

Marek Wójtowicz

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Poznaniu

Wpływ nawożenia azotowego i warunków środowiskowych na cechy biologiczne i użytkowe złożonych odmian mieszańcowych rzepaku ozimego Kaszub i Mazur

Effect of nitrogen fertilization and environment conditions on biological and commercial characters of oilseed rape composite hybrids Kaszub and Mazur

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, mieszańce złożone, nawożenie azotem

Celem badań było porównanie reakcji dwóch odmian mieszańcowych rzepaku ozimego na nawożenie azotem w zmiennych warunkach środowiskowych. W realizowanym w miejscowości Łągiewniki dwuletnim doświadczeniu starano się ocenić wpływ poziomu nawożenia azotem (60, 100, 140, 180 i 220 kg N ha⁻¹) na cechy biologiczne i użytkowe odmiany Kaszub i Mazur. Wykazano, że w warunkach silnego niedoboru opadów odmiana Kaszub plonowała istotnie wyżej od odmiany Mazur oraz charakteryzowała się istotnie wyższą zawartością tłuszczu w nasionach i plonem tłuszczu.

Key words: winter oilseed rape, composite hybrids, nitrogen application

The purpose of this investigation was to compare the response of two composite hybrid varieties of oilseed rape to nitrogen fertilization in different environmental conditions. Weather conditions significantly influenced plant development in spring. In 2002 the beginning and the end of flowering were earlier and flowering lasted longer than in 2003. In 2003 plants were 30 cm smaller than in 2002, however the number of branches produced by oilseed plants in two years of investigation were similar. Dark leaf and pod spot infestation (*Alternaria* spp.) were also dependent on weather conditions and higher in 2002. This year plants produced about 45 siliques more than in 2003. In 2003 smaller number of siliques was compensated by higher seed weight.

Spring fertilization did not differentiate the beginning, the end and duration of flowering, number of branches, height of plants, lodging and infestation by dark leaf and pod spot, but significantly influenced number of siliques per plant and per area unit.

Investigated varieties differed in earliness but did not differ in number of branches, plant height, lodging and infestation by dark leaf and pod spot. Mazur produced more siliques but was distinguished by smaller number of plants per area unit. Varieties did not differ in number of siliques per area unit and other yield components.

Effectiveness of fertilisation was dependent on year of investigation. In 2002 yield increased with the increase of spring nitrogen doses, while in 2003 nitrogen fertilization over 180 kg N ha⁻¹ did not result in the increase of yield. Effectiveness of fertilization decreased with the increase of nitrogen doses. In 2003 fertilisation over 140 kg N ha⁻¹ was not effective. The experiment showed significant

yield differentiation between varieties in 2003. That year Mazur yielded 2,6 dt ha⁻¹ lower than Kaszub.

Nitrogen fertilization significantly influenced fat content in seeds and fat yield. Higher fat content and fat yield were also noticed in 2002.

Nitrogen fertilization had not significant effect on glucosinolate content and fatty acid composition in oil. Glucosinolate content in seeds of two varieties was low. Nevertheless Mazur had significantly lower alkenyl and total glucosinolate content in seeds. Varieties differed in palmitic, linoleic and linolenic acid content but differences did not exceed 0,3 percentage point. Kaszub was distinguished by higher palmitic and linoleic acid content and lower linolenic acid content in seeds. Small but significant differences of fatty acid composition in seeds were registered between the years of investigation. In 2003 seeds of investigated varieties had more stearic, oleic and eicosenic acid and less linolenic one.

Wstęp

Wysokie plony polskich odmian mieszańcowych rzepaku ozimego (Heimann 2002; Wójtowicz, Czernik-Kołodziej 2003) przyczyniają się do tego, że odmiany te cieszą się powszechnym zainteresowaniem rolników uprawiających rzepak. Aby sprostać zapotrzebowaniu praktyki rolniczej na informację dotyczącą charakterystyki odmian mieszańcowych podjęto badania nad ich reakcją na czynniki agrotechniczne i warunki środowiskowe. Znaczenie wiosennego nawożenia azotem dla wielkości plonu rzepaku ozimego skłania do podjęcia prac nad wpływem tego czynnika na cechy biologiczne i użytkowe odmian mieszańcowych. Wykorzystanie azotu przez rośliny rzepaku w dużej mierze zależy od warunków pogodowych, które w Polsce są mocniej zróżnicowane w latach niż miejscowościach. Prowadzenie doświadczenia przez dwa okresy wegetacyjne umożliwi ocenę powtarzalności wyników.

Celem badań było porównanie reakcji dwóch odmian mieszańcowych rzepaku ozimego na nawożenie azotem w różnych warunkach środowiskowych.

Material i metodyka

Agrotechnika

Doświadczenie przeprowadzono w sezonach 2001/2002 i 2002/2003 w miejscowości Łągiewniki na glebie brunatnej właściwej, należącej do kompleksu pszenego-żytniego oraz IIIa klasy bonitacyjnej. Uprawę rzepaku poprzedzało trzykrotne następstwo zbóż. Przedsięwzięcie zastosowano: 18–20 kg N ha⁻¹, 60 kg P₂O₅ ha⁻¹, 90–160 kg K₂O ha⁻¹. Siew nasion wykonano siewnikiem samobieżnym w rozstawie 30 cm. Norma wysiewu wynosiła 70 szt. m⁻². Z powodu niekorzystnych warunków meteorologicznych termin siewu był nieznacznie opóźniony, lecz mieścił się w dopuszczalnych granicach. W roku 2001 nasiona wysiano 28 sierpnia, a w roku

