

Marek Wójtowicz, Franciszek Wielebski, Krystyna Czernik-Kolodziej
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Zakład Roślin Oleistych w Poznaniu

Wpływ wiosennego nawożenia azotem na cechy rolnicze i użytkowe nowych form hodowlanych rzepaku ozimego

Effect of spring nitrogen fertilization on agronomical and commercial plant characters of new breeding forms of winter oilseed rape

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, odmiany, cechy rolnicze i użytkowe roślin, nawożenie azotem

Key words: winter oilseed rape, varieties, agronomical and commercial plant characters, nitrogen fertilization

Doświadczenie przeprowadzono w układzie losowanych podbloków w czterech powtórzeniach w dwóch miejscowościach: Łagiewniki i Zielęcin. Celem pracy było porównanie cech rolniczych i użytkowych linii DH H5 129 oraz odmian mieszańcowych z populacyjną odmianą Kana, a także ocena reakcji analizowanych form na zróżnicowane nawożenie azotowe. Badane odmiany różniły się istotnie plonem, cechami morfologicznymi, odpornością na wyleganie i porażenie roślin czernią krzyżowych (*Alternaria* spp.) oraz zawartością sumy glukozyzolanów i glukozyzolanów alkenowych. Najwyżej plonował mieszańiec złożony POH 798, miał on największą liczbę łuszczyń na roślinie i jednostce powierzchni, wysoką masę 1000 nasion, natomiast najniższą liczbę nasion w łuszczyńce. Odmiana ta najsilniej rozgałęziała się, była najwyższa i najodporniejsza na wyleganie. U wszystkich porównywanych form nawożenie azotowe spowodowało istotny wzrost plonu nasion, liczby łuszczyń na roślinie i na jednostce powierzchni, liczby rozgałęzień, wysokości i wylegania roślin, zwiększyło zawartość chlorofilu w liściach i białka w nasionach, a ograniczyło zawartość tłuszczu w nasionach.

The experiment was carried out in split-plot design in four replications in two locations: Łagiewniki and Zielęcin. The purpose of this study was the comparison of agronomical and commercial plant characters between DH H5 129 line, hybrid varieties and open pollinated variety Kana and also evaluation of their response to nitrogen fertilization. Investigated varieties differed in yield, morphological characters, resistance to lodging, dark leaf and spot infestation, total and alkenyl glucosinolate content. The composite hybrid POH 798 had the highest yield, and was characterized by the highest number of pods per plant and per area unit, high weight of 1000 seeds and the smallest number of seeds per pod. This variety was the tallest, had the highest number of branches and the greatest resistance to lodging. Nitrogen fertilization caused significant increase of seed yield, number of pods per plant and per area unit, number of branches, plant height and lodging, chlorophyll content in leaves, protein content in seeds and decrease of fat content in seeds.

Wstęp

Podstawowym celem hodowli roślin jest wytworzenie odmian charakteryzujących się najbardziej wartościowymi cechami użytkowymi. Jedną z dróg uzyskania takich odmian jest ich wytworzenie z linii podwojonych haploidów. Pechan i Smykał (2001) uważają, że użycie podwojonych haploidów może przyspieszyć czas wytworzenia nowej odmiany nawet o 50%. Wójtowicz i Wielebski (2000) prowadząc badania z odmianą Lisek, wytworzoną z linii podwojonych haploidów, zwracają uwagę na jej wysokie i wierne plonowanie oraz niską zawartość glukozyolanów. Duże nadzieje pokłada się również w hodowli odmian mieszańcowych zarówno złożonych jak i zrestorowanych. Wyższe plonowanie mieszańców w porównaniu z odmianami populacyjnymi wykazali Wielebski i Wójtowicz (1998), Champolivier i Merrien (1999), Pandey i Zehr (1999). W Oddziale Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Poznaniu prowadzone są intensywne prace nad liniami podwojonych haploidów oraz odmianami mieszańcowymi. Celem niniejszej pracy jest charakterystyka zaawansowanych materiałów hodowlanych uprawianych w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotowego na tle odmiany Kana.

Material i metodyka

Doświadczenie założono w roku 2000 w układzie losowanych podbloków w czterech powtórzeniach w dwóch miejscowościach: Łągiewniki i Zielęcín. W badaniach oceniano następujące materiały hodowlane: linia DH H5 129, dwa mieszańce zrestorowane 2542/99 i 2548/99, mieszańiec złożony POH 798. Wzorcem była odmiana Kana. Siew nasion wykonano siewnikiem samobieźnym typu Bratek w rozstawie rzędów 30 cm w ilości 80 szt./m².

W Łągiewnikach doświadczenie przeprowadzono na glebie płowej wytworzonej z piasku słabo gliniastego, należącej do kompleksu pszenno-żytniego klasy bonitacyjnej IIIa. Przedsięwzięcie zastosowano: 15 kg N/ha, 30 kg P₂O₅/ha, 75 kg K₂O/ha w formie nawozu Kemira. Nasiona wysiano 29 sierpnia na poletkach o powierzchni 16,8 m². W Zielęcín doświadczenie założono na glebie brunatnej wytworzonej z piasku gliniastego lekkiego należącej do klasy bonitacyjnej IVa oraz kompleksu żytnio-ziemniaczanego. Przed siewem poletka nawieziono dawką 20 kg N/ha w formie siarczanu amonu oraz 39 kg P₂O₅/ha i 160 K₂O/ha stosując nawóz Lubofos i Kamex. Siew nasion wykonano 26 sierpnia. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 12 m². Wiosną rzepak nawieziono saletrą amonową według schematu doświadczenia (60, 100, 140, 180, 220 kg N/ha).

