

WOJCIECH ŚWIECICKI¹**MAGDALENA KROC¹****PAWEŁ BARZYK²****KATARZYNA CZEPIEL¹****PAULINA WILCZURA¹**¹ Instytut Genetyki Roślin Polskiej Akademii Nauk² Poznańska Hodowla Roślin, TulceKierownik Tematu: prof. dr hab. Wojciech Świecicki Instytut Genetyki Roślin Polskiej Akademii Nauk,
ul. Strzeszyńska 34, 60-479 Poznań; tel. 61 6550291, e-mail: wswi@igr.poznan.pl

Prace zostały wykonane w ramach badań podstawowych na rzecz postępu biologicznego w produkcji roślinnej na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HOR.hn.802.18.2018, Zadanie 41.

Identyfikacja i sposób dziedziczenia genów warunkujących odporność na choroby grzybowe i niską zawartość alkaloidów w doskonaleniu wartości użytkowej łubinów, ze szczególnym uwzględnieniem łubinu żółtego

Identification and mode of inheritance of genes underlying fungal disease resistance and low alkaloid content in lupins improvement, with particular attention to yellow lupin

Słowa kluczowe: alkaloidy, antraknoza, *Fusarium*, łubin

CEL

1. Testowanie genów kandydatów, w celu wytypowania genów zaangażowanych w odporność na wędnięcie fuzaryjne.
2. Połączenie niskiej zawartości alkaloidów z odpornością na patogeny grzybowe (*Colletotrichum lupini* i *Fusarium* sp.) w zróżnicowanym podłożu genotypowym o dużej wartości użytkowej.

OPIS WYNIKÓW

Ad 1.

W bieżącym roku na podstawie wyników analizy ekspresji różnicowej, adnotacji funkcjonalnej genów oraz dostępnej literatury wybrano 6 genów kandydackich, potencjalnie zaangażowanych w proces odporności/podatności na fuzariozę łubinu żółtego, których ekspresję analizowano z zastosowaniem metody qPCR. Wybrano geny, których adnotacja funkcjonalna bezpośrednio sugerowała udział w procesach odpornościowych (*bPRI*, *TIFY6b*, *ABP19a*), które miały związek z organizacją/modyfikacją ściany komórkowej (NTPCR), a także geny których podwyższona ekspresja może wpływać na zwiększoną podatność roślin (DMR6-OX, BON1). Znormalizowaną wartość względnego poziomu ekspresji genów badanych w liniach porażonych analizowano względem kalibratora (prób nieporażonych). W przypadku trzech genów (*bPRI*, *TIFY6b*, *ABP19a*) wykazano spadek ekspresji u linii podatnych przy jednocześnie niewielkim wzroście ekspresji u linii odpornych, a dla jednego genu wykazano znaczny spadek ekspresji u linii podatnych oraz niewielki spadek ekspresji u linii odpornych. Dla dwóch genów kandydackich wykazano znaczny wzrost ekspresji u linii podatnych oraz niewielki wzrost ekspresji u linii odpornych. Wykazany znaczny spadek ekspresji genów *bPRI*, *TIFY6b*, *ABP19a* oraz *NTPCR* u linii podatnych może wskazywać na zaangażowanie tych genów w odporność na patogena, natomiast zwiększona ekspresja genów DMR6-OX i BON1 u linii podatnych może wpływać na podwyższenie podatności na infekcję *Fusarium*.

Ad 2.

Zbadano zawartość ogólną i skład jakościowy alkaloidów 80 prób nasion łubinu żółtego i wąskolistnego. W znacznej części u obu gatunków wykazano zawartość ogólną alkaloidów na poziomie tysięcznych części procenta, co świadczy o dużej skuteczności prowadzonej selekcji i wskazuje na możliwość dalszego obniżenia poziomu alkaloidów w nasionach.

Uzyskano 9 nowych kombinacji mieszańcowych łubinu wąskolistnego i żółtego, łączących genotypy odmian uprawnych ze źródłami odporności przeciwko fuzariozie i antraknozie: W-508 (Sonate × Bolero), W-511 (W-336 × Bolero), W-659 (W-350 × Rumba), W-663 (W-411 × Koral), Z-747 (Z-525 × Bursztyn), Z-741 (Z-525 × Talar), Z-758 (Z-525 × Perkoz), Z-794 (Z-687 × Baryt), Z-795 (Z-687 × WTD2811).

