

Aleksandra Andruszewska, Małgorzata Byczyńska
Instytut Włókien Naturalnych w Poznaniu

Odporność odmian lnu oleistego z kolekcji Instytutu Włókien Naturalnych na wędnięcie fuzaryjne

Resistance of linseed cultivars from the Institute of Natural Fibres collection to *Fusarium* wilt

Słowa kluczowe: len oleisty, odmiany, fuzaryjne wędnięcie, odporność

W Instytucie Włókien Naturalnych od wielu lat prowadzone są badania odporności odmian lnu z kolekcji na fuzaryjne wędnięcie. Odmiany testuje się w naturalnych warunkach na polu prowokacyjnym, gdzie w cyklu trzyletnim ocenia się odporność polową – horyzontalną. Doświadczenia prowadzone są metodą bloków losowych w czterech powtórzeniach. Z chorych roślin reizolowano głównie gatunek *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini*. Dotychczas poddano ocenie 560 odmian, w tym 91 odmian lnu oleistego. Na podstawie wyników badań wytypowano 22 odmiany lnu oleistego odporne na tę chorobę. Wśród nich jako bardzo odporne wymienić należy AC Emerson, Koto, Atalante, Symphonia, Łucz, Astorga L-391, Gold Merchant, Summit, Taraqui i Mikael.

Key words: linseed, cultivars, *Fusarium* wilt, resistance

Research on resistance to *Fusarium* wilt of flax has been carried out on cultivars from collection at the Institute of Natural Fibres in Poznan for many years. 560 cultivars, including 91 cultivars of linseed have been evaluated so far. The results of research on linseed resistance, among which 19 cultivars derived from Cultivars' Catalogue registered in the European Union, are presented in current version, that is, in comparison to the control, which is the average percentage of healthy plants of very resistant and resistant cultivars. During the study the cultivars were tested in provocative field in a three-year cycle, where the field (horizontal) resistance was evaluated. The experiments were performed using the random block method in 4 repetitions. Health condition of tested varieties was assessed during 3 stages of flax growth. The highest severity of disease was usually observed in the 'fir tree' and pre-flowering stage. It was the typical *Fusarium* wilt, which finally caused drying of whole plants. *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini* was reisolated from affected plants. The ultimate criterion of cultivar resistance evaluation was the average percentage of healthy plants in green seed capsule stage from all tests in comparison with the control.

On the basis of the study, 22 resistant cultivars of linseed were selected. Among them, the cultivars: AC Emerson, Koto, Atalante, Symphonia, Łucz, Astorga L-391, Gold Merchant, Summit, Taraqui and Mikael can be regarded as very resistant.

Wstęp

W hodowli, bardzo ważne są nie tylko wysokość plonu lecz także inne cechy odmian, w tym odporność na choroby, która również decyduje o plonach. Oprócz tego uprawa odmian odpornych sprzyja ekologii, ponieważ stosuje się mniej środków chemicznych. Fuzarioza powodowana przez kilka gatunków grzybów jest głównym problemem w uprawie lnu nie tylko w Polsce, ale także w wielu europejskich krajach oraz na innych kontynentach. Jedyną metodą wyhodowania odmiany odpornej na tę chorobę jest zastosowanie w procesie hodowlanym odmian przekazujących odporność (Kommendahl 1970, Geiger 1989, Jędrzycka 1995). Celem badań była ocena odporności na fuzariozę odmian lnu oleistego, które hodowcy mogą wybrać jako komponenty do krzyżówek z uwzględnieniem innych pozytywnych cech tych odmian.

Materiały i metody

Badania prowadzono w warunkach prowokacyjnych na polu, na którym glebę zainfekowano mieszaniną sześciu gatunków grzybów z rodzaju *Fusarium* wyizolowanych z lnu porażonego przez fuzariozę. Pole podzielono na kilka obszarów tak, że testowane odmiany lnu znajdowały się na tym samym miejscu nie częściej niż raz na pięć lat. Dotychczas poddano ocenie 91 odmian lnu oleistego, w tej liczbie 19 z katalogu odmian zarejestrowanych w Unii Europejskiej. Odmiany testowano na polu prowokacyjnym w cyklu trzyletnim, gdzie oceniano odporność polową – horyzontalną.