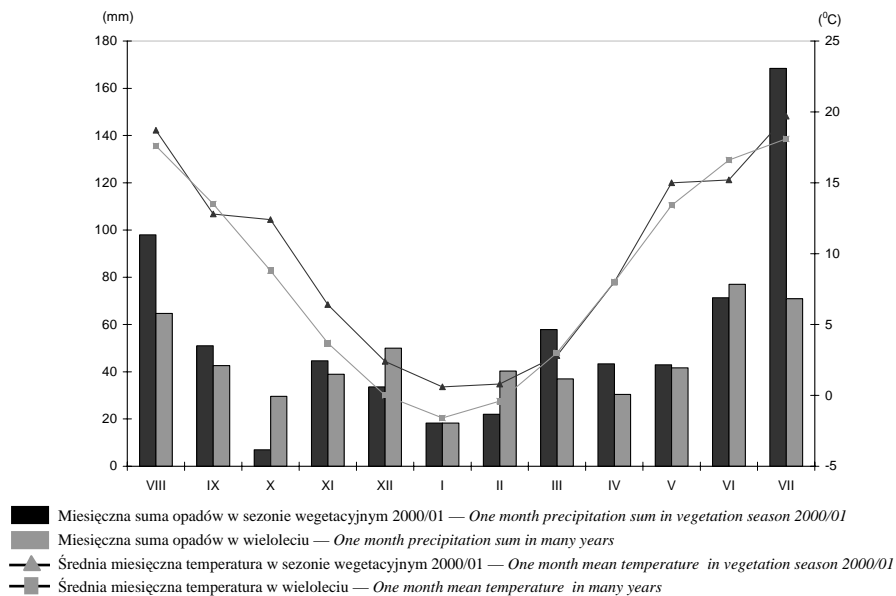
W pełni kwitnienia na trzydziestu najmłodszych w pełni wykształconych liściach na każdym poletku, dokonano pomiaru zawartości chlorofilu w liściach przy użyciu N Testera SPAD 502. W skali 9-stopniowej oszacowano porażenie

roślin czernią krzyżowych i wyleganie roślin. Przed zbiorem określono liczbę łuszczyń na roślinie i liczbę nasion w łuszczyń. Liczbę nasion w łuszczyń określono na 25 losowo wybranych łuszczyń z górnej, środkowej i dolnej partii grom owoconośnych. Liczbę łuszczyń na roślinie policzono na 10 roślinach pobranych losowo z każdego poletka. 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 łuszczyń zebranych z jednostki powierzchni i masę nasion w łuszczyń. Elementy struktury plonu i cechy morfologiczne roślin dla mieszańca złożonego POH 798 obliczono na podstawie średnich ważonych jego komponentów — roślin pyłących i niepyłących. Plon nasion w dt/ha analizowano przy 12% zawartości wody. Zawartość tłuszczu surowego w nasionach oceniono wykorzystując magnetyczny rezonans jądrowy — NMR, a białka ogólne na podstawie zawartości azotu oznaczonego metodą Kjeldahla. Zawartość glukozyolanów w nasionach oceniono metodą chromatografii gazowej. Uzyskane wyniki oszacowano analizą wariancji, a istotność różnic określono na poziomie ufności $P \leq 0,05$. Symbolem „ni” oznaczono brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej. Ponieważ interakcja pomiędzy nawożeniem azotowym a formami hodowlanymi była nieistotna przedstawiono tylko wartości średnie dla badanych czynników.