2002 — 27 sierpnia. Doświadczenie założono w układzie losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Obiektami badawczymi były dwie odmiany złożone: Mazur i Kaszub. Wiosną zastosowano następujące dawki nawożenia azotem: 60, 100, 140, 180, 220 kg N ha⁻¹. Na początku ruszenia wegetacji wysiano w całości dawkę 60 kg N ha⁻¹ oraz około 60% dawki: 100, 140, 180 i 220 kg N ha⁻¹. Pozostałe 40% planowanej ilości wysiewu azotu zastosowano na początku pąkowania. Przez cały okres wegetacji rośliny rzepaku były chronione przed chwastami, szkodnikami i chorobami. Szczególnie intensywnie zwalczano szkodniki w sezonie 2002/2003, kiedy oprócz szkodników atakujących rzepak wiosną zwalczane były także szkodniki jesienne: taniś krzyżowiaczek *Plutella maculipennis* (Curt.) i gnatarz rzepakowiec *Atalia rosae*. Rośliny zebrano kombajnem 8 lipca. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 9,6 m².

Pomiary biometryczne i opracowanie laboratoryjne

Początek i koniec kwitnienia wyrażono w liczbie dni od początku roku. W skali 9-stopniowej oszacowano porażenie roślin czernią krzyżowych i wyleganie roślin. Liczbę nasion w łuszczynie określono przed zbiorem na 25 losowo wybranych łuszczynach z górnej, środkowej i dolnej partii gron owoconośnych. Liczbę roślin na jednostce powierzchni policzono bezpośrednio po zbiorze na każdym poletku. Masę 1000 nasion określono w czterech próbach po 100 nasion pobranych z oczyszczonego plonu. Określono również liczbę łuszczyn zebranych z jednostki powierzchni i masę nasion w łuszczynie. Liczbę łuszczyn na roślinie wyliczono na podstawie liczby łuszczyn zebranych z jednostki powierzchni i liczby roślin na tej jednostce. Plon nasion w dt ha⁻¹ analizowano przy 12% zawartości wody. Zawartość w nasionach tłuszczu surowego oceniono wykorzystując magnetyczny rezonans jądrowy — NMR, a zawartość glikozynolanów w nasionach i skład kwasów tłuszczowych oceniono metodą chromatografii gazowej. Opłacalność nawożenia azotem oszacowano wskaźnikiem pokrycia kosztów, który jest ilorazem wartości przyrostu plonów i kosztów nawożenia.

Układ doświadczenia i opracowanie statystyczne

Doświadczenie założono w układzie losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Uzyskane wyniki oszacowano analizą wariancji, a istotność różnic określono na poziomie ufności $P \leq 0,05$ testem Tukeya. Symbolem „ni” oznaczono brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej.

Wyniki

Niedostatek opadów przed siewem i w czasie wschodów rzepaku zarówno w roku 2001, jak i 2002 przyczynił się do wolnych i nierównomiernych wschodów, a także do słabej obsady roślin. W obu latach warunki pogodowe w październiku sprzyjały rozwojowi roślin, dzięki czemu przed zimą rośliny były dobrze rozwinięte. Do ubytków roślin przyczyniły się także grudniowe chłody oraz wiosenne przymrozki.

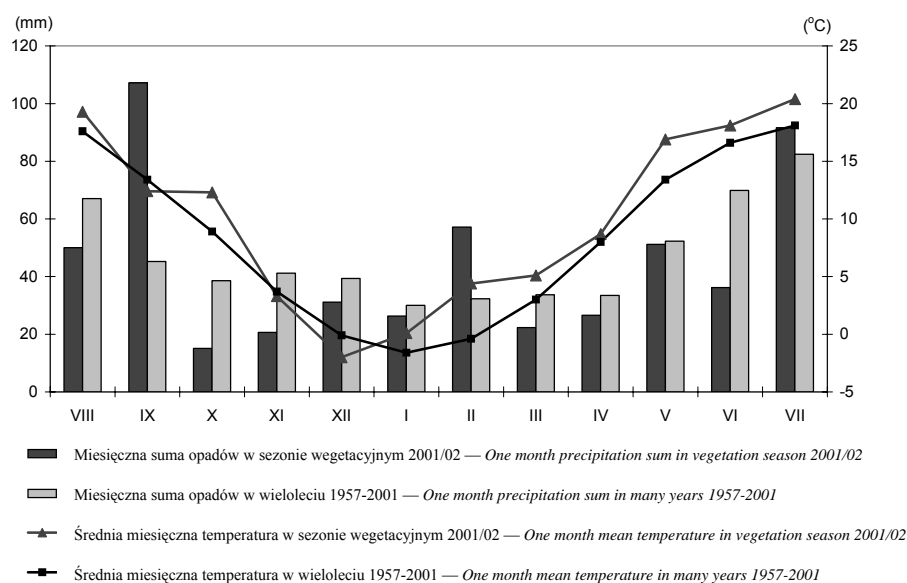
W roku 2002 od połowy kwietnia nastąpił okres bardzo wysokich temperatur powietrza, a średnia miesięczna temperatura maja była wyższa od średniej wieloletniej aż o 3,4°C. Słoneczna i gorąca pogoda w okresie kwitnienia rzepaku przyczyniła się do krótkiego kwitnienia. Niekorzystnie na dojrzewanie nasion wpłynęła mała ilość opadów w czerwcu. Opady w tym miesiącu stanowiły 53% średniej wieloletniej i 48% optymalnego zapotrzebowania rzepaku.