Badania wykonano metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach. Odporność każdej odmiany oceniano na podstawie zdrowotności 1000 roślin (4×250). W czasie trwania doświadczeń nie stosowano herbicydów, a odchwaszczanie wykonano ręcznie. Zdrowotność testowanych odmian oceniano w następujących stadiach rozwoju lnu: po wschodach, w stadium ‘jodełki’ (6 do 12 cm wysokości), przed kwitnieniem oraz w stadium zielonej torebki. Liczono rośliny zdrowe i chore. Przyczynę choroby zidentyfikowano na podstawie analiz mikologicznych roślin.

Ostatecznym kryterium oceny odporności odmian była liczba zdrowych roślin w stadium zielonej torebki. Podstawą końcowej oceny był średni procent roślin zdrowych po zakończeniu cyklu badań danej odmiany (3 testy) w porównaniu ze średnim procentem roślin zdrowych w kontroli.

W celu umożliwienia uszeregowania i porównania odmian pod względem procentu roślin zdrowych ze względu na ich niekompletną klasyfikację w latach 1982–2000 i w miejscowościach (Sielec Stary i Wojciechów) zastosowano przybliżoną metodę statystyczną — 95% przedziały ufności dla oszacowanych średnich

odmianowych. Jeżeli średnia jednej odmiany wpada do przedziału ufności drugiej i odwrotnie, to można wnioskować o braku istotnej różnicy między tymi dwiema odmianami pod względem odporności na fuzariozę.

Dodatkowo podano w tabelach procent zdrowych roślin wyrażony w procentach wzorca zbiorowego, wyznaczonego na podstawie wyników z 22 odmian bardzo odpornych i odpornych, a wynoszącego 67,7%.

Wyznaczając przedziały ufności dla średnich odmianowych wyeliminowano różnicowanie warunków klimatycznych w poszczególnych latach, przeliczając procent roślin zdrowych dla każdej odmiany ze wszystkich doświadczeń w stosunku do odmian stanowiących wzorzec w tych doświadczeniach.

Odmiany podzielono na grupy odporności według skali:

- odmiany bardzo odporne > 95% roślin zdrowych w stosunku do kontroli
- odmiany odporne 80–95% roślin zdrowych w stosunku do kontroli
- odmiany średnio odporne 50–80% roślin zdrowych w stosunku do kontroli
- odmiany średnio podatne 30–50% roślin zdrowych w stosunku do kontroli
- odmiany bardzo podatne < 30% roślin zdrowych w stosunku do kontroli

Wyniki i dyskusja

Różne gatunki grzybów z rodzaju *Fusarium* powodują chorobę, która jest przyczyną dużych strat w plonach lnu w wielu krajach. Najczęściej jest to tzw. fuzaryjne wędnięcie lnu powodowane przez gatunek *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini*.

Analiza wyników wieloletnich badań nad odpornością na fuzariozę wszystkich odmian lnu z kolekcji Instytutu pozwala na stwierdzenie, że w naszych warunkach klimatycznych największym problemem także jest tracheomikoza powodowana przez *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini*. Potwierdzają to dane z literatury opisane przez autorów (Zarzycka 1973, Sadowski i in. 1980).

Badania laboratoryjne chorych roślin prowadzone w czasie trwania testów wykazały, że przyczyną zamierania lnu były grzyby z rodzaju *Fusarium*.

W początkowym okresie, tj. w fazie siewki i jodełki reizolowano przeważnie gatunki: *Fusarium gibbosum*, *Fusarium culmorum* i *Fusarium sambucinum*. Nieco później, tj. w fazie szybkiego wzrostu aż do kwitnienia występowało typowe fuzaryjne wędnięcie powodowane przez *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini*.

