

MARCIN PRACZYK¹
JAN BOCIANOWSKI²
GRAŻYNA SILSKA¹

¹ Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu

² Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych

Analiza genetyczna mieszańców pokolenia F₁ lnu włóknistego pod względem zawartości włókna

Genetic analysis of fiber content in fibrous flax F₁ hybrids

Zawartość włókna jest jedną z najważniejszych cech użytkowych włóknistych form lnu. Proces formowania włókna w łodydze jest w dużym stopniu zależny od warunków klimatycznych oraz stosowanej agrotechniki. Wyniki prowadzonych badań wskazują również na małą zmienność tej cechy, co powoduje trudności w procesie hodowli nowych odmian lnu włóknistego. Celem pracy była analiza 10 genotypów lnu włóknistego (czterech odmian rodzicielskich i sześciu mieszańców pokolenia F₁) pod względem zawartości włókna. Mieszańce otrzymano w wyniku krzyżowania odmian wyjściowych w układzie diallelicznym. Przeprowadzona analiza obejmowała: ocenę ogólnej zdolności kombinacyjnej (GCA) odmian rodzicielskich, ocenę specyficzną zdolności kombinacyjnej (SCA) mieszańców, ocenę efektu heterozji mieszańców i określenie odziedziczalności zawartości włókna. Doświadczenie przeprowadzono w hali vegetacyjnej, w czterech powtórzeniach. Pomiar biometryczny wykonano na 30 roślinach z każdego powtórzenia. Obliczenia statystyczne wykonano przy użyciu programu DGH 2.

Słowa kluczowe: analiza genetyczna, len, zawartość włókna

Fiber content is one of the most important traits for fibrous flax. Climatic conditions and agricultural measures have a large influence for fiber formation process. Results of the conducted investigations show low variability of this trait, which causes difficulties in breeding of new flax varieties. The aim of the presented research was fiber content analysis in 10 fiber flax genotypes (four parental varieties and six F₁ hybrids). The tested hybrids have been received as a result of diallelic crossing. General combining ability of varieties, specific combining ability of hybrids, heterosis and fiber content heritability were evaluated. The experiment was conducted in greenhouse, in four replications. Measurements were performed on 30 plants from each replication. Statistical analysis was performed by the DGH 2 program.

Key words: flax, fiber content, genetic analysis

WSTĘP

Zawartość włókna jest podstawową cechą decydującą o wartości odmian lnu włóknistego. Włókno lniane charakteryzuje się wysokimi właściwościami przodrowotnymi, ze względu na dużą higroskopijność, przewiewność oraz brak skłonności do gromadzenia ładunków elektrostatycznych (Andruszewska i in., 2006). Zmienność oraz zróżnicowanie genotypów lnu pod względem zawartości włókna są niewielkie, większe jednak niż w przypadku innych cech użytkowych. Hodowla w kierunku zwiększenia zawartości włókna w odmianach lnu wymaga kojarzenia ze sobą form odległych genetycznie. (Bacelis, 2001; Karpets i in., 2000). Szczegółowa analiza genetyczna umożliwia wybór odpowiednich form rodzicielskich w cyklu hodowlanym oraz selekcję mieszańców o wysokiej zawartości włókna. Celem badań była ocena wpływu czynników genetycznych na proces formowania włókna lnianego, określenie zdolności kombinacyjnych form rodzicielskich oraz ocena efektu heterozji mieszańców pokolenia F₁ pod względem ogólnej zawartości włókna w łądych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy obejmował cztery odmiany rodzicielskie i sześć mieszańców pokolenia F₁ lnu włóknistego (tab. 1). Odmiany rodzicielskie wyselekcjonowano z genotypów kolekcji krajowej lnu, na podstawie analizy ich zróżnicowania pod względem najważniejszych cech użytkowych (odległości Mahalanobisa). Mieszańce otrzymano w wyniku krzyżowania form rodzicielskich w układzie diallelicznym (typ 2 Griffinga).

