

Zmienność zawartości glukozyzolanów alifatycznych w nasionach nowych genotypów rzepaku ozimego



Stanisław Spasibonek, Magdalena Walkowiak, Teresa Piętko

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Poznaniu

magda@nico.ihar.poznan.pl



WSTĘP I CEL PRACY

Glukozyzolany (GLS) są to roślinne siarkowe tioglikozydy, zawierające w swoim składzie cząsteczkę glukozy, siarkę oraz łańcuch boczny o strukturze alifatycznej lub aromatycznej. Glukozyzolany alifatyczne (pochodne metioniny u *Brassica napus*) występują tylko w formie alkenylowej lub hydroksyalenylowej.

Najczęściej spotykanymi glukozyzolanami alifatycznymi w rzepaku są: syngryna, glukonapina, progioitryna, glukobrassicyna, glukobrassicianapina oraz napoleiferyna. W rzepaku występują także glukozyzolany indolowe (pochodne tryptofanu), do których zalicza się glukobrasycyna i 4-hydroksyglukobrasycyna. W nasionach rzepaku podwójnie ulepszanego nastąpiła znaczna redukcja zawartości glukozyzolanów alifatycznych głównie najbardziej szkodliwej progioitryny, przy zachowaniu pożądanej zawartości glukozyzolanów indolowych, którym przypisuje się właściwości antynowotworowe. Dzięki tak poważnemu obniżeniu zawartości glukozyzolanów, nasiona jak i pozyskiwane z nich po odolejeniu śrutu lub wyłtoku mogą być wykorzystywane jako wartościowe pasze wysokobiałkowe. Na podstawie licznych badań żywieniowych zawartość sumy glukozyzolanów na poziomie normy ($\leq 15 \mu\text{M g}^{-1}$ nasion) zapewnia dobre przyrosty wagowe i reprodukcję zwierząt, ale nadal powoduje zaburzenia gospodarki jodem (działanie wolotwórcze). W związku z tym, celowe i konieczne jest kontynuowanie prac w kierunku dalszego obniżania zawartości glukozyzolanów alkenowych w nasionach (poniżej $1,0 \mu\text{M g}^{-1}$ nasion) oraz promowanie śrutu rzepakowej o ekstremalnie niskiej zawartości glukozyzolanów jako konkurencyjnej dla śrutu sojowej.

MATERIAL I METODY

Materiał do badań stanowiły 23 linie wsobne pochodzące z dwóch programów badawczych realizowanych w IHAR-PIB Poznań. Pierwsza grupa zawierała 10 genotypów (480/3i-6i/15, 481/2i-5i/15, 490/1i-4i/15, 519/2i-5i/15, 520-521/15, 535/6i-7i/15, 543/4i-10i/15, 550/2i-3i/15, 561/2i-4i/15, 593/2i-6i/15) o wysokiej zawartości tłuszczu, kwasu oleinowego oraz o ekstremalnie niskich zawartościach sumy glukozyzolanów i glukozyzolanów alkenowych. Linie uzyskano metodą selekcji cyklicznej z ustabilizowanej populacji 23 mieszańców międzyliniowych i liniowo-odmianowych pokoleń F_5-F_7 . Powyższe linie cechują się niską zawartością glukozyzolanów alkenowych (od $0,2-2,0 \mu\text{M g}^{-1}$ nasion), sumy glukozyzolanów (od $1,6-5,4 \mu\text{M g}^{-1}$ nasion) oraz podwyższoną zawartością tłuszczu (do 48,0%). Druga grupa 13 genotypów (typ-HO) o wysokiej zawartości kwasu oleinowego ($>80\%$) i (typ-HOLL) o wysokiej zawartości kwasu oleinowego ($>80\%$) i o obniżonej zawartości kwasu linolenowego ($>3\%$) pochodziła z hodowli z zastosowaniem mutageny chemicznej, której celem było zróżnicowanie zawartości kwasów tłuszczowych 18-węglowych. Zestaw wybranych linii oceniono w sezonie wegetacyjnym 2015/2016 w doświadczeniu polowym w 4 powtórzeniach w 2 środowiskach porównując je do dwóch odmian wzorcowych Arsenal F_1 i Monolit.