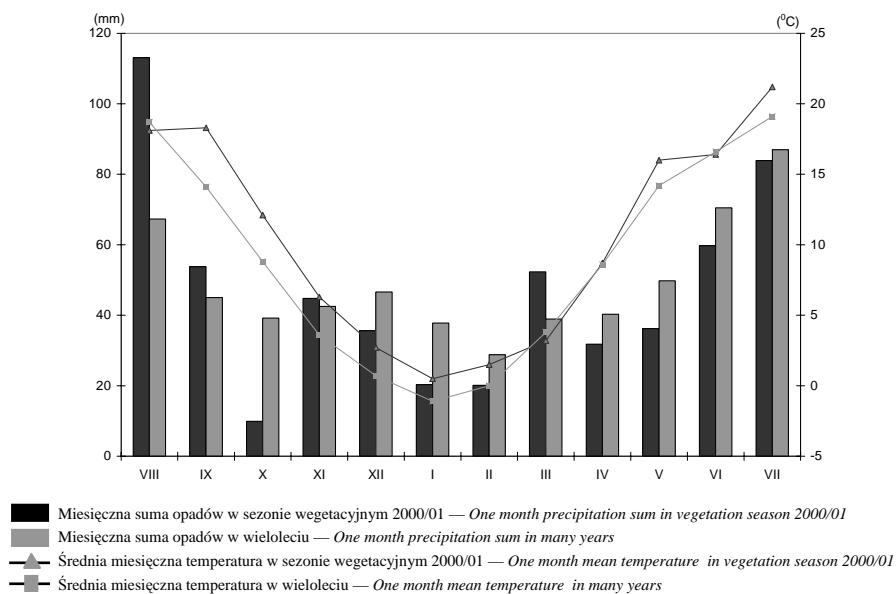
Wyniki

Na lżejszych glebach Zielęcina warunki wykonywania prac polowych oraz kiełkowania i wschodów były korzystne. Natomiast w Łagiewnikach duża ilość opadów w okresie przedsejnym i po siewie spowodowała zaskorupienie gleby, czego rezultatem były słabsze wschody i niższa niż planowano obsada roślin. Wyjątkowo długa i ciepła jesień sprzyjała rozwojowi rzepaku. Rośliny przed zimą wytworzyły dobrze ulistnioną rozetę ze stosunkowo nisko osadzonym pękiem wierzchołkowym. Przebieg pogody w okresie zimy nie stwarzał zagrożeń dla roślin rzepaku. Na przedwiośniu pogoda była zmienna. Ocieplenie przerywane było okresami zimniejszej pogody. Warunki pogodowe w maju były korzystne dla kwitnienia rzepaku, a ciepła i wilgotna pogoda na przełomie czerwca i lipca sprzyjała dojrzewaniu. Zbiór był utrudniony przez znaczne nasilenie opadów w tym okresie. Układ warunków meteorologicznych przedstawiono przy pomocy klimatogramów (rys. 1, 2).

Wiosenne nawożenie azotowe istotnie wpłynęło na rozwój roślin (tab. 1). Rośliny nawożone wyższymi dawkami azotu charakteryzowały się wyższą zawartością chlorofilu w liściach, silniej się rozgałęziały i były wyższe. Na poletkach nawożonych dawką 220 kg N/ha zanotowano istotnie większe wyleganie roślin przed zbiorem. Porażenie roślin przez czerń krzyżowych (*Alternaria* spp.) nie było istotnie zależne od nawożenia azotowego.



Rys. 1. Miesięczne sumy opadów i średnie temperatury powietrza w sezonie wegetacyjnym 2000/01 w Łagiewnikach na tle wielolecia — One month precipitation sum and mean air temperature in vegetation season 2000/01 in Łagiewniki against the background of many years' data



Rys. 2. Miesięczne sumy opadów i średnie temperatury powietrza w sezonie wegetacyjnym 2000/01 w Zielęcinie na tle wielolecia — One month precipitation sum and air temperature in vegetation season 2000/01 in Zielęcinnie against the background of many years' data

Tabela 1

Wpływ wiosennego nawożenia azotowego i różnych form hodowlanych na zawartość chlorofilu w liściach, rozwój roślin oraz porażenie czernią krzyżowych (*Alternaria* spp.)
Influence of spring nitrogen fertilization and breeding material on chlorophyll content in leaves, plant development, dark leaf and pod spot infestation

Czynnik Factor	Zawartość chlorofilu w liściach Chlorophyll content in leaves (SPAD)	Liczba rozgałęzień na roślinie Number of branches per plant	Wysokość roślin Plant height [cm]	Wyleganie Lodging [1–9]	Porażenie czernią krzyżowych Dark leaf and pod spot infestation [1–9]
Dawka azotu — Nitrogen dose [kg/ha]					
60	651 a	5,0 a	136 a	8,0 a	7,8 a
100	665 a	5,3 a	139 ab	7,9 a	7,7 a
140	684 ab	5,4 ab	139 ab	7,9 a	7,7 a
180	720 ab	5,8 bc	140 ab	7,7 a	7,6 a
220	748 b	6,1 c	143 b	7,4 b	7,6 a
NIR — $LSD_{0,05}$	72,4	0,48	4,8	0,33	ni
Forma hodowlana — Breeding material					
DH H5 129	757 b	4,7 a	134 ab	8,2 b	7,3 a
POH 798	685 ab	7,3 c	154 d	8,3 b	7,7 b
2542/99	662 a	4,8 a	141 c	7,4 a	7,9 b
2548/99	671 a	5,1 a	136 b	7,4 a	7,9 b
Kana	693 ab	5,7 b	132 a	7,4 a	7,8 b
NIR — $LSD_{0,05}$	72,4	0,47	3,7	0,26	0,25

Najwyższą zawartością chlorofilu w liściach charakteryzowała się linia DH H5 129. Zawartość chlorofilu w liściach u pozostałych odmian była podobna. Badane formy istotnie różniły się rozwojem w okresie wiosny. Rośliny mieszańca złożonego POH 798 posiadały istotnie więcej rozgałęzień, były najwyższe i obok linii DH H5 129 najmniej wylegały. Linia DH H5 129 charakteryzowała się istotnie większym porażeniem czernią krzyżowych (*Alternaria* spp.).