Tabela 1

Badane genotypy lnu włóknistego
Fiber flax genotypes selected for research

Lp. No.	Genotypy Genotypes
1	Atena
2	Vega
3	Escalina
4	Martta
5	Atena × Vega
6	Atena × Escalina
7	Atena × Martta
8	Vega × Escalina
9	Vega × Martta
10	Escalina × Martta

Doświadczenie wazonowe prowadzono w hali wegetacyjnej, w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Pętkowie (województwo wielkopolskie), w 2009 roku. Badane genotypy lnu wysiano w czterech powtórzeniach (cztery wazon), metodą kompletnej randomizacji, wysiewając 40 nasion w każdym wazonie.

Zawartość włókna w łądych określono według normy PN-91/P-04684, stosując rośnienie biologiczne. Pomiar wykonywano na próbie 30 roślin z każdego wazonu

(powtórzenia). Włókno z łądyg wydobywano ręcznie w kąpeli wodnej, suszono i pozba-wiono paździerzy. Oczyszczone w ten sposób włókno ważono i określano jego procentową zawartość. Analiza genetyczna dla zawartości włókna obejmowała:

- określenie ogólnej zdolności kombinacyjnej (GCA) odmian rodzicielskich,
- określenie specyficznej zdolności kombinacyjnej (SCA) form rodzicielskich tworzących mieszańce pokolenia F_1 ,
- określenie efektu heterozji mieszańców pokolenia F_1 względem lepszego z rodziców,
- określenie odziedziczalności cechy w sensie szerokim i wąskim.

Obliczenia statystyczne wykonano przy użyciu programu DGH 2 (Kala i in., 1996).

WYNIKI

W tabeli 2 przedstawiono wyniki zawartości włókna czterech odmian rodzicielskich i sześciu mieszańców pokolenia F_1 . Badane genotypy lnu charakteryzowały się niską zawartością włókna w łądygach. Najwyższą zawartość obserwowano dla odmian Escalina (23,5%) i Atena (22,6%), natomiast najniższą dla mieszańców Vega \times Escalina oraz Vega \times Martta (16,8%). Średnia wartość cechy wynosiła 20,9%, w tym dla odmian rodzicielskich 21,6%, a dla mieszańców 20,3%. W otrzymanych mieszańcach, najwyższą zawartość włókna stwierdzono w przypadkach, gdy formę mateczną stanowiły odmiany o najwyższej zawartości włókna (Escalina oraz Atena). Różnice pomiędzy badanymi genotypami nie były istotne statystycznie (tab. 2).

Tabela 2

Procentowa zawartość włókna czterech odmian rodzicielskich i sześciu mieszańców pokolenia F_1 (Pętkowo 2009)

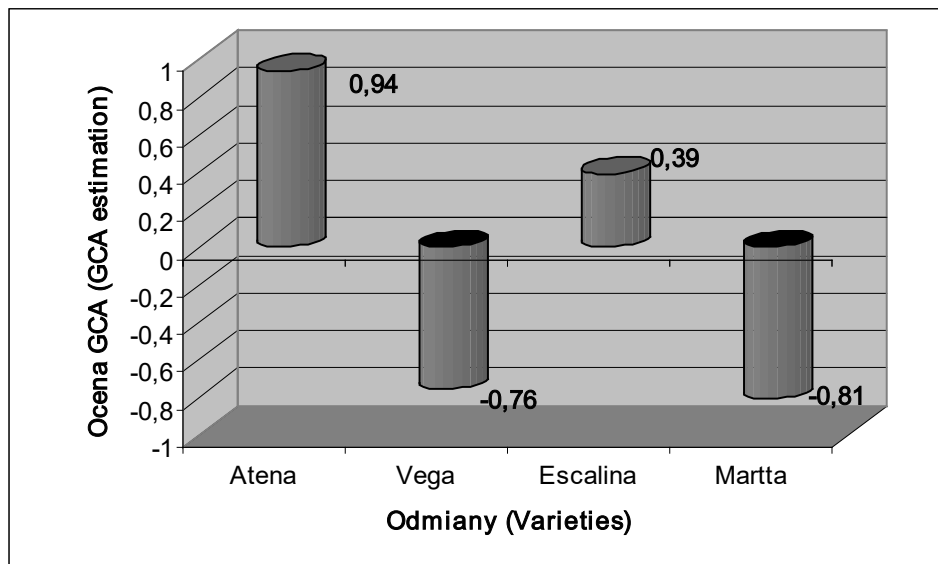
Percentage of fiber content of four parental varieties and six F_1 hybrids of flax

