

Maria Wawrzyniak, Maria Ogrodowczyk

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Zakład Roślin Oleistych w Poznaniu

Badanie związku potrzeb jaryzacyjnych z zimotrwałością roślin rzepaku ozimego o zmodyfikowanych cechach jakościowych

Research of relationship between vernalization requirements and overwintering of winter oilseed rape with modified quality characteristics

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, wymagania jaryzacyjne, cechy morfologiczne, plon, przezimowanie

Key words: oilseed rape, vernalization requirements, morphological traits, yield, overwintering

Obiektami badań było 18 genotypów rzepaku o zmienionym składzie kwasów tłuszczowych — niskiej zawartości kwasu linolenowego. Cecha ta została wprowadzona do genotypu rzepaku ozimego z jarych odmian Stellar i Apollo. Z tymi genotypami wykonano doświadczenie mające na celu określenie niezbędnego czasu jaryzacji podając je działaniu niskich temperatur przez okres 7 tygodni, 3 tygodni oraz pozostawiając do okresu kwitnienia bez jaryzacji. W wyniku tego doświadczenia podzielono badane genotypy na 3 klasy: o wysokich, średnich i niskich wymaganiach jaryzacji. Te same rody i linie zbadano w doświadczeniach polowych prowadzonych w ciągu dwóch lat w dwóch miejscowościach w północno-wschodniej Polsce. Stwierdzono, że przezimowanie badanych genotypów w sposób istotny zależało od liczby liści w rozecie jesienią. Stwierdzono także istotną ujemną korelację przezimowania z wyniesieniem stożka wzrostu, średnicą szyjki korzeniowej i świeżą masą rozety. Plon nasion, niezależnie od wymagań jaryzacyjnych, był istotnie skorelowany ze stanem roślin jesienią, średnicą szyjki korzeniowej i liczbą liści w rozecie oraz wczesnością kwitnienia. Ponadto plon nasion genotypów o najwyższych wymaganiach jaryzacyjnych był zależny od świeżej masy rozety i wyniesienia stożka wzrostu.

The investigations were carried out on 18 genotypes of rapeseed with changed fatty acids composition characterized by low linolenic acid content. This trait was introduced into winter rapeseed genotype from spring varieties Stellar and Apollo. The aim of the investigation was to determine the time necessary for vernalization. The plants had been treated with low temperatures for 7 weeks, 3 weeks and they had been left without vernalization until flowering period. As a result of the investigation, the examined genotypes were divided into 3 classes: with high, medium, and low vernalization requirements. The same strains and lines had been investigated on field trials carried out during two years in two sites in northern-eastern Poland. It has been stated that overwintering of the examined genotypes depended significantly on the number of leaves in a rosette in autumn. Also, significant negative correlation of overwintering and elevation of shoot apex, diameter of root collar, and fresh rosette matter, has been stated. Seed yield, independently of vernalization requirements, was significantly correlated with the condition of plants in autumn, diameter of root collar, the number of leaves in a rosette and earliness of flowering. Besides, seed yield of genotypes with the highest vernalization requirements was dependent on fresh rosette matter and elevation of shoot apex.

Wstęp

Zimotrwałość roślin jest cechą złożoną, gdyż jest to odporność na wiele czynników (stresów), takich jak: wymarzenie, przeziębienie, wymakanie, wysuszenie, wypieranie, wyprzenie, wysmalanie, uszkodzenie przez choroby i szkodniki. Wrażliwość roślin na stropy jest cechą genetycznie uwarunkowaną, ale silnie podlegającą modyfikującemu wpływowi środowiska (Grzesiuk i in. 1999).