Brak zapasów wody z okresu zimy, bardzo mała ilość opadów na wiosnę oraz wysokie temperatury od drugiej połowy kwietnia były przyczyną krótkiego kwitnienia także w roku 2003. W lutym, marcu, kwietniu, maju i czerwcu spadło tylko 114,8 mm deszczu, co stanowiło zaledwie 38% średniej wieloletniej. Późne rozpoczęcie wegetacji i niedobór wilgoci w glebie niekorzystnie oddziaływały na rozwój roślin. Rośliny rzepaku były niewysokie i odznaczały się małą liczbą łuszczyn. Układ warunków meteorologicznych przedstawiono przy pomocy klimatogramów na rysunkach 1 i 2.

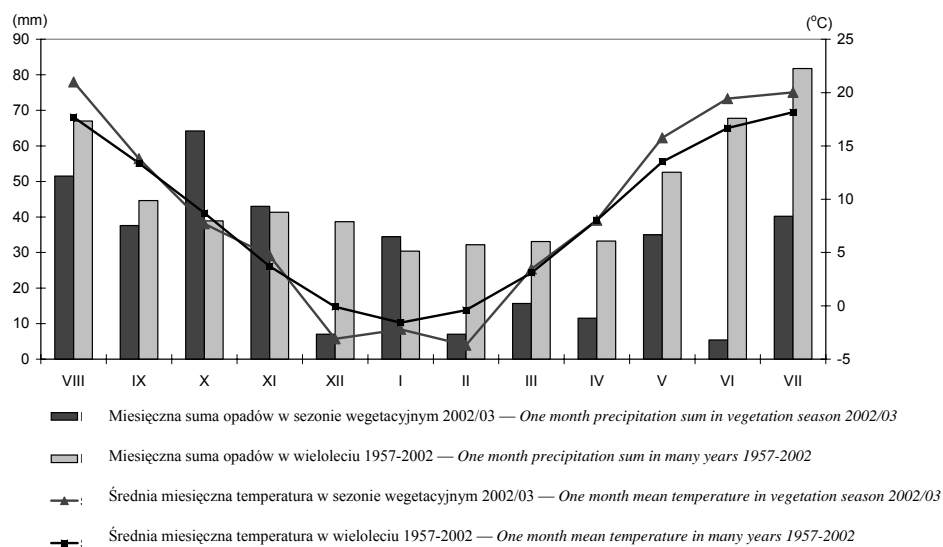
Wiosenne nawożenie azotowe nie różnicowało początku, zakończenia i długości kwitnienia (tab. 1). Nie wywierało również istotnego wpływu na badane w doświadczeniu cechy charakteryzujące rozwój roślin na wiosnę: liczbę rozgałęzień, wysokość łanu, wysokość roślin, wyleganie oraz porażenie roślin czernią krzyżowych.

Badane odmiany różniły się nieznacznie wczesnością i długością kwitnienia. Wcześniej o jeden dzień rozpoczęła kwitnienie i dłużej kwitła odmiana Kaszub. Odmiany nie różniły się liczbą rozgałęzień, wysokością roślin, wysokością łanu, wyleganiem i porażeniem czernią krzyżowych.

W roku 2002 rzepak wcześniej rozpoczął i zakończył kwitnienie, a także dłużej kwitł. W obu latach rośliny rzepaku wykształciły około 7 rozgałęzień, ale w roku 2003 były o ponad 30 cm niższe niż w roku 2002. Wysokość łanu w roku 2003 była wyższa od wysokości roślin, zatem łan rzepaku przed zbiorem nie był ugięty. Wyleganie w roku 2002 było nieznaczne i wynosiło 8 punktów. Porażenie roślin czernią krzyżowych zależało od warunków klimatycznych w latach badań i było większe w roku 2002.



Rys. 1. Miesięczne sumy opadów i średnie temperatury powietrza w sezonie wegetacyjnym 2001/02 na tle wielolecia 1957-2001 — *One month precipitation sum and mean air temperature in vegetation season 2001/02 against the background of many years' data 1957-2001*



Rys. 2. Miesięczne sumy opadów i średnie temperatury powietrza w sezonie wegetacyjnym 2002/03 na tle wielolecia 1957-2002 — *One month precipitation sum and mean air temperature in vegetation season 2002/03 against the background of many years' data 1957-2002*

Tabela 1

Wpływ wiosennego nawożenia azotowego, odmiany i warunków środowiskowych na rozwój roślin oraz porażenie czernią krzyżowych (*Alternaria* ssp.) — *Influence of spring nitrogen fertilization, cultivar and environment conditions on plant development and dark leaf and pod spot infestation*

A — Początek kwitnienia [dni] — *Beginning of flowering [days]*

B — Koniec kwitnienia [dni] — *The end of flowering [days]*

C — Długość kwitnienia [dni] — *Duration of flowering [days]*

D — Liczba rozgałęzień na roślinie — *Number of branches per plant*

E — Wysokość roślin — *Plant height [cm]*

F — Wysokość łanu — *Canopy height [cm]*

G — Wyleganie — *Lodging [1–9]*

H — Porażenie czernią krzyżowych — *Dark leaf and pod spot infestation [1–9]*

Czynnik — <i>Factor</i>	A	B	C	D	E	F	G	H
Dawka azotu — <i>Nitrogen dose [kg ha⁻¹]</i>								
60	118 a	139 a	20 a	6,6 a	133 a	138 a	8,5 a	6,9 a
100	118 a	138 a	20 a	6,6 a	132 a	134 a	8,4 a	7,1 a
140	118 a	139 a	21 a	7,8 a	131 a	139 a	8,4 a	7,2 a
180	118 a	139 a	21 a	7,4 a	131 a	138 a	8,5 a	7,1 a
220	118 a	139 a	21 a	6,8 a	132 a	136 a	8,5 a	7,1 a
NIR — <i>LSD_{0,05}</i>	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
Odmiana — <i>Cultivar</i>								
Kaszub	118 a	139 a	21 b	6,9 a	133 a	136 a	8,5 a	7,1 a
Mazur	119 b	139 a	20 a	7,1 a	131 a	138 a	8,4 a	7,1 a
NIR — <i>LSD_{0,05}</i>	0,3	ni	0,3	ni	ni	ni	ni	ni
Rok — <i>Year</i>								
2002	116 a	138 a	22 b	7,1 a	139 b	154 b	8,0 a	6,1 a
2003	121 b	140 b	19 a	7,0 a	124 a	120 a	9,0 b	8,0 b
NIR — <i>LSD_{0,05}</i>	1,4	0,4	1,1	ni	5,5	2,7	0,8	0,3

Nawożenie azotowe zwiększało liczbę łuszczyń na roślinie i na jednostce powierzchni. Pozostałe komponenty plonu nie zmieniały się pod wpływem nawożenia azotem.