Wiosenne nawożenie azotowe istotnie różnicowało liczbę łuszczyń na roślinie i na jednostce powierzchni. Pozostałe komponenty plonu nie zmieniały się istotnie pod wpływem wzrastających dawek nawożenia azotowego (tab. 2). Analizowane w doświadczeniu formy istotnie różniły się komponentami plonu. Najwyżej plonujący mieszańiec złożony POH 798 charakteryzował się istotnie największą liczbą łuszczyń na roślinie i jednostce powierzchni oraz najniższą liczbą nasion w łuszczyń. Mieszańce zresterowane 2542/99 i 2548/99 nie różniły się liczbą łuszczyń na roślinie i na jednostce powierzchni od populacyjnej odmiany Kana. Natomiast linia DH H5 129 odznaczała się najniższą liczbą łuszczyń na roślinie i jednostce powierzchni oraz najwyższą liczbą nasion w łuszczyń.

Tabela 2

Wpływ wiosennego nawożenia azotowego i różnych form hodowlanych na elementy struktury plonu — *Influence of spring nitrogen fertilization and breeding material on yield components*

A — Liczba łuszczyń na roślinie — *Number of pods per plant*

B — Liczba roślin na 1 m² — *Number of plants per sq. m.*

C — Liczba łuszczyń na 1 m² — *Number of pods per sq. m.*

D — Masa 1000 nasion — *Weight of 1000 seeds [g]*

E — Liczba nasion w łuszczyńce — *Number of seeds per pod*

F — Masa nasion w łuszczyńce — *Weight of seeds per pod [mg]*

Czynnik — <i>Factor</i>	A	B	C	D	E	F
Dawka azotu — <i>Nitrogen dose [kg/ha]</i>						
60	129 a	57	7201 a	3,93	20,5	80,3
100	145 a	57	8163 ab	3,88	21,1	82,1
140	149 a	57	8091 ab	3,89	20,3	79,1
180	180 b	55	9000 b	3,91	21,2	83,1
220	201 b	55	10305 c	3,90	21,4	83,2
NIR — <i>LSD_{0,05}</i>	22,2	ni	1293,5	ni	ni	ni
Forma hodowlana — <i>Breeding material</i>						
DH H5 129	104 a	55 b	5768 a	4,06 c	23,1 c	93,6 c
POH 798	290 c	47 a	13324 d	4,05 c	17,9 a	72,5 a
2542/99	124 ab	59 c	7097 b	3,89 bc	22,4 c	87,2 c
2548/99	146 b	62 d	8828 c	3,63 a	20,5 b	74,7 ab
Kana	141 b	55 b	7743 bc	3,90 c	20,5 b	79,9 b
NIR — <i>LSD_{0,05}</i>	23,2	2,1	1220	0,206	1,79	7,10

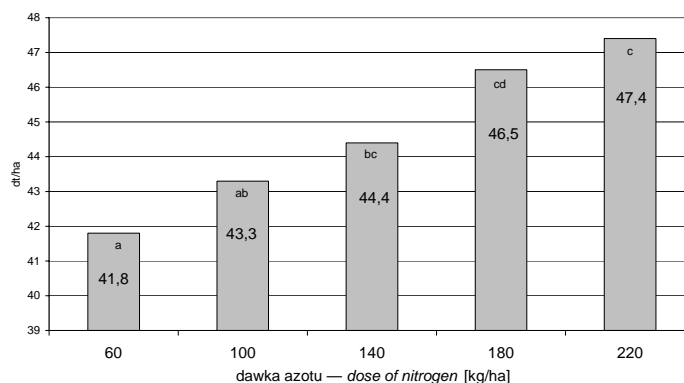
Tabela 3

Porównanie cech morfologicznych komponentów mieszańca złożonego POH 798
Comparison of morphological characters of components of composite hybrid 798

Komponent mieszańca złożonego <i>Component of composite hybrid</i>	Liczba łuszczyń na roślinie <i>Number of pods per plant</i>	Masa 1000 nasion <i>Weight of 1000 seeds [g]</i>	Liczba nasion w łuszczyńce <i>Number of seeds per pod</i>	Liczba rozgałęzień na roślinie <i>Number of branches per plant</i>	Wysokość roślin <i>Plant height [cm]</i>
Rośliny pyłące <i>Pollinator plants</i>	154	3,6	19,1	6,3	144
Rośliny niepyłące <i>Male sterile plants</i>	347	4,5	17,7	7,8	158
NIR — <i>LSD_{0,05}</i>	129	0,38	ni	0,63	3,8

Komponenty mieszańca złożonego POH 798 użytego w doświadczeniu wykazały istotne różnice morfologiczne (tab. 3). Rośliny niepylące charakteryzowały się większą liczbą łuszczyń i masą 1000 nasion oraz nieistotnie mniejszą liczbą nasion w łuszczyńce. Ponadto miały więcej rozgałęzień i były wyższe. Największa różnica pomiędzy komponentami mieszańca dotyczyła liczby łuszczyń na roślinie. Rośliny niepylące wytworzyły ponad dwukrotnie więcej łuszczyń niż rośliny zapylacza.

Plon nasion wszystkich badanych odmian wzrastał wraz ze wzrostem wiosennych dawek nawożenia azotowego. Zwiększenie dawki azotu o 40 kg/ha nie powodowało istotnego wzrostu plonu. Istotne różnice odnotowano pomiędzy kombinacjami, które różniły się poziomem wiosennego nawożenia azotem o co najmniej 80 kg/ha (rys. 3).