Przyjmuje się, że o zimotrwałości decyduje przede wszystkim odporność na mróz — mrozoodporność, która jest cechą wielogenową. Odporność ta powstaje w wyniku procesu hartowania w niskich temperaturach poprzez zmiany fizjologiczno-biochemiczne i strukturalne zachodzące w komórkach roślinnych. Ten sam okres decyduje u roślin ozimych (dwuletnich) o zmianach prowadzących do przechodzenia do fazy rozwoju generatywnego. Działanie niskiej temperatury jest niezbędne do nabycia przez roślinę zdolności do przejścia w fazę rozwoju generatywnego — jest to okres jaryzacji.

Cecha zimotrwałości ze względu na swoją złożoność jest trudna do określenia, wymaga wszechstronnych badań. Dla celów selekcyjnych konieczne są względnie proste metody, które pozwoliłyby na ocenę genotypu pod względem tej cechy. Z tego względu podjęto badania mające na celu określenie związku wymagań jaryzacyjnych z zimotrwałością rzepaku ozimego.

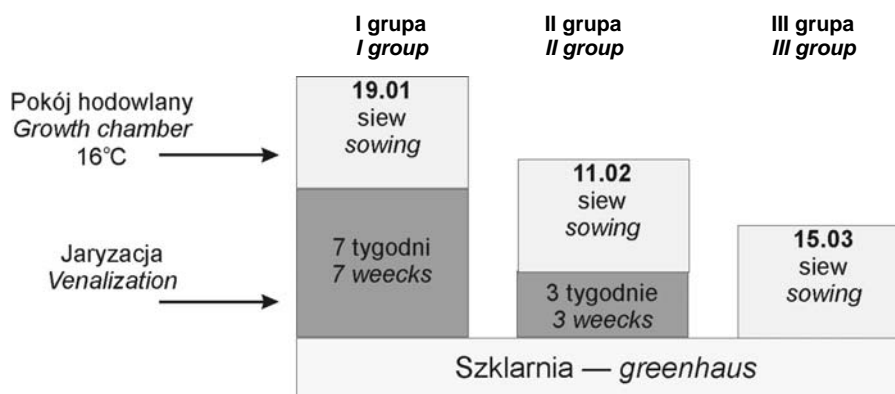
Material i metody

Material do badań stanowiło 18 linii i rodów rzepaku o zmienionym składzie kwasów tłuszczowych — niskiej zawartości kwasu linolenowego. Cecha ta została wprowadzona do genotypu rzepaku ozimego na drodze krzyżowań z odmianami jarymi Stellar i Apollo. W kontrolowanych warunkach klimatycznych przeprowadzono doświadczenie wazonowe w celu określenia wymagań jaryzacyjnych tych genotypów. Formami wzorcowymi w tym doświadczeniu były odmiany rzepaku: ozima — Kana i jara — Star.

Rośliny podzielono na trzy grupy poddając je różnej długości czasu jaryzacji (rys. 1). Wysiewano po 20 roślin każdej z badanych linii i rodów. Terminy wysiewu zostały tak dobrane, aby wszystkie rośliny po ukończeniu jaryzacji w tym samym momencie rozpoczęły wegetację w warunkach odpowiadających naturalnemu rozwojowi rzepaku na wiosnę. Pierwszy etap wzrostu wszystkich grup roślin przebiegał w pokoju hodowlanym w temperaturze 16°C, przy długości dnia i nocy 12 h/12 h i trwał do osiągnięcia przez rośliny fazy 5–6 liści. Rośliny były oświetlone lampami typu „Flora” o mocy 160 W/0,3 m² w odległości 40 cm od powierzchni donicy. Po tym etapie przenoszono je do komory jaryzacyjnej o temperaturze około 5°C na założone okresy jaryzacji:

- I grupa — 7 tygodni,
- II grupa — 3 tygodnie,
- III grupa — bez jaryzacji.

W końcu kwietnia wszystkie grupy roślin zostały równocześnie przeniesione do szklarni, gdzie przebiegał ich dalszy rozwój do lipca. W tym czasie wykonano obserwacje wytwarzania pędów generatywnych i kwitnienia badanych roślin. Na podstawie przeprowadzonego eksperymentu podzielono badane obiekty na 3 klasy o różnych wymaganiach jaryzacyjnych (tab. 1).