Przetestowano 20 obiektów łubinu wąskolistnego (tab. 1) oraz 40 obiektów łubinu żółtego (tab. 1) pod względem odporności na *Fusarium* sp. Silna presja selekcyjna umożliwiła wskazanie obiektów odpornych, mogących być źródłem genetycznej odporności — szczególnie Z-566, R26/16 i R45/16 i W-461.

Przetestowano 40 obiektów łubinu żółtego pod względem odporności na antraknozę w warunkach polowych. Wyniki umożliwiają selekcję negatywną i wskazanie obiektów mogących posiadać odporność genetyczną: Z-717, Z-704, Z-724, Z-687, Z-718 (tab. 2).

Przetestowano 40 obiektów łubinu żółtego pod względem odporności na antraknozę w warunkach szklarniowych. Obiekty o średnim porażeniu w szklarni poniżej 3,5 stopnia

w skali 0–9, oraz z połowym indeksem porażenia poniżej 70 (Z-715, Z-720, Z-718), można wskazać jako źródła odporności (tab. 2).

Tabela 1

Przeżycie roślin łubinu wąskolistnego i żółtego na polu fuzarialnym (2018)

Gatunek	Nazwa obiektu	Średnio przeżycie w stadium dojrzewania [%]
1	2	3
<i>L. angustifolius</i>	* Kalif	99,0
<i>L. angustifolius</i>	W-461	94,3
<i>L. angustifolius</i>	W-464	90,9
<i>L. angustifolius</i>	W-440	90,8
<i>L. angustifolius</i>	W-439	87,8
<i>L. angustifolius</i>	W-462	86,6
<i>L. angustifolius</i>	W-450	85,8
<i>L. angustifolius</i>	W-460	85,4
<i>L. angustifolius</i>	W-438	83,1
<i>L. angustifolius</i>	W-441	81,3
<i>L. angustifolius</i>	W-444	74,7
<i>L. angustifolius</i>	W-443	62,3
<i>L. angustifolius</i>	W-468	61,6
<i>L. angustifolius</i>	W-451	56,7
<i>L. angustifolius</i>	W-449	47,2
<i>L. angustifolius</i>	W-457	37,0
<i>L. angustifolius</i>	W-466	25,7
<i>L. angustifolius</i>	W-456	24,9
<i>L. angustifolius</i>	W-445	24,6
<i>L. angustifolius</i>	W-447	20,8
<i>L. angustifolius</i>	* Sonet	19,0
<i>L. angustifolius</i>	W-446	14,6
<i>L. luteus</i>	Z-566	75,7
<i>L. luteus</i>	R26/16	66,7
<i>L. luteus</i>	R45/16	64,3
<i>L. luteus</i>	* PARYS	58,3
<i>L. luteus</i>	* LORD	53,6
<i>L. luteus</i>	Z-597	50,0
<i>L. luteus</i>	Z-605	50,0
<i>L. luteus</i>	R14/16	47,6
<i>L. luteus</i>	Z-563	47,5
<i>L. luteus</i>	R51/16	46,7
<i>L. luteus</i>	Z-598	41,7
<i>L. luteus</i>	Z-617	41,7
<i>L. luteus</i>	Z-561	41,7
<i>L. luteus</i>	Z-525	41,7
<i>L. luteus</i>	R54/16	38,1
<i>L. luteus</i>	Z-526	37,5
<i>L. luteus</i>	Z-603	36,7
<i>L. luteus</i>	Z-559	36,5
<i>L. luteus</i>	Z-619	36,5
<i>L. luteus</i>	R32/16	34,7
<i>L. luteus</i>	R47/16	31,3
<i>L. luteus</i>	Z-478	30,0
<i>L. luteus</i>	Z-533	25,0
<i>L. luteus</i>	Z-612	25,0
<i>L. luteus</i>	R40/16	25,0
<i>L. luteus</i>	Z-618	22,9
<i>L. luteus</i>	Z-608	20,0

Łubin

c.d. Tabela 1

1	2	3
<i>L. luteus</i>	R15/16	15,5
<i>L. luteus</i>	Z-476	12,5
<i>L. luteus</i>	Z-607	12,5
<i>L. luteus</i>	Z-616	12,5
<i>L. luteus</i>	R20/16	12,5
<i>L. luteus</i>	R48/16	11,1
<i>L. luteus</i>	R50/16	11,1
<i>L. luteus</i>	Z-606	10,0
<i>L. luteus</i>	R38/16	10,0
<i>L. luteus</i>	R44/16	10,0
<i>L. luteus</i>	R35/16	6,3
<i>L. luteus</i>	R11/16	5,6
<i>L. luteus</i>	R34/16	5,6
<i>L. luteus</i>	Z-611	0,0
<i>L. luteus</i>	R53/16	0,0