Tabela 1. Cechy użytkowe oraz udział poszczególnych glukozyzolanów i kwasów tłuszczowych w nasionach rekombinantów badanych w dwóch doświadczeniach porównawczych w sezonie 2015/2016

Linie	Płon nasion [dt/ha]	Masa 1000 nasion [g]	Zawartość tłuszczu [%]	Glukozyzolany [$\mu\text{M g}^{-1}$]									Kwasy tłuszczowe [%]		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}
480/3i+6i/15	29,1	5,5	46,1	0,8	0,3	2,2	0,1	0,1	5,1	8,6	3,4	5,2	77,9	7,8	7,2
481/2i+3i+5i/15	29,1	5,5	46,5	1,0	0,4	2,3	0,0	0,1	6,1	9,7	3,6	6,2	78,4	7,5	7,0
490/1i+2i+3i+4i/15	25,9	5,6	47,5	1,1	0,4	2,9	0,1	0,1	4,3	7,6	3,0	4,4	76,5	9,7	7,0
519/2i+5i/15	29,0	4,5	46,4	0,9	0,4	2,3	0,1	0,0	1,7	5,3	3,5	1,7	75,7	9,7	7,7
520/3i+7i+521/2i/15	28,4	4,6	48,2	1,3	0,4	3,1	0,1	0,1	4,3	9,3	4,9	4,4	77,2	8,6	7,2
535/6i+7i/15	29,4	4,7	47,6	1,1	0,4	2,6	0,0	0,1	4,6	7,0	2,1	4,7	76,2	9,9	6,5
543/4i+6i+10i/15	25,6	5,5	44,3	1,3	0,4	3,3	0,1	0,0	2,8	6,0	3,7	2,8	76,7	8,0	8,2
550/2i+3i/15	29,8	5,2	45,1	1,3	0,2	2,7	0,0	0,1	5,2	9,5	4,3	5,3	75,2	8,6	8,9
561/2i+4i/15	22,7	5,2	44,7	0,8	0,3	1,8	0,0	0,2	5,9	8,9	2,9	6,0	75,2	9,5	7,9
593/2i+5i+6i/15	31,4	4,7	47,7	1,3	0,5	3,6	0,1	0,1	4,3	9,8	5,4	4,4	77,6	9,1	6,3
Średnia grupa I	28,0	5,1	46,4	1,1	0,4	2,7	0,1	0,1	4,4	8,2	3,7	4,5	76,7	8,8	7,4
440/3i/899LA/15	31,2	5,1	45,4	1,3	0,4	3,1	0,1	0,2	4,9	9,8	4,9	5,0	76,2	11,4	5,4
837/3i+5i/15	14,2	4,8	43,9	2,0	1,0	3,8	0,1	0,3	5,9	13,0	6,8	6,2	76,1	12,3	4,4
850/4i+8i/15	25,5	4,7	44,7	1,6	0,9	3,3	0,2	0,1	5,2	11,6	5,6	5,3	76,2	9,1	8,9
852/3i/15	25,0	4,5	45,0	1,3	0,8	4,3	0,2	0,1	4,8	11,4	6,5	4,9	77,6	7,4	8,0
873/1i/15	29,4	5,1	46,5	1,6	0,8	4,9	0,2	0,2	5,7	13,7	7,8	5,9	77,9	7,5	7,7
878/2i+3i/15	28,3	4,5	45,6	5,5	1,2	10,9	0,3	0,1	4,4	22,4	17,9	4,5	75,4	14,2	3,5
880/1i+8i+13i/15	32,0	5,1	44,6	1,9	0,8	5,2	0,1	0,1	4,5	12,7	8,1	4,6	78,3	11,2	3,2
882/5i+6i/15	29,5	5,1	43,6	1,9	0,9	4,8	0,1	0,1	4,2	13,5	7,6	4,3	78,4	11,2	3,4
888/2i+3i/15	24,2	4,6	43,9	1,5	0,7	4,1	0,1	0,2	5,3	11,8	6,4	5,5	77,3	11,9	4,3
899/1i+6i/15	27,0	5,1	43,4	1,7	0,3	6,2	0,2	0,2	3,9	12,5	8,4	4,1	77,8	10,5	4,8
902/1i+10i/15	22,8	4,9	42,9	2,0	0,4	10,9	0,2	0,1	4,8	18,5	13,6	4,9	75,3	12,1	5,3
M681-1067/1i-59i/15	13,8	5,3	45,2	0,7	0,2	2,0	0,0	0,1	5,1	8,1	3,0	5,2	65,6	24,1	2,3
M10464-1637/1i-11i/15	9,2	4,8	45,3	1,5	0,6	4,2	0,1	0,1	5,1	10,5	5,1	5,2	77,6	8,5	7,1
Średnia grupa II	24,0	4,9	44,6	1,9	0,7	5,2	0,1	0,1	4,9	13,0	7,8	5,0	76,1	11,6	5,3
PN24-Arsenal F1	40,7	4,9	46,3	2,3	0,8	5,2	0,3	0,1	3,7	12,6	9,2	3,8	60,9	21,4	10,5
PN25-Monolit	31,1	5,0	45,6	1,5	0,7	5,0	0,5	0,1	4,2	11,9	7,6	4,3	63,3	19,5	9,0
Średnia wzorca	35,9	5,0	46,0	1,9	0,8	5,1	0,4	0,1	4,0	12,3	8,4	4,1	62,1	20,5	9,8
Średnia ogólna	26,6	5,0	45,4	1,6	0,6	4,2	0,1	0,1	4,6	11,0	6,2	4,7	75,2	11,2	6,4
F obl.	1,85	5,48**	3,13**	17,43**	6,29**	14,65**	6,17**	5,75**	7,51**	24,80**	26,64**	7,84**	67,62**	61,34**	34,81**
NIR 0,05	4,49	0,35	1,18	0,61	0,31	1,72	0,12	0,07	1,00	2,09	1,94	1,02	1,60	1,57	0,99
NIR 0,01	5,93	0,46	1,56	0,82	0,41	2,29	0,16	0,09	1,32	2,78	2,58	1,35	2,13	2,08	1,31