Rys. 1. Badanie wymagań jaryzacyjnych — *Investigations of vernalization requirements*

W celu zbadania związku pomiędzy wymaganiami jaryzacyjnymi a cechami morfologicznymi, zimotrwałością, zdolnością plonotwórczą oraz wczesnością zakwitania roślin rzepaku ozimego przeprowadzono dwuletni cykl doświadczeń polowych w Stacjach Oceny Odmian Wrocikowo i Ruska Wieś, leżących w północno-wschodniej Polsce, gdzie stresowe warunki panujące zimą ułatwiają ocenę zimotrwałości. Obiektami badań były linie i rody, dla których wcześniej określono wymagania jaryzacyjne. Cechy morfologiczne roślin: grubość szyjki korzeniowej, liczba liści w rozecie, świeża masa rozety, wyniesienie stożka wzrostu zostały określone na 40 roślinach z każdego obiektu, pobranych z doświadczeń jesienią po zahamowaniu wegetacji.

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie przy pomocy programu SERGEN oraz Excel.

Wyniki i dyskusja

Obserwacje zdolności do rozwoju generatywnego w zależności od długości okresu jaryzacji przeprowadzono w doświadczeniu szklarniowym. Stwierdzono, że 7-tygodniowy okres jaryzacji u wszystkich roślin badanych genotypów powodował przejście do fazy rozwoju generatywnego — wszystkie rośliny zakwitły. Okres jaryzacji trwający 3 tygodnie w znacznym stopniu różnicował reakcję fizjologiczną badanych roślin. W grupie tej kwitnące rośliny stanowiły od 6,3 do 100% badanej populacji. Znaczne zaburzenie rozwoju generatywnego zaobserwowano w grupie III, w której rośliny nie były poddane działaniu obniżonej temperatury (tab. 1) — różnicowanie od 0 do 100% kwitnących roślin.

Wysoki współczynnik korelacji (0,78) pomiędzy reakcją roślin na skrócony okres jaryzacji grupy II i III dokumentuje poprawność wykonania doświadczenia.

Tabela 1

Podział genotypów na klasy w zależności od wymagań jaryzacyjnych (% roślin kwitnących) — *Distribution of genotypes according to vernalization requirements (per cent of flowering plants)*

Genotyp <i>Genotype</i>	I grupa – <i>group</i>	II grupa – <i>group</i>	III grupa – <i>group</i>	
	7 tyg. jaryzacji <i>7 weeks of vernalization</i>	3 tyg. jaryzacji <i>3 weeks of vernalization</i>	bez jaryzacji <i>without of vernalization</i>	
PN 4776/1/00	100,0	6,3	0,0	Genotypy o wysokich wymaganiach jaryzacji <i>Genotypes with high vernalization requirements</i>
PN 791/99	100,0	25,0	25,0	
PN 4819/1/00	100,0	50,0	40,0	
PN 4825/1/00	100,0	52,9	17,6	
PN 4828/1/00	100,0	63,6	45,5	Genotypy o średnich wymaganiach jaryzacji <i>Genotypes with medium vernalization requirements</i>
PN 780/99	100,0	70,0	0,0	
Kana	100,0	82,4	17,6	
PN 4809/3/00	100,0	94,1	88,2	
PN 4793/2/00	100,0	94,1	88,2	
PN 789/99	100,0	95,0	41,2	
PN 4800/1/00	100,0	100,0	70,0	Genotypy o niskich wymaganiach jaryzacji <i>Genotypes with low vernalization requirements</i>
PN 4832/3/00	100,0	100,0	71,4	
STAR	100,0	100,0	78,9	
PN 787/99	100,0	100,0	80,0	
PN 769/3	100,0	100,0	100,0	
PN 785/99	100,0	100,0	100,0	
PN 4815/5/00	100,0	100,0	100,0	
PN 792/98	100,0	100,0	100,0	
PN 793/99	100,0	100,0	100,0	
PN 777/99	100,0	100,0	100,0	