Większość testowanych odmian to odmiany średnio odporne i podatne. Spośród wszystkich tylko 15 wykazało bardzo dużą odporność, a 6 zaliczono do odpornych. Na szczególną uwagę zasługują odmiany z pierwszej grupy, a wśród nich takie jak: AC Emerson, Koto, Atalante, Symphonia, Łucz, Astorga L-391, Gold Merchant, Summit, Taraqui i Mikael (tab. 1). Odmiany Atalante, Gold Merchant, Symphonia i Mikael pochodzą z Katalogu Odmian zarejestrowanych w Unii Europejskiej. Wyżej wymienionymi odmianami zainteresowani są hodowcy,

co wiąże się z poszukiwaniem źródeł genetycznej odporności na choroby (Płonka 1976, Arseniuk 1983, Pavelek 1983, Ondřej 1985).

Dalsza interpretacja dotycząca przydatności odmian w procesie hodowli zależy niewątpliwie od hodowców mających pełne rozeznanie co do ich cech użytkowych. Z wypowiedzi hodowców nasuwa się wniosek, że wszystkie odmiany

Tabela 1

Odporność odmian lnu oleistego na wędnięcie fuzaryjne
Resistance of linseed cultivars to Fusarium wilt

Odmiana <i>Cultivar</i>	Średni procent roślin zdrowych — <i>Mean percent of healthy plants</i>		
	odmiany <i>cultivars</i>	w stosunku do wzorca <i>relation to standard</i>	95% przedział ufności dla średniej <i>95% confidence interval for mean</i>
Odmiany bardzo odporne > 95% roślin zdrowych w stosunku do wzorca 67,7% <i>Cultivars very resistant > 95% healthy plants in relation to standard 67,7%</i>			
1 AC Emerson	85,0	125,7	76,9 – 93,1
2 Koto	79,0	116,9	72,3 – 85,7
3 Atalante	77,4	114,5	70,2 – 84,6
4 Symphonia	74,3	109,9	68,0 – 80,6
5 Łucz	74,2	109,8	67,0 – 81,4
6 Astorga L 391	73,4	108,6	65,3 – 81,5
7 Gold Merchant	72,6	107,4	68,1 – 77,1
8 Summit	70,5	104,3	64,9 – 76,1
9 Taraqui	69,0	102,1	62,3 – 75,7
10 Mikael	68,7	101,6	61,6 – 75,8
11 Argentine	67,5	99,9	62,6 – 72,4
12 M 3266	67,0	99,1	59,7 – 74,3
13 AC Linora	66,6	98,5	58,6 – 74,6
14 Victory A	66,1	97,8	61,3 – 70,9
15 Repetible 117	65,7	97,2	60,1 – 71,3
Odmiany odporne 80–95% roślin zdrowych w stosunku do wzorca 67,7% <i>Cultivars resistant 80–95% healthy plants in relation to standard 67,7%</i>			
1 Culbert	63,6	94,1	59,1 – 68,1
2 Charrua MA	61,0	90,2	54,8 – 67,2
3 K 471	58,9	87,1	54,1 – 63,7
4 CJ 2538	57,4	84,9	52,0 – 62,8
5 Pergamino Pampa	57,2	84,6	51,1 – 63,3
6 Redwood	57,2	84,6	53,3 – 61,1
7 Hindukusz	55,0	81,4	50,1 – 59,9