Rys. 3. Wpływ wiosennego nawożenia azotowego na plon nasion — *Influence of spring nitrogen fertilization on seed yield*

Doświadczenie wykazało istotne zróżnicowanie plonów badanych form hodowlanych. Najwyżej plonował mieszaniec złożony POH 798 (115% plonu odmiany Kana) oraz mieszaniec zrestorowany 2548/99 (111% plonu odmiany Kana). Na poziomie odmiany Kana plonowała linia DH 129 (97% odmiany Kana). Najniżej plonował mieszaniec zrestorowany 2542/99 (94,4% odmiany Kana) (rys. 4).

Nawożenie azotowe istotnie wpływało na zawartość białka i tłuszczu w nasionach. Nie modyfikowało natomiast zawartości glukozyolanów (tab. 4).

Badane formy istotnie różniły się zawartością glukozyolanów alkenowych i sumą glukozyolanów oraz udziałem glukozyolanów alkenowych (tab. 5). Najniższą zawartością sumy glukozyolanów oraz glukozyolanów alkenowych charakteryzowała się linia DH H5 129. Linia DH H5 129 odznaczała się również najmniejszym procentowym udziałem glukozyolanów alkenowych. Mieszaniec zrestorowany 2542/99 nie odbiegał istotnie zawartością glukozyolanów alkenowych oraz całkowitą zawartością glukozyolanów od odmiany Kana. Najwyższą zawartością tych związków charakteryzował się mieszaniec złożony POH 798 oraz mieszaniec zrestorowany 2548/99.

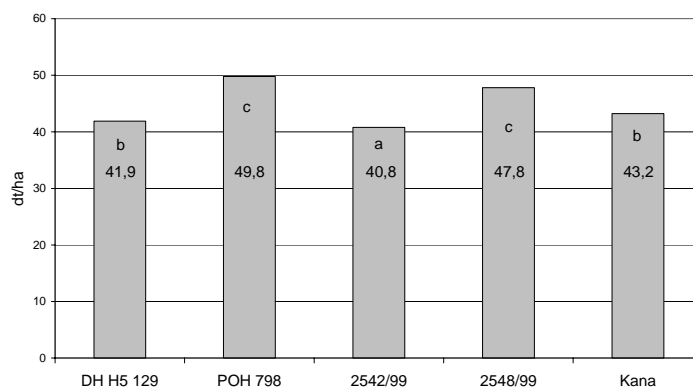
Rys. 4. Plon nasion badanych form hodowlanych — *Seed yield of investigated breeding material* [dt/ha]

Tabela 4

Wpływ nawożenia azotowego na jakość nasion — *Effect of nitrogen fertilization on seed quality*

Dawka azotu <i>Nitrogen dose</i> [kg/ha]	Zawartość białka <i>Protein content</i> [%]	Zawartość tłuszczu <i>Fat content</i> [%]	Zawartość glukozynolanów <i>Glucosinolate content</i> [μM/g nasion]
60	19,5 a	50,3 a	8,9
100	20,1 b	50,1 a	9,8
140	20,5 b	49,7 ab	10,2
180	21,2 c	48,8 b	10,6
220	22,0 d	48,7 b	10,7
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	0,41	0,87	ni

Tabela 5

Porównanie zawartości białka, tłuszczu i glukozynolanów u badanych form hodowlanych
*Comparison of protein, fat, glucosinolate content in investigated breeding material*A — Zawartość białka — *Protein content* [%]B — Zawartość tłuszczu — *Fat content* [%]C — Zawartość glukozynolanów indolowych — *Indol glucosinolate content* [μM/g nasion]D — Zawartość glukozynolanów alkenowych — *Alkenyl glucosinolate content* [μM/g nasion]E — Zawartość glukozynolanów — *Total glucosinolate content* [μM/g nasion]F — Procentowy udział glukozynolanów alkenowych — *Percentage of alkenyl glucosinolate*

Forma hodowlana <i>Breeding material</i>	A	B	C	D	E	F
DH H5 129	20,6	49,9	3,4	2,4 a	5,8 a	40,7
POH 798	20,8	49,8	3,4	8,6 c	12,0 c	72,3
2542/99	20,8	49,1	4,0	6,1 b	10,1 b	60,3
2548/99	20,6	49,2	3,9	9,9 c	13,3 c	73,9
Kana	20,4	49,5	3,5	5,4 b	8,9 b	60,7
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	ni	ni	ni	1,3	1,4	

Podsumowując zebrane wyniki, analizowane nowe formy rzepaku można scharakteryzować w sposób następujący:

- Najwyżej plonował mieszaniec złożony POH 798, który charakteryzował się największą liczbą łuszczyń na roślinie i jednostce powierzchni, wysoką masą 1000 nasion, natomiast najniższą liczbą nasion w łuszczyń. Odmiana ta najsilniej rozgałęziała się, była najwyższa i najodporniejsza na wyleganie. POH 798 odznaczał się również istotnie większą zawartością glukozyzolanów od odmiany Kana.
- Mieszaniec zrestorowany 2548/99 nie różnił się istotnie wysokością plonowania od mieszańca złożonego POH 798. Odmiana ta charakteryzowała się najwyższą zawartością sumy glukozyzolanów oraz glukozyzolanów alkenowych w nasionach.
- Linia DH H5 129 plonowała na poziomie populacyjnej odmiany Kana. Charakteryzowała się największą zawartością chlorofilu w liściach, najniższą liczbą łuszczyń na roślinie i jednostce powierzchni, najwyższą liczbą nasion w łuszczyń i masą 1000 nasion oraz masą nasion w łuszczyń oraz najwyższą podatnością na czerń krzyżowych (*Alternaria* spp.). Ponadto odznaczała się najniższą zawartością sumy glukozyzolanów i bardziej szkodliwych glukozyzolanów alkenowych oraz najniższym procentowym udziałem glukozyzolanów alkenowych.
- Mieszaniec zrestorowany 2542/99 plonował najslabiej. Zawartością glukozyzolanów nie różnił się istotnie od odmiany Kana. Charakteryzował się dużą liczbą i masą nasion w łuszczyń.

Dyskusja

Odmiany rzepaku ozimego różnią się cechami rolniczymi i użytkowymi. Różnice wysokości plonowania odmian wykazali już Allen i Morgan (1972). Również badania przeprowadzone przez COBORU (Heimann 1992) oraz IHAR (Wielebski, Wójtowicz 1998; Wójtowicz, Wielebski 1998, 2000) potwierdzają, że odmiany różnią się wielkością plonu nasion. Także analizowane w doświadczeniu formy rzepaku różniły się istotnie plonem nasion. Przeprowadzone doświadczenie wykazało również, że odmiany różniły się strukturą plonu. Zróżnicowanie w wykształceniu elementów struktury plonu między odmianami wykazali także Muśnicki i Muśnicka (1986b), Szczygielski i Owczarek (1987), Barszczak i in. (1993), Barszczak i in. (1994), Barszczak i Barszczak (1995). Wiele prac poświęconych jest również zbadaniu wpływu poszczególnych elementów struktury plonu na jego wielkość. Wyniki tych prac nie są jednoznaczne, ale przeważa pogląd, że najbardziej efektywnym elementem struktury jest liczba łuszczyń, czego dowiedli Schrimpf (1954), Stolle (1954), Olsson (1960), Thurling (1974), Muśnicki (1989),

Wójtowicz i Muśnicki (2001). Potwierdzają to badania własne, gdzie najwyższą plonującą odmianą był mieszaniec złożony POH 798, który charakteryzował się największą liczbą łuszczyń na roślinie i jednostce powierzchni. Znaczna liczba łuszczyń u tej odmiany mieszańcowej była wyprodukowana przez rośliny niepyłające, które wytworzyły ponad dwukrotnie więcej łuszczyń od roślin zapylacza.

Badania Muśnickiego (1989), Horodyskiego (1990) i Heimanna (1992) wykazały zróżnicowanie odmianowe także dla innych cech rolniczych, takich jak wysokość roślin i wyleganie. Badania własne wykazały że oprócz wspomnianych cech odmiany rzepaku różnią się zawartością chlorofilu w liściach, liczbą rozgałęzień oraz porażeniem roślin przez czerń krzyżowych (*Alternaria* spp.). Najwyższą zawartością chlorofilu w liściach charakteryzowała się linia DH H5 129. Ujemną cechą tej linii było istotnie większe porażenie czernią krzyżowych (*Alternaria* spp.), co jest prawdopodobnie rezultatem jej jednorodności genetycznej lub niskiej zawartości glukozyńolanów.

Spośród cech użytkowych zostały udowodnione istotne różnice w zawartości glukozyńolanów alkenowych i w sumie glukozyńolanów oraz w udziale glukozyńolanów alkenowych. Wcześniejsze badania Horodyskiego (1990) i Heimanna (1992) dowiodły, że podwójnie ulepszone odmiany rzepaku ozimego różnią się istotnie zawartością glukozyńolanów w nasionach.

Różnic odmianowych poszukuje się także w reakcji odmian na warunki agrotechniczne. Obok szeregu czynników uprawowych na dużą skalę prowadzone są badania nad wiosennym nawożeniem azotowym. Spośród wszystkich składników pokarmowych azot jest najbardziej plonotwórczym elementem w żywieniu roślin, a szczególną rolę odgrywa u roślin takich jak rzepak, charakteryzujących się wysoką zawartością białka. Nawożenie azotowe, co wykazali Holmes i Ainsley (1978), Szukalski i Gołąb (1983), Budzyński i in. (1985), Augustinussen (1987), Wright i in. (1988), Ogunlela i in. (1989), Taylor i in. (1991), Jasińska i in. (1993) oraz Wielebski i Wójtowicz (1998) powoduje istotny wzrost zawartości białka ogólnego w nasionach rzepaku. Również wszystkie analizowane odmiany w referowanym doświadczeniu własnym reagowały wzrostem zawartości białka na wiosenne nawożenie azotem.