Lp. No.	Genotyp Genotype	Zawartość włókna (%) Fiber content (%)
1	Atena	22,6
2	Vega	20,8
3	Escalina	23,5
4	Martta	19,6
5	Atena \times Vega	24,2
6	Atena \times Escalina	19,6
7	Atena \times Martta	21,9
8	Vega \times Escalina	16,8
9	Vega \times Martta	16,8
10	Escalina \times Martta	22,7
NIR _{0,05}		0,95
LSD _{0,05}		

W doświadczeniu obserwowano niskie wartości ogólnej zdolności kombinacyjnej odmian rodzicielskich (rys. 1). Dodatnimi wartościami GCA charakteryzowały się odmiany Atena (0,94) oraz Escalina (0,39). W przypadku odmian Vega i Martta obserwowano ujemne wartości GCA, odpowiednio: -0,76 i -0,81 (rys. 1).

Mieszańce pokolenia F_1 , pod względem zawartości włókna, wykazywały w większości ujemne wartości specyficznej zdolności kombinacyjnej. Najniższą wartość SCA

obserwowano w przypadku mieszańca Atena × Escalina (-2,8). Dodatnią wartość stwierdzono u mieszańca Atena × Vega (4,2). W przypadku mieszańców: Atena × Vega, Atena × Escalina, Vega × Escalina i Vega × Martta, wartości SCA były istotne statystycznie.



Rys. 1. Efekty ogólnej zdolności kombinacyjnej czterech odmian rodzicielskich lnu, pod względem zawartości włókna (Pętkowo 2009)

Fig. 1. Fiber content general combining ability of four parental flax varieties

Nie obserwowano istotnych statystycznie, dodatnich wartości efektu heterozji mieszańców względem lepszej z odmian rodzicielskich, pod względem zawartości włókna. Istotne były natomiast wartości ujemne u trzech analizowanych mieszańców (Atena × Escalina, Vega × Escalina i Vega × Martta).

Wyniki dotyczące oceny specyficznej zdolności kombinacyjnej i heterozji w stosunku do lepszego z rodziców pod względem zawartości włókna przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

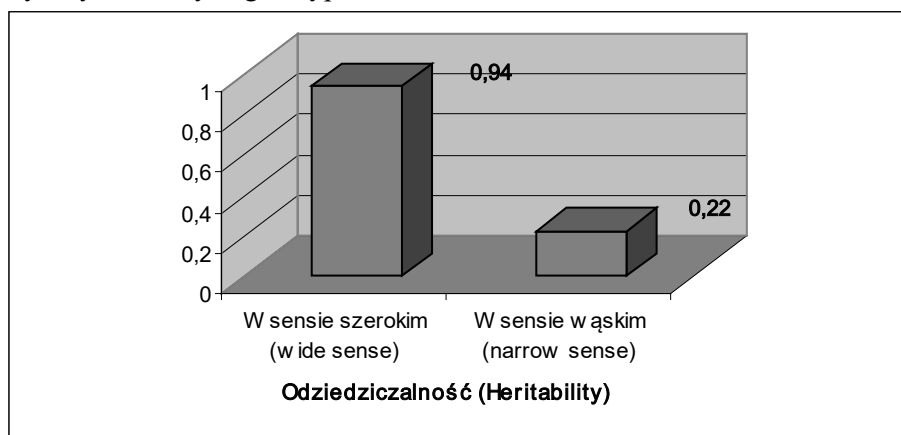
Efekty specyficznej zdolności kombinacyjnej i heterozji względem lepszego z rodziców, sześciu mieszańców pokolenia F₁ lnu pod względem zawartości włókna (Pętkowo 2009)
Specific combining ability and heterosis of six F₁ hybrids for fiber content