Odmiana Mazur charakteryzowała się większą liczbą łuszczyń na roślinie, ale mniejszą liczbą roślin na jednostce powierzchni. Odmiany nie różniły się istotnie liczbą łuszczyń na jednostce powierzchni i pozostałymi komponentami plonu.

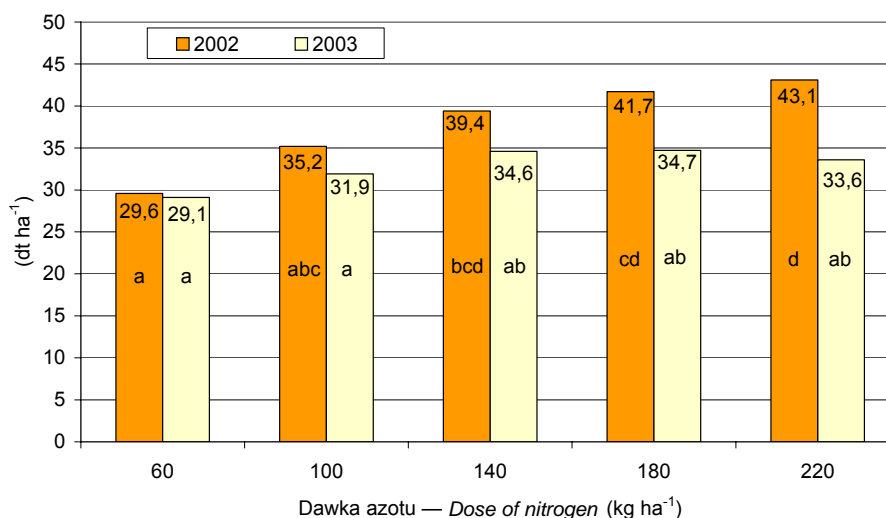
Rośliny rzepaku wytworzyły średnio o 45 łuszczyń więcej w roku 2002, czego rezultatem była większa o 1645 liczba łuszczyń na 1 m². W roku 2003 mała liczba łuszczyń była kompensowana wyższą masą nasion w łuszczyń.

Tabela 2

Wpływ wiosennego nawożenia azotowego, odmiany i warunków środowiskowych na elementy struktury plonu — *Influence of spring nitrogen fertilization, cultivar and environment conditions on yield components*

Czynnik <i>Factor</i>	Liczba łuszczyń na roślinie <i>Number of siliques per plant</i>	Liczba roślin na 1 m ² <i>Number of plants per sq.m.</i>	Liczba łuszczyń na 1 m ² <i>Number of siliques per sq.m.</i>	Masa 1000 nasion <i>Weight of 1000 seeds</i> [g]	Liczba nasion w łuszczyńce <i>Number of seeds per silique</i>	Masa nasion w łuszczyńce <i>Weight of seeds per silique</i> [mg]
Dawka azotu — <i>Nitrogen dose</i> [kg ha ⁻¹]						
60	93 a	34 a	3121 a	4,08 a	24,2 a	99,3 a
100	102 ab	34 a	3446 ab	4,14 a	24,3 a	101,3 a
140	109 ab	36 a	3584 ab	4,15 a	25,6 a	106,7 a
180	129 ab	32 a	4030 ab	4,17 a	23,9 a	100,1 a
220	130 b	33 a	4163 b	4,17 a	24,1 a	101,2 a
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	36,9	ni	998,7	ni	ni	ni
Odmiana — <i>Cultivar</i>						
Kaszub	105 a	35 b	3621 a	4,15 a	24,8 a	103,2 a
Mazur	121 b	32 a	3715 a	4,14 a	24,1 a	100,2 a
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	16,5	2,8	ni	ni	ni	ni
Rok — <i>Year</i>						
2002	135 b	35	4492 b	3,90 a	22,6 a	88,1 a
2003	90 a	33	2846 a	4,38 b	26,3 a	115,4 b
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	20,0	ni	485,9	0,300	ni	26,8

W roku 2002 plon wzrastał wraz ze wzrostem wiosennych dawek nawożenia azotowego. Natomiast w roku 2003 wzrost plonu pod wpływem nawożenia azotem nastąpił do dawki 180 kg N ha⁻¹ (rys. 3). W miarę wzrostu dawek nawożenia azotowego efektywność nawożenia malała (tab. 3). Efektywność nawożenia zależała również od roku badań. Największy przyrost plonu nasion rzepaku obserwowano po zwiększeniu dawki z 60 do 100 kg N ha⁻¹, gdy 1 kg zastosowanego azotu powodował wzrost plonu o 14 kg nasion w roku 2002 i o 7 kg nasion w roku 2003. Dobrą efektywność nawożenia azotem odnotowano w przedziale dawek 100–140 kg N ha⁻¹ (10,5 i 6,8 kg nasion na 1 kg zastosowanego azotu, odpowiednio w roku 2002 i 2003). W roku 2002 efektywność w przedziałach 140–180 i 180–220 kg N ha⁻¹ wynosiła odpowiednio 5,8 i 3,5 kg nasion na 1 kg azotu. Natomiast w roku 2003 nawożenie powyżej 140 kg N ha⁻¹ okazało się nieefektywne. Efektywność w przedziałach 140–180 i 180–220 kg N ha⁻¹ wynosiła odpowiednio 0,3 i –2,8 kg nasion na 1 kg azotu. W zależności od poziomu nawożenia azotem efekt zastosowania 1 kg N w warunkach silnego niedoboru wody w roku 2003 był o 36–178% mniejszy niż w roku 2002.