Odnośnie wpływu nawożenia azotowego na plon odmian autorzy nie są zgodni. Budzyński i in. (1983, 1985), Muśnicki i Jodłowski (1986a) oraz Barszczak i Barszczak (1995) wykazują, że odmiany podobnie reagują na wysokość wiosennej dawki azotu. Natomiast badania Spasibionka i in. (1996), Wielebskiego i Wójtowicza (1998) dowodzą zróżnicowanej reakcji odmian na ten czynnik uprawowy. Autorzy ci wyróżniają odmiany silniej i słabiej reagujące na wiosenne nawożenie azotowe. Poparcie tego stanowiska znajdujemy w pracy Geratha i Schweigera (1991), którzy stwierdzają, że zmienność co do zdolności wykorzystania azotu ma źródło genetyczne. W omawianym doświadczeniu plon wszystkich badanych odmian wzrastał w podobnym stopniu pod wpływem tego czynnika. Niejednoznaczne są

również rezultaty prac dotyczących wpływu nawożenia azotowego na elementy struktury plonu. Według Horodyskiego (1962) i Muśnickiego (1989) wielkość dawki azotu wpływa na liczbę łuszczyń na roślinie, a według Barszczaka i in. (1990, 1993) na masę 1000 nasion. Wójtowicz i in. (1993) prowadząc doświadczenia w kontrolowanych warunkach siedliska (doświadczenia wazonowe) wykazują wpływ nawożenia azotowego zarówno na liczbę łuszczyń jak i masę 1000 nasion. W badaniach własnych nawożenie azotowe istotnie wpłynęło tylko na liczbę łuszczyń. Brak zmian w masie 1000 nasion prawdopodobnie był rezultatem dobrego zaopatrzenia roślin w wodę w okresie kwitnienia rzepaku. Jak wykazali Wójtowicz i Wielebski (1995) wpływ nawożenia azotowego na masę 1000 nasion najsilniej ujawnia się w warunkach niedoboru wody w czasie kwitnienia.

Wnioski

- Badane formy hodowlane różniły się istotnie plonem, cechami morfologicznymi, podatnością na wyleganie i porażenie roślin czernią krzyżowych (*Alternaria* spp.) oraz zawartością sumy glukozynolanów i glukozynolanów alkenowych, a także procentowym udziałem glukozynolanów alkenonowych.
- U wszystkich analizowanych form nawożenie azotowe istotnie wpływało na wzrost plonu nasion, liczbę łuszczyń na roślinie i na jednostce powierzchni, liczbę rozgałęzień, wysokość i wyleganie roślin, zwiększyło zawartość chlorofilu w liściach i białka w nasionach, a ograniczyło zawartość tłuszczu w nasionach.

Conclusions

- Investigated varieties differed in yield, morphological characters, resistance to lodging and dark leaf and spot infestation, total and alkenyl glucosinolate content and percentage of alkenyl glucosinolate.
- Nitrogen fertilization significantly increases seed yield, number of pods per plant and per area unit, number of branches, plant height and lodging, chlorophyll content in leaves, protein content in seeds and decrease of fat content in seeds.

Literatura

- Allen E.J., Morgan D.J. 1972. A quantitative analysis of the effects of nitrogen on the growth, development and yield of oilseed rape. *J. Agric. Sci., Camb.* 78: 315-324.
- Augustinussen E. 1987. The influence of nitrogen fertilization on growth and development of winter oilseed rape. *Danish Journal of Plant Science*, 91: 301-311.
- 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*, XVI (1): 165-172.
- Barszczak Z., Barszczak T., Górczyński J. 1993. Wpływ okresowej suszy, zakwaszenia gleby na plony nasion rzepaku ozimego zależnie od dawki azotu. *Zeszyty Problemowe PNR*, 6: 15-23.
- 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*, XVI (1): 165-172.
- Barszczak Z., Barszczak T., Górczyński J., Kot A. 1990. Wpływ wilgotności, zakwaszenia gleby i dawki azotu na cechy morfologiczne roślin i plony odmian rzepaku ozimego. *Zesz. Probl. IHAR „Rośliny Oleiste”*, 1: 173-182.
- Barszczak Z., Barszczak T., Kosjanowicz W. 1994. Wpływ okresowej suszy i dawek azotu na plony i skład chemiczny nasion odmian rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, XV (2): 9-16.
- Budzyński W., Majkowski K., Borysiak M., Horodyski A., Muśnicka B., Jasińska Z., Kotecki A., Muśnicki Cz. 1983. Wpływ nawożenia azotem na wyleganie i plonowanie odmian rzepaku ozimego. *Mat. Kraj. Semin. „Wyniki badań nad rzepakiem ozimym”*, 287-296.
- Budzyński W., Majkowski 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. *Biul. IHAR*, 157: 123-134.
- Champolivier L., Merrien A. 1999. Comparison of growth, yield components and seed quality of an “hybrid-line” composite versus a classical line. *Proc. 10th Int. Rapeseed Congress, C.D., Canberra*.
- Gerath H., Schwejger W. 1991. Improvement of the use of nutrients in winter rape – a strategy of economically and ecologically responsible fertilising. *Proc. of the 8th Intern. Rapeseed Congress, Saskatoon*, 4: 1197-1201.
- Heimann S. 1992. Rzepak ozimy – synteza wyników doświadczeń odmianowych za rok 1992. *Zesz. Odm. COBORU*, 938.
- Holmes i Ainsley. 1978. Seedbed fertilizer requirements of winter oilseed rape. *J. Sc. Fd. Agric.*, 29: 657-666.
- Horodyski A. 1962. Przebieg pobierania azotu przez rzepak ozimy w zależności od wysokich dawek nawozów azotowych i pory ich stosowania. *Pam. Puł.*, 8: 83-143.
- Horodyski A. 1990. Rzepak podwójnie ulepszony. *PWRiL, Poznań*.
- Jasińska Z., Malarz W., Budzyński W., Toboła P. 1993. Wpływ sposobu wiosennego nawożenia azotem na plonowanie rzepaku ozimego. *Postępy Nauk Rolniczych*, 6: 33-40.
- Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowanie w zmieniających warunkach środowiskowo-agrotechnicznych. *Rocz. Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rozprawy Naukowe*, 191: 1-154.