Lp. — No.	Mieszańce pokolenia F ₁ — F ₁ hybrids	SCA	Ocena heterozji — Heterosis
1	Atena × Vega	4,2*	1,6
2	Atena × Escalina	-2,8*	-3,9*
3	Atena × Martta	-0,4	-0,7
4	Vega × Escalina	-2,3*	-6,7*
5	Vega × Martta	-1,5*	-4,0*
6	Escalina × Martta	0,02	-0,8

*Istotność na poziomie 0,05; Significant at 0.05 level

**Istotność na poziomie 0,01; Significant at 0.01 level

Odziedziczalność zawartości włókna, w rozumieniu wąskim i szerokim różniła się w sposób istotny (rys. 2). Wartość współczynnika odziedziczalności w sensie szerokim była wysoka i wynosiła 0,94, natomiast w sensie wąskim 0,22 (rys. 2). Można więc stwierdzić, iż zawartość włókna w badanych genotypach była warunkowana głównie zróżnicowaniem genetycznym, a wpływy pozagenetyczne były niewielkie. Postęp przy selekcji genotypów na wysoką zawartość włókna jest jednak trudny do uzyskania, ponieważ niska wartość współczynnika odziedziczalności w sensie wąskim świadczy o małym wpływie zmienności genetycznej przechodzącej bez zmian na potomstwo oraz o dużym ujednoczeniu genetycznym badanych genotypów lnu.



Rys. 2. Odziedziczalność zawartości włókna w badanych genotypach lnu (Pętkowo, 2009)
Fig. 2. Heritability of fiber content in the tested flax genotypes

DYSKUSJA

Uzyskane wyniki wskazują na istotne zróżnicowanie badanych genotypów lnu włóknistego pod względem procentowej zawartości włókna. Różnica pomiędzy najlepszym i najgorszym mieszańcem wynosiła ponad 7%. Potwierdza to doniesienia literaturowe o większym zróżnicowaniu genotypów lnu pod względem zawartości włókna, w stosunku do innych cech użytkowych (Booth i in., 2004; Popescu i in., 1998; Diederichsen i Ulrich, 2009). Niewielkie zróżnicowanie obserwowano natomiast wśród form rodzicielskich (tab. 2). Najniższą zawartością włókna charakteryzowała się odmiana Martta (19,6%). Związane jest to w dużej mierze z niższą wysokością roślin oraz niższym plonem słomy tej odmiany, w porównaniu do pozostałych badanych form rodzicielskich. Plon słomy i długość techniczna roślin mają bowiem duży wpływ na zawartość włókna w łądździe (Van den Over i in., 2003). Najniższą zawartość włókna (16,8%) obserwowano w mieszańcach z odmianą Vega, ale tylko w przypadku, gdy odmiana ta stanowiła formę mateczną (tab. 2).

Wartości ogólnej zdolności kombinacyjnej odmian rodzicielskich były niskie (rys. 1). Tylko dwie odmiany (Atena oraz Escalina) wykazywały dodatnie wartości GCA (odpowiednio: 0,94 i 0,39). Można zatem stwierdzić, iż zdolność do wydawania potomstwa o wysokiej zawartości włókna, przy krzyżowaniu odmian badanych w doświadczeniu jest niewielka, zwłaszcza w przypadku odmian Vega i Martta, u których obserwowano ujemne wartości GCA.

Ocena specyficznej zdolności kombinacyjnej form rodzicielskich pokolenia F_1 wykazała, że istotnie wyższa zawartość włókna wystąpiła tylko po skrzyżowaniu ze sobą odmian Atena i Vega. W pozostałych przypadkach wartości SCA były ujemne lub dodatnie, lecz nieistotne statystycznie (Escalina \times Martta, SCA = 0,02).