Rys. 3. Wpływ wiosennego nawożenia azotowego na plon nasion w zależności od warunków środowiskowych — *Influence of spring nitrogen fertilization on yield according to environment conditions*

Tabela 3

Efektywność krańcowa zastosowanego azotu w zależności od warunków środowiskowych (kg nasion na 1 kg N) — *Effectiveness of nitrogen application according to environmental conditions (kg seeds per 1 kg N)*

Rok zbioru <i>Year of harvest</i>	Przedział dawek azotu — <i>Interval of nitrogen rates [kg N ha⁻¹]</i>			
	60–100	100–140	140–180	180–220
2002	14,0	10,5	5,8	3,5
2003	7,0	6,8	0,3	–2,8
Różnica efektywności [%] <i>Difference of effectiveness</i>	50	36	95	178

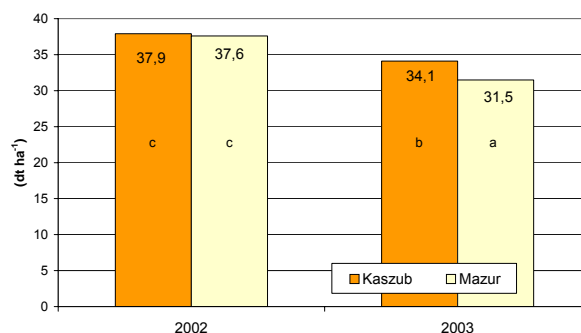
Warunki środowiskowe wpływały także na opłacalność nawożenia azotem rzepaku ozimego. Wskaźnik pokrycia kosztów, będący ilorazem wartości przyrostu plonów i kosztów nawożenia, wskazuje, że w roku 2002 zwiększanie nawożenia do dawki 220 kg N ha⁻¹ było opłacalne. Z kolei w roku 2003 charakteryzującym się niedoborem opadów w okresie wiosny, już nawożenie powyżej 140 kg N ha⁻¹ okazało się nieopłacalne (tab. 4). Nieco niższe wskaźniki opłacalności w przedziale dawek 60–100 niż 100–140 w obu latach są rezultatem niższych kosztów zabiegu zastosowania dawki 60 kg N ha⁻¹ (jednokrotny przejazd siewnika nawozowego).

Tabela 4

Wskaźnik pokrycia kosztów — *Cost defrayal index*

Rok zbioru <i>Year of harvest</i>	Przedział dawek azotu — <i>Interval of nitrogen rates</i> [kg N ha ⁻¹]			
	60–100	100–140	140–180	180–220
2002	6,9	7,4	4,1	3,3
2003	3,4	4,7	0,2	-1,9

Doświadczenie wykazało istotną interakcję lat i odmian (rys. 4). W roku 2002 różnice wysokości plonowania pomiędzy odmianami były nieistotne. Istotne zróżnicowanie plonów odnotowano w roku 2003, w którym pogoda mniej sprzyjała rozwojowi roślin. W roku tym plony odmiany Kaszub były wyższe od plonów odmiany Mazur o 2,6 dt ha⁻¹.

Rys. 4. Plon nasion badanych odmian w zależności od warunków środowiskowych — *Seed yield of investigated cultivars according to environmental conditions*

Zawartość tłuszczu w nasionach zależała od nawożenia azotowego oraz interakcji odmiany i warunków środowiskowych. Wraz ze wzrostem wiosennej dawki azotu zawartość tłuszczu w nasionach zmniejszała się (tab. 5).

W roku 2002 odmiany nie różniły się zawartością tłuszczu (tab. 6). Istotne różnice pomiędzy odmianami odnotowano w roku 2003, kiedy wyższą o 1,1 punkta procentowego zawartością tłuszczu w nasionach odznaczała się odmiana Kaszub.

Wpływ nawożenia azotowego na plon tłuszczu zależał od warunków środowiskowych (rys. 5). W roku 2002 plon tłuszczu wzrastał wraz ze wzrostem nawożenia azotem. W zależności od wysokości dawek azotu wzrost nawożenia o 40 kg N ha⁻¹ powodował zwiększenie plonu tłuszczu od 2,7 do 0,7 dt ha⁻¹. W roku 2003 różnice plonu tłuszczu pomiędzy kombinacjami nawiezionymi różnymi dawkami azotu były nieistotne. Odmiany istotnie różniły się plonem tłuszczu w roku 2003 (rys. 6). W roku tym odmiana Kaszub odznaczała się od odmiany Mazur plonem tłuszczu wyższym o 1,6 dt ha⁻¹.

