitrogen and row spacing. *IJAB*, [http://www.ijab.org\(2001\)](http://www.ijab.org(2001))
- Savenkov V.P. 1993. Fertilizer application for spring rape. *Agrochimija*, 5, 39–44.
- Schmuck A. 1957. Regiony termiczne województwa wrocławskiego. *Czas. Geog.*, XXVIII/3–4, 273–285.
- Schmuck A. 1960. Rejonizacja pluwiotermiczna Dolnego Śląska. *Zesz. Nauk. WSR Wroc. Melior.*, V, 27, 3–15.
- Simopoulos AP. 1999. Essential fatty acids in health and chronic disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, 70, 3, 560S–569S.
- Simopoulos A. 2000. Symposium: role of poultry products in enriching the human diet with n-3 PUFA. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. *Poult. Sci.*, 79, 961–970.
- Simopoulos A. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacother.*, 56, 365–379.
- Siscovick D.S., Lemaitre R.N., Mozaffarian D. 2003. The fish story. A diet-heart hypothesis with clinical implications: n-3 polyunsaturated fatty acids, myocardial vulnerability, and sudden death. *Circulation*, 107, 2632–2634.
- Smulikowska S., Nguyen C.V. 2003. Przydatność paszowa nasion i wyłoków rzepakowych w żywieniu drobiu i świń i ich wpływ na jakość produktów zwierzęcych. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXIV, 1, 11–22.
- Smulikowska S., Pastuszewska B. 2005. Rzepak w żywieniu zwierząt. W: *Technologia produkcji rzepaku*. Red. Cz. Muśnicki, I. Bartkowiak-Broda, M. Mrówczyński, Wyd. „Wież Jutra”, Warszawa, 26–33.
- Stępniewski A., Szot B., Sosnowski S. 2003. Uszkodzenia nasion rzepaku w pobiorowym procesie obróbki. *Acta Agrophys.*, 2(1), 195–203.
- Sykes J.D., Mailer R.J. 1991. The effect of nitrogen on yield and quality of canola. *Proc. 8th Intern. Rapeseed Congress*, Saskatoon, 2, 554–557.

- Szostak W.B. 2005. Olej rzepakowy w żywieniu człowieka. W: Technologia produkcji rzepaku. Red. Cz. Muśnicki, I. Bartkowiak-Broda, M. Mrówczyński. Wyd. „Wiś Jutra”, Warszawa, 22–25.
- Szot B., Grochowicz M., Tys J., Szpryngiel M. 1991. Technologia zbioru rzepaku. Instrukcja wdrożeniowa. PAN IA, Lublin s. 41.
- Szot B., Rudko T., Tys J. 1994. Odporność różnych odmian i rodów rzepaku ozimego na pęknięcie. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops, XV, 1, 121–126.
- Szot B., Tys J. 1988. Badania cech wytrzymałościowych łuszczyń niektórych odmian rzepaku jarego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 351, 127–131.
- Szot B., Tys J. 1991. The influence of the Spodnam DC preparation on agrophysical properties of rape silique and seed losses at maturation and harvest. Proc. 8th Intern. Rapeseed Congress, Saskatoon, 4, 1272–1276.
- Szot B., Tys J. 2003. Straty ilościowe i jakościowe nasion rzepaku powodowane terminem zbioru. Acta Agrophys., 2(1), 205–211.
- Šidlauskas G. 2000. The influence of stand density, nitrogen rates and timing on spring oilseed rape (*Brassica napus*) seed, protein and fat yield. Žemdirbystė. Mokslo darbai, 69, 14–32.
- Šidlauskas G., Bernotas S. 2003. Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). Agron. Res., 1(2), 229–243.
- Toboła P., Muśnicki Cz. 1999. Zmienność plonowania jarych roślin oleistych z rodziny krzyżowych. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops, XX, 1, 93–100.
- Toboła P., Muśnicki Cz. 2000. Efektywność nawożenia rzepaku jarego azotem. W: Zbilansowane nawożenie rzepaku. Aktualne problemy. Red. W. Grzebiś. Wyd. AR Poznań, 191–195.
- Toboła P., Muśnicki Cz. 2003. Wpływ wzrastających dawek nawożenia azotem na plonowanie rzepaku jarego. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops, XXIV, 1, 121–130.
- Tomaszewska Z. 1964. Badania morfologiczne i anatomiczne łuszczyń kilku odmian rzepaku i rzepiku ozimego oraz przyczyny i mechanizm ich pęknięcia. Hod. Rośl. Aklim. Nas., 8, 2, 147–180.
- Tys J. 1995. Causes of rape seed shedding. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 427, 7–11.
- Tys J. 1997a. Czynniki kształtujące właściwości agrofizyczne rzepaku. Acta Agrophys., 6, 1–73.
- Tys J. 1997b. Maksymalne parametry mechaniczne osiągnięte przez łuszczyń rzepaku. Rośl. Oleiste – Oilseed Crops, XVIII, 1, 139–148.
- Tys J., Jackowska I., Rybacki R. 2006. Wartość technologiczna nasion różnych odmian rzepaku ozimego przeznaczonych na biopaliwa. Acta Agrophys., 8(4), 1017–1030.
- Tys J., Rudko T., Szot B. 1988. Ocena zmienności cech wytrzymałościowych łuszczyń rzepaku podczas dojrzewania i zbioru. Zesz. Probl. IHAR, Rośl. Oleiste. Wyniki badań za rok 1988, cz. II, 261–270.
- Tys J., Rybacki R. 2001. Rzepak – jakość nasion. Instrukcja wdrożeniowa. Monografia, Wyd. Nauk. Instytut. Agrofiz., PAN, Lublin, ss. 81.
- Wałkowski T. 2001. Rzepak bezpośrednio z pnia. Agrochemia 6(474), 3–5.
- Wałkowski T. 2002. Jak zapobiegać pękaniu łuszczyń i osypywaniu się nasion rzepaku. Agrochemia, 6(486), 4–8.