Na podstawie obserwacji kwitnienia wykonanych na roślinach poddanych 3-tygodniowej jaryzacji podzielono badane obiekty na trzy klasy w zależności od ilości roślin zakwitających:

- obiekty o wysokich potrzebach jaryzacyjnych — 0–59%;
- obiekty o średnich potrzebach jaryzacyjnych — 60–99%;
- obiekty o niskich potrzebach jaryzacyjnych — 100%.

Większość badanych genotypów ma małe wymagania jaryzacyjne i znalazła się w tej samej grupie co jara odmiana rzepaku Star. Na uwagę zasługują 4 linie o najwyższych wymaganiach jaryzacyjnych. Jakkolwiek z tej grupy tylko jedna linia PN 4776/1/00 wymaga dłuższego okresu jaryzacji dla przejścia wszystkich roślin do rozwoju generatywnego. W drugiej grupie linia PN 780/99 kwitnie w znacznym stopniu już po trzech tygodniach jaryzacji, ale nie zakwita bez przejścia przez okres niskich temperatur.

Badane genotypy oceniono w dwuletnim cyklu doświadczeń polowych wykonanych w dwóch miejscowościach. W tabeli 2 przedstawiono średnie wyniki z przeprowadzonych doświadczeń dla badanych cech. Otrzymane rezultaty świadczą o dużym istotnym zróżnicowaniu badanej populacji pod względem takich cech jak: bonitacja wschodów i stan roślin wiosną, wyniesienie stożka wzrostu, przezimowanie, kwitnienie, wysokość roślin i plon nasion. Natomiast nie stwierdzono istotnego zróżnicowania pod względem badanych cech morfologicznych: świeżej masy rozety, liczby liści w rozecie i grubości szyjki korzeniowej.

W tabeli 3 przedstawiono porównanie średnich badanych cech dla klas wyróżnionych na podstawie doświadczenia z okresami jaryzacji. Dla każdej cechy zbadano istotność różnic między klasami.

Stwierdzono, że istotne różnice pomiędzy wyznaczonymi klasami wymagań jaryzacyjnych występują dla cech: początku kwitnienia, wysokości roślin i plonu nasion.

Zróżnicowanie pomiędzy klasami o różnych wymaganiach jaryzacyjnych dotyczące terminu kwitnienia może sugerować istnienie zmian w systemie sterującym rozwojem generatywnym roślin związanych ze zmianą wymagań jaryzacyjnych. Najwcześniej zakwitły linie i rody należące do klasy o najniższych wymaganiach jaryzacyjnych. Rośliny tej klasy były średnio najniższe, ale plon nasion był wyższy niż roślin należących do klasy o najwyższych wymaganiach jaryzacyjnych. Nie zaobserwowano istotnego zróżnicowania między klasami jaryzacyjnymi pod względem przezimowania.

W tabeli 4 przedstawiono macierz współczynników korelacji pomiędzy badanymi cechami wyliczoną dla wszystkich genotypów niezależnie od klasy jaryzacji na podstawie doświadczeń polowych wykonanych we Wrocikowie i Ruskiej Wsi.

Tabela 2
Charakterystyka badanych linii i rodów na podstawie doświadczeń polowych przeprowadzonych we Wrocikowie i Ruskiej Wsi w ciągu dwóch lat badań — *Characteristics of examined lines and traits on the basis of field trials in Wrocikowo and Ruska Wies in two years*