1 Glukonapina 2 Glukobrassicianapina 3 Progioitryna 4 Napoleiferyna 5 Brassycyna 6 4-OH-brassicyna 7 Suma wszystkich glukozyzolanów 8 Suma glukozyzolanów alkenowych 9 Suma glukozyzolanów indolowych
C_{18:1} kwas oleinowy [%] C_{18:2} kwas linolowy [%] C_{18:3} kwas linolenowy [%] ** $\alpha = 0,01$

Tabela 2. Współczynniki korelacji pomiędzy plonem nasion (dt/ha), a zawartością glukozyzolanów ($\mu\text{M g}^{-1}$ nasion) w nasionach

Cecha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Plon nasion [dt/ha]	1									
2 Glukonapina	0,174	1								
3 Glukobrassicianapina	0,088	0,702**	1							
4 Progioitryna	0,132	0,798**	0,480*	1						
5 Napoleiferyna	0,328	0,490*	0,530**	0,578**	1					
6 Brassycyna	-0,272	0,061	0,204	0,033	-0,034	1				
7 4-OH-brassicyna	-0,363	-0,061	0,079	-0,085	-0,249	0,653**	1			
8 Suma glukozyzolanów alkenowych	0,196	0,887**	0,622**	0,961**	0,625**	0,105	-0,041	1		
9 Suma wszystkich glukozyzolanów	0,075	0,842**	0,655**	0,905**	0,526**	0,285	0,237	0,955**	1	
10 Suma glukozyzolanów indolowych	-0,368	-0,052	0,088	-0,076	-0,238	0,681**	0,999**	-0,031	0,246	1

* $\alpha = 0,05$ ** $\alpha = 0,01$



PODSUMOWANIE

Sporządzona synteza wyników dla 25 obiektów wykazała wysoką istotność zróżnicowania genotypów pod względem zawartości sumy wszystkich glukozyzolanów i sumy glukozyzolanów alkenowych. W stosunku do odmian wzorcowych Arsenal F_1 ($12,6 \mu\text{M g}^{-1}$ nasion; $9,2 \mu\text{M g}^{-1}$ nasion) i Monolit ($11,9 \mu\text{M g}^{-1}$ nasion; $7,6 \mu\text{M g}^{-1}$ nasion) genotypy z pierwszej grupy charakteryzowały się najniższą zawartością sumy glukozyzolanów ($5,3 \mu\text{M g}^{-1}$ nasion – $9,8 \mu\text{M g}^{-1}$ nasion) oraz glukozyzolanów alkenowych ($2,1 \mu\text{M g}^{-1}$ nasion – $5,4 \mu\text{M g}^{-1}$ nasion). W badanych liniach nastąpiła znaczna redukcja szczególnie szkodliwej progioitryny (do $0,7 \mu\text{M g}^{-1}$ nasion) przy zachowaniu wysokich wartości (do $6,2 \mu\text{M g}^{-1}$ nasion) pożądanych glukozyzolanów indolowych, którym przypisuje się właściwości antynowotworowe – tabela 1.

Zastosowane metody hodowli rekombinacyjnej z wykorzystaniem zmienności naturalnej w selekcji linii wsobnych z pierwszej grupy okazały się skuteczne. Wytworzone linie 519/2i+5i/15, 543/4i+6i+10i/15 cechują się (w stosunku do obowiązującej polskiej normy zawartości glukozyzolanów $15 \mu\text{M g}^{-1}$ nasion) trzykrotnie niższą zawartością glukozyzolanów.

Uzyskane linie hodowlane o znacznie obniżonej zawartości glukozyzolanów w nasionach osiągnęły poziom plonowania zbliżony do uprawianej obecnie odmiany populacyjnej - Monolit. Różnice w zawartości glukozyzolanów w nasionach tych linii nie są już skorelowane z plonem nasion – tabela 2. Dalsze obniżanie zawartości glukozyzolanów nie powinno wpływać niekorzystnie na plennosć nowych linii hodowlanych.

**Badania finansowane przez MRIRW w ramach: Postęp Biologiczny w Produkcji Roślinnej, Zadanie 53:
„Wykorzystanie nowej puli genowej dla uzyskania form rzepaku ozimego o zmienionych cechach jakościowych”**