Tabela 5

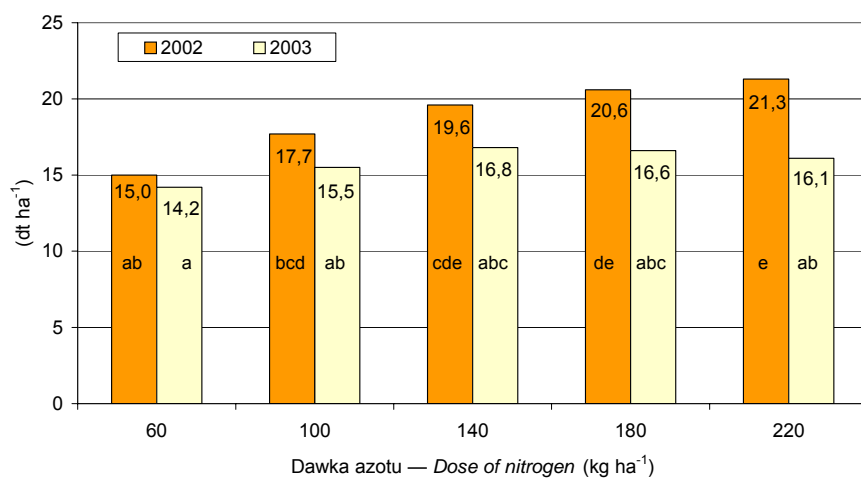
Wpływ nawożenia azotowego na zawartość tłuszczu w nasionach
Influence of spring nitrogen fertilization on fat content in seeds

Dawka azotu — Nitrogen dose [kg ha^{-1}]	Zawartość tłuszczu — Fat content [%]
60	49,6 b
100	49,4 ab
140	49,0 ab
180	48,6 a
220	48,6 a
NIR — $LSD_{0,05}$	0,86

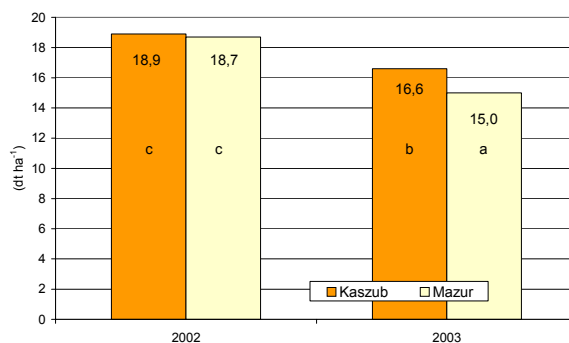
Tabela 6

Wpływ odmiany i warunków środowiskowych na zawartość tłuszczu w nasionach
Influence of cultivar and environmental conditions on fat content in seeds

Odmiana Cultivar	Zawartość tłuszczu — Fat content [%]		
	2002	2003	Średnio — Mean
Kaszub	50,0 c	48,7 b	49,4 b
Mazur	49,8 c	47,6 a	48,7 a
Średnio — Mean	49,9 b	48,2 a	
NIR — $LSD_{0,05}$	0,81		0,32



Rys. 5. Wpływ wiosennego nawożenia azotowego na plon tłuszczu w zależności od warunków środowiskowych — *Influence of spring nitrogen fertilization on fat yield according to environment conditions*



Rys. 6. Plon tłuszczu badanych odmian w zależności od warunków środowiskowych — *Fat yield of investigated cultivars according to environmental conditions*

Nawożenie azotowe nie wywierało istotnego wpływu na zawartość glukozynolanów w nasionach (tab. 7). Zawartość glukozynolanów u obu odmian była niska. Niemniej odmiana Mazur zawierała istotnie mniej glukozynolanów w nasionach, a zaistniałe różnice dotyczyły glukozynolanów alkenowych.

Tabela 7

Wpływ nawożenia azotowego, odmiany i warunków środowiskowych na zawartość glukozynolanów w nasionach — *Influence of spring nitrogen fertilization, cultivar and environmental conditions on glucosinolate content in seeds*

Czynnik <i>Factor</i>	Glukozynolany indolowe <i>Indol glucosinolate</i>	Glukozynolany alkenowe <i>Alkenyl glucosinolate</i>	Suma glukozynolanów <i>Total glucosinolate</i>
	[μM/g nasion — μM/g of seeds]		
Dawka azotu — <i>Nitrogen dose</i> [kg ha ⁻¹]			
60	3,2	7,1	10,3
100	3,3	7,6	10,9
140	3,2	7,6	10,8
180	2,8	6,7	9,4
220	3,1	7,2	10,3
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	ni	ni	ni
Odmiana — <i>Cultivar</i>			
Kaszub	3,2	7,6	10,8
Mazur	3,1	6,8	9,9
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	ni	0,56	0,71
Rok — <i>Year</i>			
2002	3,2	6,4	9,6
2003	3,1	8,0	11,1
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	ni	1,47	ni

Nawożenie azotowe nie wywierało istotnego wpływu na skład kwasów tłuszczowych w nasionach (tab. 8). Odmiany różniły się istotnie zawartością kwasu palmitynowego, linolowego i linolenowego. Jednak różnice pomiędzy odmianami były małe i nie przekroczyły 0,3 punkta procentowego. Odmiana Kaszub charakteryzowała się istotnie większą zawartością kwasu palmitynowego i linolowego, a mniejszą kwasu linolenowego. Nieznaczne choć istotne różnice w składzie kwasów tłuszczowych wystąpiły także pomiędzy latami badań. W roku 2003 nasiona badanych odmian zawierały istotnie więcej kwasu stearynowego, oleinowego i eikozynowego, a mniej linolenowego.