1. Bonitacja wschodów — *Score of germination* [1–9]
2. Przezimowanie — *Overwintering* [%]
3. Bonitacja wiosną — *Score in spring* [1–9]
4. Początek kwitnienia — *Beginning of flowering* [dni od początku roku – *days since the beginning of the year*]
5. Koniec kwitnienia — *End of flowering* [dni – *days*]
6. Długość kwitnienia — *Length of flowering* [dni – *days*]
7. Wysokość roślin — *Plant height* [cm]
8. Plon nasion — *Seed yield* [dt/ha]
9. Świeża masa rozety — *Fresh matter of rosette* [g]
10. Liczba liści w rozecie — *No of leaves per rosette*
11. Wymieszenie stożka wzrostu — *Elevation of shoot apex* [mm]
12. Grubość szyjki korzeniowej — *Diameter of root collar* [mm]

Genotyp <i>Genotype</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PN 4776/1/00	7,3	93,2	6,6	119,8	148,4	28,5	127,3	37,30	32,1	8,69	18,45	7,01
PN 791/3/99	7,3	85,0	6,5	120,4	147,9	27,4	128,8	36,53	27,1	7,88	17,92	6,17
PN 780/3/99	7,4	88,8	6,4	122,0	150,1	28,1	133,0	39,07	34,3	8,14	18,73	6,99
PN 4819/1/00	7,4	87,9	6,4	122,9	149,6	26,7	131,5	35,18	36,0	8,21	18,93	7,19
PN 4825/1/00	7,4	87,6	6,6	125,0	150,3	25,4	138,3	40,81	34,1	7,94	17,84	6,47
PN 4800/1/00	7,3	83,8	6,2	123,9	151,3	27,3	130,5	37,96	28,6	7,59	17,53	6,64
PN 793/3/99	7,3	89,9	6,3	122,0	148,1	26,1	130,6	40,24	38,3	8,36	18,37	7,11
PN 4828/1/00	7,3	92,8	6,5	124,6	151,4	26,8	140,0	39,43	30,3	8,25	17,98	6,79
PN 777/3/99	7,3	80,5	6,3	121,3	149,7	28,4	126,3	35,56	41,7	8,26	28,38	7,01
Kana	7,5	92,4	6,6	124,8	149,4	24,6	139,3	50,43	32,0	8,49	16,07	6,32
PN 4815/5/00	7,0	86,4	6,4	120,6	149,4	28,8	132,0	33,99	30,6	8,21	18,93	7,19
PN 4809/3/00	7,4	80,7	6,2	121,6	148,5	26,9	127,0	36,78	30,6	8,43	18,62	6,70
PN 4793/2/00	7,5	81,1	6,4	122,9	148,9	26,0	130,0	40,11	34,1	7,62	20,40	6,54
PN 789/3/99	7,5	84,1	6,4	123,2	149,8	26,6	131,0	40,54	33,2	8,82	19,73	7,01
PN 4832/3/00	7,3	93,8	6,4	124,4	150,8	26,4	135,8	39,17	34,2	8,48	19,81	6,65
PN 769/3/99	7,5	86,5	6,4	122,1	148,3	26,2	129,5	43,43	25,3	7,80	16,55	6,31
PN 785/3/99	7,3	88,0	6,3	121,2	149,0	27,8	133,8	43,14	30,6	8,52	20,37	6,84
PN 787/3/99	7,4	82,5	6,3	120,2	148,6	28,4	124,4	37,78	27,8	8,23	21,24	6,56
PN 792/3/98	7,3	82,2	6,2	120,4	149,3	28,8	128,4	35,66	28,6	8,25	19,57	6,39
Średnia Mean	7,4	87,0	6,4	122,3	149,4	27,0	131,4	39,4	32,1	8,22	19,23	6,73
F _{obs.} , F _{crit.}	2,36***	1,81***	1,60***	27,1***	14,4***	8,45***	3,71***	11,9***	1,47	2,43	7,72***	1,15

*** istotność na poziomie 0,01 — *significant at the level $\alpha = 0.01$* ; bonitacje w skali [1–9] — *score in range [1–9]*

Tabela 3

Porównanie średnich badanych cech dla wyróżnionych klas jaryzacyjnych
Comparison of means of examined traits of the defined vernalization classes