Ciąg dalszy tabeli 1

	Odmiana <i>Cultivar</i>	Średni procent roślin zdrowych — <i>Mean percent of healthy plants</i>		
		odmiany <i>cultivars</i>	w stosunku do wzorca <i>relation to standard</i>	95% przedział ufności dla średniej <i>95% confidence interval for mean</i>
Odmiany średnio odporne 50–80% roślin zdrowych w stosunku do wzorca 67,7% <i>Cultivars moderately resistant 50–80% healthy plants in relation to standard 67,7%</i>				
1	Klein 18	52,0	76,9	48,1 – 55,9
2	Bison	51,8	76,6	47,0 – 56,6
3	Viking	51,5	76,2	46,1 – 56,9
4	Williston Brown	50,8	75,1	44,5 – 57,1
5	Malabrigo	50,7	75,0	43,5 – 57,9
6	Omega	50,3	74,4	43,8 – 56,8
7	Steward	49,4	73,1	43,6 – 55,2
8	H – 2	49,2	72,8	43,5 – 54,9
9	Royal	49,0	72,5	44,3 – 53,7
10	L 66-13-67	48,4	71,6	41,3 – 55,5
11	Polk	48,3	71,4	40,3 – 56,3
12	Buck 114	47,0	69,5	42,5 – 51,5
13	LCSD 200	46,9	69,4	41,4 – 52,4
14	Record	46,8	69,2	41,5 – 52,1
15	Cass	45,7	67,6	41,0 – 50,4
16	Tabare	45,6	67,5	40,4 – 50,8
17	Areco	45,4	67,2	39,1 – 51,7
18	Kirowogradskij	44,0	65,1	38,5 – 49,5
19	Leona	42,7	63,2	37,5 – 47,9
20	Linott	42,5	62,9	37,6 – 47,4
21	Olena Trifolium	42,0	62,1	34,9 – 49,1
22	Pacyfic	41,9	62,0	33,8 – 50,0
23	Birio	41,4	61,2	35,6 – 47,2
24	Kotowiecki	41,3	61,1	35,7 – 46,9
25	Dakota CJ 1071	38,8	57,4	31,6 – 46,0
26	Tinne Tammes	37,9	56,1	31,5 – 44,3
27	Williston Golden	37,9	56,1	31,7 – 44,1
28	Albufeira	37,6	55,6	31,8 – 43,4
29	Bolley Golden	37,4	55,3	32,7 – 42,1
30	Vitagold	36,9	54,6	29,7 – 44,1
31	Isikulskij	36,5	54,0	29,0 – 44,0
32	Kenya CJ 709	35,0	51,8	30,3 – 39,7
33	Bionda	34,5	51,0	29,9 – 39,1
34	Bowman	33,8	50,0	28,6 – 39,0
35	Olajozön	33,4	49,4	41,0 – 39,2

Ciąg dalszy tabeli 1

Odmiana <i>Cultivar</i>	Średni procent roślin zdrowych — <i>Mean percent of healthy plants</i>			
	odmiany <i>cultivars</i>	w stosunku do wzorca <i>relation to standard</i>	95% przedział ufności dla średniej <i>95% confidence interval for mean</i>	
Odmiany średnio podatne 30–50% roślin zdrowych w stosunku do wzorca 67,7% <i>Cultivars moderately susceptible 30–50% healthy plants in relation to standard 67,7%</i>				
1	Rocket	32,4	47,9	27,0 – 37,8
2	Rota II	30,9	45,7	25,3 – 36,5
3	Sofia	29,1	43,0	21,9 – 36,3
4	Akmolinski	28,1	41,6	21,7 – 34,5
5	Crystal	27,2	40,2	21,0 – 33,4
6	Pale Blue Crimped	26,4	39,1	21,5 – 31,3
7	Antares	25,4	37,6	20,0 – 30,8
8	Szegedi 43	23,5	34,8	19,2 – 27,8
9	Patrizia	22,4	33,1	17,5 – 27,3
10	Ile de Crete	21,6	32,0	16,2 – 27,0
11	Ottawa 770 B	21,2	31,4	15,9 – 26,5
12	Newland	20,6	30,5	14,3 – 26,9
Odmiany bardzo podatne < 30% roślin zdrowych w stosunku do wzorca 67,7% <i>Cultivars very susceptible < 30% healthy plants in relation to standard 67,7%</i>				
1	Sorauer Olivs	19,9	29,4	14,3 – 25,5
2	Egipski	17,4	25,7	11,1 – 23,7
3	Vaanila	16,8	24,9	10,4 – 23,2
4	I - 7	16,5	24,4	9,4 – 23,6
5	Kreola	16,5	24,4	9,7 – 23,3
6	Hella	14,0	20,7	8,6 – 19,4
7	Maxigold	13,8	20,4	8,0 – 19,6
8	Oliver	12,2	18,0	5,9 – 18,5
9	Wilden	11,5	17,0	4,6 – 18,4
10	Azur	10,0	14,8	4,8 – 15,2
11	Alessandra	8,5	12,6	3,6 – 13,4
12	Abisyński	8,3	12,3	2,6 – 14,0
13	Ecotipo Camporeale	8,3	12,3	2,2 – 14,4
14	Ocean	8,2	12,1	1,2 – 15,2
15	Opal	7,4	10,9	0,6 – 14,2
16	Szafir	6,0	8,9	0,2 – 11,8
17	Mc Gregor	5,7	8,4	-2,5 – 13,9
18	Linola	5,5	8,1	-3,8 – 14,8
19	Buchara żółta	4,9	7,2	-1,9 – 11,7
20	Istru	3,6	5,3	-1,8 – 9,0
21	Liflora	1,5	2,2	-5,2 – 8,2
22	Barbara	0,0	0,0	-5,4 – 5,4