Tabela 8

Wpływ nawożenia azotowego, odmiany i warunków środowiskowych na skład kwasów tłuszczowych w nasionach — *Influence of spring nitrogen fertilization, cultivar and environmental conditions on fatty acid composition in seeds (%)*

C_{16:0} — palmitynowy — *palmitic* C_{18:2} — linolowy — *linoleic* C_{22:1} — erukowy — *erucic*
 C_{18:0} — stearynowy — *stearic* C_{18:3} — linolenowy — *linolenic*
 C_{18:1} — oleinowy — *oleic* C_{20:1} — eikozynowy — *eicosenic*

Czynnik <i>Factor</i>	Skład kwasów tłuszczowych — <i>Fatty acid composition [%]</i>						
	C _{16:0}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{20:1}	C _{22:1}
Dawka azotu — <i>Nitrogen dose [kg ha⁻¹]</i>							
60	4,5	1,5	63,9	19,3	9,0	1,6	0,2
100	4,4	1,5	63,7	19,3	9,0	1,7	0,4
140	4,5	1,5	63,1	19,3	9,0	1,9	0,7
180	4,5	1,4	63,5	19,6	9,0	1,7	0,3
220	4,5	1,4	63,5	19,5	9,0	1,8	0,3
NIR — <i>LSD_{0,05}</i>	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
Odmiana — <i>Cultivar</i>							
Kaszub	4,5 b	1,5	63,6	19,5 b	8,9 a	1,7	0,3
Mazur	4,4 a	1,5	63,5	19,2 a	9,0 b	1,8	0,4
NIR — <i>LSD_{0,05}</i>	0,08	ni	ni	0,18	0,13	ni	ni
Rok — <i>Year</i>							
2002	4,5	1,1 a	63,0 a	19,5	9,8 b	1,5 a	0,6
2003	4,5	1,8 b	64,1 b	19,3	8,1 a	2,0 b	0,1
NIR — <i>LSD_{0,05}</i>	ni	0,39	0,34	ni	0,28	0,29	ni

Dyskusja

Istotą doświadczeń rolniczych jest ocena wpływu czynników agrotechnicznych i hodowlanych w określonych warunkach środowiskowych na cechy biologiczne i użytkowe roślin. Wystąpienie lub brak interakcji pomiędzy stałymi i losowymi

czynnikami doświadczenia decyduje o możliwości uogólnienia lub konieczności ograniczenia formułowanych zaleceń do konkretnych warunków. Dla określenia znaczenia poszczególnych czynników ważne jest porównanie ich oddziaływania na cechy roślin.

Pośród analizowanych w doświadczeniu czynników (warunki środowiskowe, wiosenne nawożenie azotem, odmiany) największy wpływ na rozwój roślin na wiosnę miały warunki środowiskowe. W roku 2002 rzepak wcześniej rozpoczął i zakończył kwitnienie (odpowiednio o 5 i 2 dni), a także o 3 dni dłużej kwitł. W mniejszym stopniu rozpoczęcie i długość kwitnienia zależało od odmiany. Odmiana Kaszub o jeden dzień wcześniej rozpoczęła kwitnienie i dłużej kwitła. Natomiast wiosenne nawożenie azotem nie różnicowało początku, zakończenia i długości kwitnienia. Tylko warunki środowiskowe miały istotny wpływ na wysokość roślin i łanu, porażenie roślin czernią krzyżowych (*Alternaria* spp.) oraz wyleganie. Szczególnie silny był ich wpływ na wysokość roślin. W roku 2003 rośliny rzepaku były o ponad 30 cm niższe niż w roku 2002. Natomiast żaden z badanych czynników doświadczenia nie różnicował liczby rozgałęzień I rzędu. Wpływ nawożenia azotowego i odmiany na liczbę rozgałęzień I rzędu wykazały wcześniejsze badania Barszczaka i in. (1993) oraz Wójtowicza i in. (1993). Warunki środowiskowe również w największym stopniu wpływały na elementy struktury plonu powodując istotne zmiany liczby łuszczyn na roślinie i na jednostce powierzchni oraz masy 1000 nasion i masy nasion w łuszczynie. Nawożenie azotowe różnicowało liczbę łuszczyn na roślinie i na jednostce powierzchni, a odmiany różniły się liczbą łuszczyn na roślinie i liczbą roślin na jednostce powierzchni.

Plon nasion zależał od interakcji warunków środowiskowych i nawożenia azotowego, a także interakcji warunków środowiskowych i odmiany. W roku 2002 plon wzrastał wraz ze wzrostem wiosennych dawek nawożenia azotowego. Natomiast w roku 2003 wzrost plonu pod wpływem nawożenia azotem nastąpił do dawki 180 kg N ha⁻¹. Również efektywność i opłacalność nawożenia zależała od roku badań i poziomu nawożenia azotowego. W miarę wzrostu dawek nawożenia azotowego efektywność nawożenia malała. W roku 2003 nawożenie powyżej 140 kg N ha⁻¹ okazało się nieefektywne i nieopłacalne. W zależności od poziomu nawożenia azotem efekt zastosowania 1 kg N w warunkach silnego niedoboru wody w roku 2003 był o 36–178% mniejszy niż w roku 2002. Wielu autorów prac poświęconych zagadnieniu efektywności nawożenia azotowego: Archer i Vaidyanathan (1982), Budzyński (1986), Budzyński i in. (1985), Dawkins (1983), Dembiński (1975, 1983), Horodyski i in. (1987), Muśnicki (1989), Muśnicki i Jodłowski (1986) zwraca uwagę na zależność efektywności od uwilgotnienia gleby i osiąganych plonów. Także badania własne wykazały związek efektywności nawożenia azotowego z warunkami środowiskowymi i wiernością plonowania odmian. Istotne zróżnicowanie plonów badanych odmian odnotowano w roku 2003 charakteryzującym się znacz-

nym niedoborem opadów. W roku tym odmiana Kaszub plonowała wyżej o 2,6 dt ha⁻¹ od odmiany Mazur. Również w roku 2003 odnotowano różnice pomiędzy odmianami w zawartości tłuszczu w nasionach, kiedy wyższą o 1,1 punkta procentowego zawartością tłuszczu odznaczała się odmiana Kaszub. Odmiana Kaszub wykazała się zatem lepszą zdolnością przystosowawczą do gorszych warunków środowiska. Zawartość tłuszczu w nasionach zależała również od nawożenia azotowego. Wraz ze wzrostem wiosennej dawki azotu zawartość tłuszczu w nasionach zmniejszała się. Podobną reakcję rzepaku na nawożenie azotem wykazali: Barszczak i Barszczak (1995), Muśnicki i in. (1999), Wielebski i Wójtowicz (1998).