Nie obserwowano natomiast istotnego, dodatniego efektu heterozji mieszańców pod względem zawartości włókna, w stosunku do lepszej z odmian rodzicielskich. Diederichsen i Ulrich (2009), którzy badali 1117 genotypów włóknistych form lnu pod względem zawartości włókna, podają, iż zawartość włókna w uprawianych odmianach lnu wynosi maksymalnie 32%, natomiast w liniach hodowlanych stwierdza się zawartość włókna dochodzącą do 42%. Odmiany badane w prezentowanym doświadczeniu charakteryzowały się małym zróżnicowaniem, stąd istotny, dodatni efekt heterozji był trudny do osiągnięcia.

Doświadczenie wykazało również relatywnie wysoką odziedziczalność zawartości włókna w badanej populacji. Wartość współczynnika odziedziczalności w sensie szerokim wynosiła 0,94. Niższą wartość (0,22) przyjmował współczynnik odziedziczalności w sensie wąskim. Podobne wyniki odziedziczalności w sensie szerokim otrzymali Popescu i in. (1998), którzy badali dziewięć odmian rodzicielskich i 36 mieszańców pokolenia F_1 w ciągu dwóch sezonów wegetacji. Wartość współczynnika odziedziczalności w sensie szerokim, w tych badaniach, wynosiła 0,94 w roku 1994 i 0,95 w roku 1995.

Wymienieni autorzy otrzymali natomiast istotnie wyższe wartości współczynnika odziedziczalności w sensie wąskim, odpowiednio: 0,63 w roku 1994 oraz 0,69 w roku 1995.

WNIOSKI

1. Obserwowano niską zawartość włókna w badanych odmianach i mieszańcach pokolenia F_1 lnu (średnio 20,9%).
2. Nie obserwowano istotnych, dodatnich wartości efektu heterozji mieszańców pod względem zawartości włókna.
3. Istotną, dodatnią wartość specyficznej zdolności kombinacyjnej posiadały formy Atena i Vega tworzące mieszańca Atena \times Vega (SCA = 4,2).
4. Obserwowano wysoką odziedziczalność zawartości włókna w sensie szerokim (0,94), co sugeruje, iż zawartość włókna w badanych genotypach lnu włóknistego była warunkowana głównie czynnikami genetycznymi.

LITERATURA

- Andruszewska A., Heller K., Kaniewski R., Mańkowski J., Wielgus K. 2006. Poradnik plantatora lnu włóknistego. Monografia Instytutu Włókien Naturalnych, Poznań: 5 — 10. ISBN 83-909739-6-0.
- Bacelis K. 2001. Breeding of the new fiber flax cultivars. Natural Fibres — Włókna Naturalne. Special ed. Proc. conf. Bast Plants in the New Millenium, 3–6 June 2001, Borovets, Bulgaria. 1: 187 — 191.
- Booth I., Harwood R., Wyatt J., Grishanov S. 2004. A comparative study of the characteristics of fibre-flax (*Linum usitatissimum* L.). Ind. Crop. Prod., 20: 89 — 95.
- Diederichsen A., Ulrich A. 2009. Variability in stem fibre content and its association with other characteristics in 1177 flax (*Linum usitatissimum* L.) genebank accessions. Ind. Crop. Prod., 30: 33 — 39.
- Kala R., Chudzik H., Dobek A., Kielczewska H. 1996. DGH 2 — system analiz statystycznych dla potrzeb doświadczeń genetyczno-hodowlanych wersja 2.0.
- Karpets I., Karpets A., Dynnyk O. 2000. The improvement of fiber content measurement method in flax stalks on early stages of fiber flax selection. Natural Fibres — Włókna Naturalne, 44: 73 — 77.
- Popescu F., Marinescu I., Vasile I. 1998. Heredity and stability of flax fiber content. Roma. Agric. Res., 9/10: 15 — 24.
- Van den Over M., Bas N., Van Soest L., Melis C., Van Dam J. 2003. Improved method for fibre content and quality analysis and their application to flax genetic diversity investigations. Ind. Crops Prod., 18: 231 — 243.