lnu oleistego, bardzo odporne i odporne, to odmiany ciemnonasienne. Natomiast odmiany żółtonasienne są przeważnie podatne, a takie jak np. Maxigold, Linola, Hella i Szegedi nawet bardzo podatne. Odmiany o nasionach żółtych mają większą zawartość tłuszczu i pozytywny skład kwasów tłuszczowych, z przewagą kwasu α -linolenowego. Być może ma to także wpływ na metabolizm roślin warunkujący odporność na choroby. Zagadnienie to jest przedmiotem badań prowadzonych w Instytucie Włókien Naturalnych.

W związku z powyższym, oleistość i plenność badanych odmian mogą być uznane przez hodowców jako priorytetowe. Badania są kontynuowane.

Wnioski

- Największe nasilenie fuzariozy w latach prowadzonych testów miało miejsce w fazie szybkiego wzrostu lnu. W tym okresie występowaniu tracheomikoz sprzyjały przeważnie wysokie temperatury.
- Spośród 91 badanych odmian największą grupę stanowiły odmiany średnio odporne i podatne.
- Odmiany bardzo odporne na fuzariozę należą przeważnie do ciemnonasiennych, natomiast większość odmian żółtonasiennych, obecnie preferowanych, to odmiany podatne i bardzo podatne na tę chorobę.
- Odporność odmian lnu na fuzariozę powinna być uwzględniona przez hodowców jako jeden z czynników decydujących o wysokości plonu.

Literatura

- Arseniuk E. 1983. Genetyczne uwarunkowanie odporności roślin na choroby. Biuletyn IHAR, 150: 191-204.
- Geiger H.H., Heun M. 1989. Genetics of Quantitative resistance to fungal diseases. Ann. Rev. Phytopath., 27: 317-341.
- Jędrzycka M. 1995. Metody oceny odporności oraz tworzenie genotypów grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) odpornych na fuzariozę (*Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *pisi* [Van Hall] Snyd. Et Hans. Praca doktorska Instytutu Genetyki Roślin PAN, Poznań.
- Kommendahl T., Christensen J.J. 1970. A half century of research in Minnesota on flax wilt caused by *Fusarium oxysporum*. Minn. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull., 273: 1-35.
- Ondřej M. 1985. Testování genetických zdrojů lnu na odolnost proti fuzariozám. Len a Konop., 20: 71-76.
- Pavelek M. 1983. Dědičnost horizontální rezistence prádného lnu proti fuzarioze. Len a Konop., 19: 47-64.
- Plonka F. 1976. Compte rendu des travaux sur laboratoire du lin en C.N.R.A. à Versailles en 1976.

- Sadowski S., Sowa A., Zawiślak K. 1980. Fuzarioza lnu w uprawie monokulturowej i w zmianowaniu. Pocz. Nauk. Rolniczych, SET 10, 1-2: 163-173.
- Zarzycka H. 1973. Les fusarioses du lin en Pologne. Fibra, 18, 3: 30-41.