Cecha Trait	Genotypy o wymaganiach jaryzacji <i>Genotypes with vernalization requirements</i>			Średnia Mean	F _{obl.} F _{cal.}
	wysokich <i>high</i>	średnich <i>medium</i>	niskich <i>low</i>		
Bonitacja wschodów [1–9] <i>Score of germination</i>	7,4	7,5	7,3	7,4	1,09
Przezimowanie — <i>Overwintering</i> [%]	88,4	86,7	86,0	87,0	0,29
Bonitacja wiosną — <i>Score in spring</i> [1–9]	6,5	6,4	6,3	6,4	0,60
Kwitnienie — <i>Flowering</i> [dni – days]					
początek — <i>beginning</i>	122,0	123,2	121,8	122,3	3,03*
koniec — <i>end</i>	149,0	149,7	149,4	149,4	0,11
długość — <i>length</i>	27,0	26,5	27,6	27,1	1,02
Wysokość roślin — <i>Height of plants</i> [cm]	131,6	133,5	130,0	131,4	4,41**
Plon nasion — <i>Seed yield</i> [dt/ha]	37,5	41,1	38,5	39,1	5,18**
Świeża masa rozety <i>Fresh matter of rosette</i> [g]	26,8	27,0	25,8	26,4	0,09
Liczba liści — <i>Number of leaves</i>	7,9	8,1	7,9	8,0	0,48
Wyniesienie stożka wzrostu [mm] <i>Elevation of shoot apex</i>	15,6	15,9	16,8	16,3	0,27
Grubość szyjki korzeniowej [mm] <i>Diameter of root collar</i>	5,9	5,97	6,02	5,99	0,02

*, ** — istotność na poziomie 0,05 i 0,01 — *significant at the level $\alpha = 0.05$ and 0.01*

Okazało się, że przezimowanie badanych genotypów w sposób istotny zależy od liczby liści w rozecie jesienią. Stwierdzono także istotną ujemną korelację przezimowania z wyniesieniem stożka wzrostu, średnicą szyjki korzeniowej i świeżą masą rozety. Korelacje te potwierdzają wielokrotnie otrzymywane wyniki, mówiące o niekorzystnym wpływie nadmiernego rozwoju roślin jesienią na ich zdolność do przezimowania (Muśnicki 1989, Rapacz 1999, Wielebski i Wójtowicz 2001). Natomiast nie stwierdzono istotnego wpływu przezimowania na wysokość roślin i plon nasion (tab. 4), linie które lepiej przezimowały, zakwitwały wcześniej i miały krótszy okres kwitnienia.

Na podstawie tabeli 2 wybrano te cechy, dla których średnie genotypów poszczególnych klas różniły się istotnie i porównano współczynniki korelacji tych cech z pozostałymi dla każdej z klas jaryzacyjnych (tab. 5).

Plon nasion, niezależnie od wymagania jaryzacyjnych był istotnie skorelowany ze stanem roślin jesienią, średnicą szyjki korzeniowej i liczbą liści w rozecie oraz wczesnością kwitnienia. Ponadto plon nasion genotypów o najwyższych potrzebach jaryzacyjnych był zależny od masy rozety i wyniesienia stożka wzrostu.

Tabela 4
 Macierz współczynników korelacji dla doświadczeń wykonanych we Wrocikowie i Ruskiej Wsi w dwóch latach badań (n=304)
Matrix of correlation coefficients of investigated traits in experiments conducted in Wrocikowo and Ruska Wieś in two years