Zawartość glukozyolanów i kwasów tłuszczowych w nasionach była zależna tylko od warunków środowiskowych i odmiany. Nawożenie azotowe nie wpływało na zawartość tych składników w nasionach. Nieznaczne choć istotne różnice pomiędzy latami badań dotyczyły zawartości glukozyolanów alkenowych oraz kwasu stearynowego, oleinowego, eikozynowego i linolenowego. Odmiany różniły się istotnie zawartością glukozyolanów alkenowych i sumą glukozyolanów oraz zawartością kwasu palmitynowego, linolowego i linolenowego. Jest to zgodne z wynikiem prac Muśnickiego i in. (1999), którzy wskazują że skład kwasów tłuszczowych jest cechą determinowaną genetycznie, w niewielkim stopniu zmieniającą się pod wpływem czynników pogodowych i agrotechnicznych.

Wnioski

1. Nawożenie azotowe istotnie wpływało na plon nasion poprzez liczbę łuszczyń na roślinach oraz na zawartość tłuszczu w nasionach.
2. Głównym czynnikiem ograniczającym plonowanie obu odmian były opady.
3. Odmiana Kaszub plonowała istotnie wyżej od odmiany Mazur oraz charakteryzowała się istotnie wyższą zawartością tłuszczu w nasionach i plonem tłuszczu w warunkach silnego niedoboru opadów.
4. W warunkach znacznego niedoboru opadów nawożenie powyżej 140 kg N ha⁻¹ okazało się nieefektywne i nieopłacalne.
5. Nieznaczne, ale istotne różnice pomiędzy odmianami dotyczyły wczesności i długości kwitnienia oraz zawartości w nasionach glukozyolanów alkenowych i sumy glukozyolanów, a także kwasu palmitynowego, linolowego i linolenowego.
6. Zmiana składu kwasów tłuszczowych pod wpływem warunków środowiska była nieduża i nie przekroczyła 1,7 punkta procentowego.

Literatura

- Archer J.R., Vaidyanathan L.V. 1982. Fertilizer for winter oilseed rape. *J. Sc. Food a. Agricult.*, 33, 12: 1262-1263.
- Barszczak Z., Barszczak T. 1995. Wpływ nawożenia azotowego, wilgotności i zakwaszenia gleby na plony oraz zawartość tłuszczu i białka w nasionach odmian rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVI (1): 165-172.
- Barszczak Z., Barszczak T., Górczyński J. 1993. Wpływ okresowej suszy i zakwaszenia gleby na plony nasion rzepaku ozimego w zależności od dawki azotu. *Post. Nauk Roln.*, 6:15-23.
- Budzyński W. 1986. Studium nad wpływem niektórych czynników agrotechnicznych na zimowanie i plonowanie odmian podwójnie uszlachetnionego rzepaku ozimego. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Agricult.*, 41 B: 3-54.
- Budzyński W., Majakowski K., Horodyski A., Jasińska Z., Jodłowski M., Muśnicki Cz., Orłowska T., Owczarek W. 1985. Wpływ poziomu i terminu wiosennego nawożenia azotem na plonowanie odmian rzepaku ozimego. *Biuletyn IHAR*, 157: 123-134.
- Dembiński F. 1975. *Rośliny oleiste*. PWRiL, Warszawa.
- Dembiński F. 1983. *Jak uprawiać rzepak i rzepik*. PWRiL, Warszawa.
- Dawkins T.C.K. 1983. Some factors in successful cropping. 2. Oilseed rape. *Span*, 26, 3: 116-117.
- Heimann S. 2002. Aktualne problemy dotyczące badania odmian rzepaku na cele konsumpcyjne oraz biopaliwo i makuchy. *Forum producentów roślin zbożowych, kukurydzy i rzepaku. Polagra-farm 2002*, 47-52.
- Horodyski A., Wałkowski T., Dembiński M., Wielebski F., Wójtowicz M. 1987. Evaluation of winter rape growing in Poland based on inquiry in 1984-1986. *Proc. 7th Int. Rapeseed Congr.*, Poznań, 4: 879-885.
- Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w zmienionych warunkach środowiskowo-agrotechnicznych. *Rocz. Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rozprawy naukowe*, 191: 1-154.
- Muśnicki Cz., Jodłowski M. 1986. Wpływ nawożenia azotowego na plonowanie różnych typów odmian rzepaku ozimego. *Zesz. probl. IHAR „Rzepak ozimy”*, 146-156.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicka B. 1999. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych na jakość plonu rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (2): 459-469.
- Wielebski F., Wójtowicz M. 1998. Reakcja odmian rzepaku ozimego na wzrastające dawki azotu na glebach żytnych w Zielęcinie. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XIX (2): 507-514.
- Wójtowicz M., Czernik-Kołodziej K. 2003. Reakcja zarejestrowanych odmian rzepaku ozimego na poziom agrotechniki. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIV (1): 85-94.
- Wójtowicz M., Krótka K., Wielebski F. 1993. Wpływ wiosennego nawożenia azotowego na plon, elementy plonotwórcze oraz jakość nasion rzepaku podwójnie ulepszanego. *Post. Nauk Roln.*, 6: 1-58.