- Muśnicki Cz., Jodłowski M. 1986a. Wpływ nawożenia azotowego na plonowanie różnych typów odmian rzepaku ozimego. Zesz. probl. IHAR „Rzepak ozimy”, 146-156.
- Muśnicki Cz., Muśnicka B. 1986b. Struktura plonowania różnych typów jakościowych rzepaku ozimego. Zesz. probl. IHAR „Rzepak ozimy”, 107-122.
- Ogunlela V., Kullman A., Geisler G. 1989. Leaf growth and chlorophyll content of oilseed rape (*Brassica napus* L.) as influenced by nitrogen supply. J. Agron. Crop Sci., 163: 73-89.
- Olsson G. 1960. Some relationships between number of seeds per pod, seed size, oil content and the effects of selection for these characters in *brassica* and *sinapis*. Hereditas, 46: 29-70.
- Pandey L.B., Zehr B.E. 1999. Commercial heterosis of F1 hybrids in Oilseed Brassica. Proc. 10th Int. Rapeseed Congress, C.D., Canberra.
- Pechan P.M., Smykal P. 2001. Androgenesis: Affecting the fate of the male gametophyte. Physiol. Plant., 111: 1-8.
- Schrimpf D. 1954. Untersuchungen über den Blüten- und Schotenansatz bei Raps, Rübsen und Senf. Zschr. Acker- und Pflanzenbau, 97: 305-336.
- Spasibionek S., Ogrodowczyk M., Krzymański J., Wójtowicz M. 1996. Reakcja nowych rodów rzepaku ozimego na poziom nawożenia azotem. Rośliny Oleiste, XVII (1): 85-94.
- Stolle G. 1954. Ein Beitrag zur Ertragszüchtung beim Winterraps. Züchter, 24: 202-215.
- Szczygielski T., Owczarek E. 1987. Response of new winter rape varieties to the sowing density. Proc. of the 7th Intern. Rapeseed Congress, Poznań, 4: 868-872.
- Szukalski H., Gołąb W. 1983. Korelacja między zawartością tłuszczu i białka w nasionach bezerukowych odmian rzepaku ozimego w zależności od poziomu zaopatrzenia roślin w azot. Mat. Kraj. Semin. „Wyniki badań nad rzepakiem ozimym”, 297-302.
- Taylor A.J., Smith C.J., Wilson I.B. 1991. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of canola (*Brassica napus* L.). Fertilizer Res., 29: 249-260.
- Thurling N. 1974. Morphophysiological Determinates of Yield in Rapeseed (*Brassica campestris* and *Brassica napus*). II Yield Components. Aust. J. Agric. Res., 25: 711-721.
- Wright G.C., Smith C.J., Woodroffe M.R. 1988. The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed (*Brassica napus* L.) production in south-eastern Australia. I. Growth and seed yield. Irrig. Sci., 9: 1-13.
- Wielebski F., Wójtowicz M. 1998. Reakcja odmian rzepaku ozimego na wzrastające dawki azotu na glebach żytnych w Zielęcinie. Rośliny Oleiste, XIX (2): 507-514.
- Wójtowicz M., Krótka K., Wielebski F. 1993. Wpływ wiosennego nawożenia azotowego na plon, elementy plonotwórcze oraz jakość nasion rzepaku podwójnie ulepszanego. Postępy Nauk Rolniczych, 6: 51-58.
- Wójtowicz M., Muśnicki Cz. 2001. Udział komponentów struktury w kształtowaniu plonu nasion podwójnie ulepszonych odmian rzepaku ozimego. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu – CCCXXXV: 107-122.
- Wójtowicz M., Wielebski F. 1995. Wpływ wiosennego nawożenia azotem przy różnym uwilgotnieniu gleby na plon, elementy plonotwórcze i zawartość glukozyolanów w nasionach trzech odmian rzepaku ozimego. Rośliny Oleiste, XVI (1): 157-163.
- Wójtowicz M., Wielebski F. 1998. Ocena plonowania wybranych odmian rzepaku podwójnie ulepszanego w latach 1991-95. Rośliny Oleiste, XIX (2): 429-435.

Wójtowicz M., Wielebski F. 2000. Porównanie zrestorowanych odmian mieszańcowych z odmianą wyprowadzoną z linii podwojonych haploidów i odmianami populacyjnymi rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, XXI (1): 55-64.