Cecha — Trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Bonitacja jesienią <i>Score of germination</i>	1											
2 Przewimowanie <i>Overwintering</i>	-0,15	1										
3 Bonitacja wiosną <i>Score in spring</i>	-0,12	0,68**	1									
4 Początek kwitnienia <i>Beginning of flowering</i>	-0,01	-0,23*	-0,29**	1								
5 Koniec kwitnienia <i>End of flowering</i>	-0,14	-0,43**	-0,60**	0,83**	1							
6 Długość kwitnienia <i>Length of flowering</i>	-0,21*	-0,48**	-0,70**	0,52**	0,90**	1						
7 Wysokość roślin <i>Plant height</i>	0,17	0,14	0,00	0,20*	0,08	-0,03	1					
8 Plon nasion <i>Seed yield</i>	0,45**	0,09	-0,02	0,31**	0,13	-0,05	0,27**	1				
9 Świeża masa rozety <i>Fresh matter of rosette</i>	0,46**	-0,35**	-0,50**	-0,30**	-0,17	-0,03	0,28**	0,18	1			
10 Liczba liści w rozecie <i>No of leaves per rosette</i>	0,24*	0,32**	0,05	0,23*	0,15	0,06	0,18	0,34**	0,18	1		
11 Wyniesienie stożka <i>Elevation of shoot apex</i>	0,55**	-0,28**	-0,25**	-0,49**	-0,48**	-0,37**	0,10	0,21*	0,78**	0,17	1	
12 Średnica szyjki <i>Diameter of root collar</i>	0,62**	-0,20*	-0,27**	-0,46**	-0,45**	-0,34**	0,21*	0,29**	0,86**	0,27**	0,90**	1

* istotność na poziomie 0,05 — significant at the level $\alpha = 0.05$, ** istotność na poziomie 0,01 — significant at the level $\alpha = 0.01$

Tabela 5

Porównanie współczynników korelacji cech dla wyróżnionych klas jarzyczynych w doświadczeniach polowych

Comparison of correlation coefficients for defined vernalization classes in field trials

Obiekty o wymaganiach jarzacji — *Objects with vernalization requirements*: I — wysokich — *high*; II — średnich — *medium*; III — niskich — *low*

Cecha <i>Trait</i>	Początek kwitnienia <i>Beginning of flowering</i>			Wysokość roślin <i>Plant height</i>			Plon nasion <i>Seed yield</i>		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Bonitacja jesienią <i>Score of germination</i>	0,06	-0,09	-0,01	0,05	0,10	0,24*	0,60**	0,46**	0,38**
Przezimowanie <i>Overwintering</i>	-0,45**	-0,05	-0,28**	0,11	0,33**	0,02	-0,25*	0,29**	0,06
Bonitacja wiosną <i>Score in spring</i>	-0,22	-0,19*	-0,41**	0,03	0,22*	-0,21*	-0,38**	0,15	0,00
Początek kwitnienia <i>Beginning of flowering</i>	1	1	1	0,14	0,04	0,31**	0,44**	0,19*	0,30**
Koniec kwitnienia <i>End of flowering</i>	0,84**	0,79**	0,87**	-0,08	-0,12	0,28**	0,39**	-0,06	0,15
Długość kwitnienia <i>Length of flowering</i>	0,45**	0,46**	0,63**	-0,26*	-0,20*	0,22*	0,23	-0,22*	0,01
Wysokość roślin <i>Plant height</i>	0,14	0,04	0,31**	1	1	1	0,22	0,33**	0,21*
Plon nasion <i>Seed yield</i>	0,44**	0,19*	0,30**	0,22	0,33**	0,21*	1	1	1
Świeża masa rozety <i>Fresh matter of rosette</i>	-0,34**	-0,35**	-0,26**	0,23	0,30**	0,29**	0,49**	0,17	0,08
Liczba liści w rozecie <i>No of leaves per rosette</i>	0,19	0,37**	0,15	0,05	-0,06	0,34**	0,52**	0,20*	0,39**
Wyniesienie stożka <i>Elevation of shoot apex</i>	-0,55**	-0,53**	-0,45**	0,18	0,21*	0,05	0,51**	0,18	0,14
Średnica szyjki <i>Diameter of root collar</i>	-0,52**	-0,48**	-0,43**	0,21	0,26**	0,19	0,57**	0,26**	0,21*