- Wałkowski T. 2006. Rzepak jary. IHAR, Poznań.
- Wałkowski T., Bartkowiak-Broda I., Krzymański J., Mrówczyński M., Korbas M., Paradowski A. 2006. Rzepak ozimy. Proekologiczna technologia uprawy. IHAR, Poznań.
- Warmiński K., Murawa D., Adomas B., Pykało I. 2001. Olej i białko nasion rzepaku jarego odmiany populacyjnej Star i mieszańcowej Margo uprawianych w 1999 roku w zależności od stosowanych środków ochrony roślin. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXII, 1, 265–272.
- Wood J.D., Richardson R.I., Nute G.R., Fisher A.V., Campo M.M., Kasapidou E., Sheard P.R., Enser M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.*, 66, 21–32.
- Wójtowicz M. 2004. Wpływ nawożenia azotowego i warunków środowiskowych na cechy biologiczne i użytkowe złożonych odmian mieszańcowych rzepaku ozimego Kaszub i Mazur. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XXV, 1, 109–123.
- Wójtowicz M., Wielebski F. 1998. Możliwość uprawy rzepaku jarego po wymarznętej plantacji rzepaku ozimego. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops*, XIX, 2, 529–536.
- Velička R. 2003. Raps. Summary of the monograph, presented for habilitation confer. Lithuanian University of Agriculture, Kaunas, 1–79.
- von Schacky C. 2000. n-3 fatty acids and the prevention of coronary atherosclerosis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 71, 1, 224S–227S.
- Ziemiański Ś. 1998. Wartość biologiczno-żywniowa oleju rzepakowego bezerukowego. *Przem. Spoż.*, 2, 8.
- Ziemiański Ś. 2001. Zapotrzebowanie człowieka na tłuszcze. W: Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy. Red. Ś. Ziemiański, Wyd. Lek. PZWL, Warszawa, 78–114.
- Ziemiański Ś. 2005. Tłuszcze. W: Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Red. J. Gawęcki i L. Hryniewiecki, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 152–176.

The effects of some agrotechnical factors on the development and yield quality of spring rape cultivars

S u m m a r y

Field studies on the effects of N rates and the use of Spodnam on the yield of four cultivars of spring rape and its quality were carried out at the experimental station in Pawłowice in 2002–2004.

The experiment was conducted in split-plot arrangement in four replications with three variables: 1) 4 cultivars of spring rape: Heros, Jura, Licosmos and Margo, 2) N rates of : 75, 100 and 125 kg × ha⁻¹ and 3) the control with no Spodnam and Spodnam-treated plots.

The conditions prevailing during the growing season modified the development of plants, their morphological features and yield components. High precipitation levels in March 2004, as compared to the other years, markedly delayed the emergence of plants and further stages of rape plant development and also extended the growing season of the plants. In 2004 the first branches of rape plants were formed at a lower level than in the other years and also the number of siliques was the lowest, but the number of branches and the weight of 1000 seeds was the highest.

The morphological features prior to harvest and the yield components were cultivar- and weather-dependent. The highest plants were those of Margo cultivar, which was also the best-branched of all the rape cultivars under investigation. The N rates effected the morphological features and rape plant development. The rape plants were the highest at the N rate of 125 kg × ha⁻¹. Besides, they formed the largest number of siliques and also the weight of seeds in a silique was the highest at this N rate.

The yields of spring rape, crude fat, total protein and protein yield of rapeseed meal, depended on cultivar-N rates interactions. The highest seed and fat yields were observed with the cultivars of Jura and Heros at the N rate of 100 kg × ha⁻¹. Spodnam slightly improved the rape seed and crude fat yields.

The weather conditions, rape cultivars and N rates applied during cultivation had an impact on fat and protein content of the rapeseed. The cultivar of Heros was the highest in fat, while the cultivar of Margo was the highest in protein. The N rates used in the present investigation decreased fat, but increased protein content of the rapeseed.

The energy yield of rapeseed (UFL and UFV) and the energy for swine (ME) depended on cultivar-weather conditions and cultivar-N rates interactions. The energy

yield of rapeseed meal depended on the cultivar, N rates and weather conditions in the years under investigation. The rapeseed meal made from the cultivar of Jura exhibited the best qualitative parameters. All the cultivars under investigation positively responded to the N rates applied, which was expressed in increased energy yields.

Rapeseed oil made from the cultivar of Jura was the highest in PUFAs (polyunsaturated fatty acids), while the lowest was that made from the cultivar of Margo. The ratio of linoleic to linolenic acid was the highest in the Jura cultivar and the lowest in the cultivar of Margo.