Tabela 2

Porażenie antraknozą siewek łubinu żółtego w doświadczeniu szklarniowym (2018) i zestawienie z rankingiem polowym

Lp.	Obiekt	Średnie porażenie	Grupy jednorodnie statystycznie	Polowy indeks porażenia	Ranking polowy	
1	2	3	4	5	6	
1	Z-715	2,086		S	42,5	16
2	Z-707E	2,453		R S	---	35
3	Z-720	2,905		Q R S	65,5	25
4	Z-686E	2,922		Q R S	---	35
5	Z-718	3,307		P Q R	28,0	5
6	Z-731	3,755		O P Q	66,5	28
7	Z-668	3,889		O P Q	92,5	34
8	Z-704	3,889		O P Q	26,0	2
9	Z-721	3,980		O P Q	29,5	10
10	Z-669	4,093		N O P	91,5	33
11	Z-698	4,253	M N O P		56,0	20
12	Z-711	4,366	M N O P		65,0	22
13	Z-712	4,886	L M N O		65,0	21
14	Z-726	5,140	K L M N		65,5	24
15	Z-714	5,166	K L M N		41,5	14
16	Mister	5,168	K L M		29,0	6
17	Z-701E	5,536	J K L		---	35
18	Z-696	5,583	J K L		---	35
19	Z-706	5,645	J K L		---	35
20	Z-668E	5,682	J K L		66,0	26
21	Z-694	5,751	I J K L		52,0	17
22	Z-729	5,781	I J K L		40,5	13
23	Z-716	5,808	I J K L		39,5	12
24	Z-695	6,035	H I J K		---	35
25	Z-688	6,090	H I J K		29,5	7
26	Z-717	6,141	G H I J K		15,5	1
27	Teo	6,428	F G H I J		90,5	32
28	Z-687	6,429	F G H I J		28,0	4
29	Z-703E	6,504	E F G H I J		---	35
30	Z-708	6,607	D E F G H I J		52,5	19
31	Z-681	6,753	C D E F G H I		76,5	29
32	Z-703	6,920	B C D E F G H		65,5	23

1	2	3	4	5	6
33	Z-689E	7,177	A B C D E F G	---	35
34	Z-725	7,215	A B C D E F G	79,5	31
35	Z-709	7,356	A B C D E F	42,0	15
36	Z-724	7,486	A B C D E	26,5	3
37	Z-691	7,666	A B C D	66,5	27
38	Z-723	7,671	A B C D	29,5	9
39	Z-677	7,736	A B C	52,5	18
40	Z-730	7,844	A B	78,5	30
41	Z-732	7,980	A B	29,5	8
42	Z-692	8,256	A	30,0	11

WNIOSKI

- Wyniki qPCR potwierdziły udział wybranych genów kandydackich w procesach odpornościowych roślin łąbinu żółtego po porażeniu *Fusarium*, co może wpływać na zdolność lub niezdolność linii do ograniczenia wzrostu i rozwoju patogena. Zaangażowanie genów uczestniczących w różnych mechanizmach odpornościowych może wskazywać, że odporność na wędnięcie fuzaryjne u tego gatunku warunkowana jest wielogenowo.
- Wśród analizowanych prób łąbinu żółtego i wąskolistnego na wyróżnienie zasługuje bardzo niska zawartość alkaloidów — na poziomie dziesięciotysięcznych części procenta.
- Genotypy o bardzo wysokiej odporności na wędnięcie fuzaryjne są nieliczne w łąbinie wąskolistnym, jednak test na polu fuzarialnym pozwala na ich wyodrębnienie spośród badanych materiałów. Znalaziono 9 genotypów o bardzo wysokim poziomie odporności, w tym jeden mogący być jej źródłem.
- W łąbinie żółtym przeciętny poziom odporności na wędnięcie fuzaryjne jest wyższy i liczba obiektów posiadających geny odporności jest większa, co utrudnia wyodrębnienie najlepszych genotypów, jednak wyjątkowo silna presja selekcyjna pozwoliła wskazać co najmniej 3 obiekty, które mają wysoką odporność i mogą być źródłem genów odporności.
- Znalazienie genetycznej odporności na antraknozę jest trudne i wymaga kompleksowej oceny w różnych warunkach wegetacji. Wysoka skuteczność testu szklarniowego i zgodność wyników obserwacji z doświadczeń polowych i szklarniowych pozwoliła w tym roku wskazać przynajmniej 3 genotypy, mogące być źródłem genetycznej odporności przeciwko antraknozie.