* istotność na poziomie 0,05 — *significant at the level $\alpha = 0,05$* , ** istotność na poziomie 0,01 — *significant at the level $\alpha = 0,01$*

Wnioski

- Badania wykazały, że obiekty doświadczalne — linie, rody i odmiany charakteryzują się dużą zmiennością cech.
- Pomędzy klasami obiektów o różnych potrzebach jaryzacyjnych stwierdzono istotne zróżnicowanie dla plonu nasion, początku kwitnienia i wysokości roślin.
- Przewimowanie badanych genotypów w sposób istotny zależało od liczby liści w rozecie jesienią. Stwierdzono także istotną ujemną korelację przewimowania z wyniesieniem stożka wzrostu, średnicą szyjki korzeniowej i świeżą masą rozety.
- Plon nasion, niezależnie od wymagań jaryzacyjnych, był istotnie skorelowany ze stanem roślin jesienią, średnicą szyjki korzeniowej i liczbą liści w rozecie oraz wczesnością kwitnienia. Ponadto plon nasion genotypów o najwyższych wymaganiach jaryzacyjnych był zależny od masy rozety i wyniesienia stożka wzrostu.

Conclusion

- The research indicates that experimental objects — lines, strains and varieties are characterized by high variability of traits.
- Among vernalization classes significant difference in flowering, height of plants and seed yield were observed.
- Overwintering of examined genotypes depended significantly on the number of leaves in a rosette in autumn. Also, significant negative correlation of overwintering with elevation of shoot apex, diameter of root collar and fresh matter of a rosette has been stated.
- Seed yield, independently of vernalization requirements, was significantly correlated with the condition of plants in autumn, diameter of root collar, the number of leaves in a rosette and earliness of flowering. Besides, seed yield of genotypes with the highest vernalization requirements was dependent on rosette matter and elevation of shoot apex.

Literatura

- Fowler D.B., Limin A.E., Wang S.Y., Ward R.W. 1996. Relationship between low-temperature tolerance and vernalization response in wheat and rye. *Can. J. Plant Sci.*, 76 (1): 37-42.

- Grzesiuk S., Koczorowska I., Górecki R.J. 1999. Fizjologiczne podstawy odporności roślin na choroby. Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie, 28-43.
- Gusta L.V., Wilen R.W., Fu P. 1996. Low-temperature stress tolerance: The role of abscisic acid, sugars, and head-stable proteins. *Hortscience*, 31 (1): 39-46.
- Kacperska-Palacz A. 1978. Mechanism of cold acclimation in herbaceous plants. W: Li P.H., Sakai A. „Plant cold hardiness and freezing stress – mechanisms and crop implications” Academic Press, New York, 139-152.
- Markowski A., Rapacz M. 1994. Comparison of vernalization requirements and frost resistance of winter rape lines derived from doubled haploids. *J. Agron. and Crop Sci.*, 173: 184-192.
- Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i plonowanie w zmienionych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. *Rocz. AR w Poznaniu. Rozp. Nauk.*, 191: 153.
- Rapacz M. 1999. Co można zrobić aby poprawić zimotrwałość rzepaku ozimego – próba podpowiedzi ze strony fizjologii roślin. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (1): 19-28.
- Teutonico R.A., Palta I.W., Osborn T.C. 1993. In vitro freezing tolerance in relation to winter survival of rapeseed cultivars. *Crop Sci.*, 33: 103-107.
- Wawrzyniak M. 1999. Zależność między potrzebami jaryzacyjnymi a zimotrwałością rodów hodowlanych rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XX (2): 381-386.
- Wielebski F., Wójtowicz M. 2001. Wpływ gęstości siewu na plon nasion oraz cechy morfologiczne i elementy struktury plonu odmian populacyjnych i mieszańcowych rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXII (2): 349-362.