

Magdalena Kluza-Wieloch

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Botaniki

Autor korespondencyjny – M. Kluza-Wieloch, e-mail: kluza@up.poznan.pl

DOI: 10.5604/12338273.1137536

Zmienność nasion różnych typów odmian lnu zwyczajnego *Linum usitatissimum* L.

Variability of seed characteristics in different types of cultivars of common flax *Linum usitatissimum* L.

Słowa kluczowe: len zwyczajny, warunki pogodowe, nasiona, MTN, zmienność

Streszczenie

Celem pracy było wykazanie zmienności morfologicznej różnych typów odmian lnu zwyczajnego. Przebadano nasiona czterech odmian: oleistej, włóknistej pośredniej i ozdobnej. Doświadczenia prowadzono w latach 2005 i 2008, różniących się warunkami pogodowymi. Analizowano wielkość nasion oraz ich liczbę w torebce i MTN. W latach badań największe nasiona miała odmiana ozdobna, cechowała się też ona najmniejszą ich liczbą. U wszystkich typów odmian długość, szerokość i liczba nasion były podobne, natomiast grubość i MTN osiągnęły znacznie większe wartości w 2008 roku, pomimo suszy przypadającej na wschody lnu oraz w okresie jego dojrzewania. Spośród badanych cech nasion najbardziej zmienną była ich liczba w torebce.

Key words: common flax, weather conditions, seeds, TSW, variability

Abstract

The aim of the study was to show morphological variation in seeds of different types of common flax cultivars. Four cultivars were analysed: oil-bearing, fibrous, intermediate and ornamental. Field experiments were conducted in two growing seasons, in 2005 and 2008, differing in weather conditions. The experiments were conducted in Poznań, in 3 replications for each cultivar. Seed length, width and thickness, as well as the number of seeds in the capsule and 1000 seed weight were analyzed. A total number of 30 such measurements were taken for each of the replications.

The biggest length, width and thickness of seeds were found for the ornamental cultivar in both years of the experiment. The fibrous cultivar always had the shortest seeds. Different distributions were found for the other two parameters depending of the year of the study. The number of seeds per capsule was always the smallest in the ornamental cultivar. In the first year of the study it was the biggest in the fibrous cultivar and in 2008 – in the oil-bearing cultivar. The biggest 1000 seed weight was found each year for the ornamental cultivar, while the smallest, in the first year – in the fibrous cultivar, and in the next year – in the intermediate cultivar.

In 2008, despite drought experienced during the emergence of flax plants and in the time of ripening, on average more seeds were formed in capsules. The mean of 1000 seed weight was also higher. The length and width of seeds were less variable traits in the second year of the study, while the other parameters were characterized by better stability in the first year. Among the investigated seed characteristics the seed number per capsule was the most variable.

Wstęp

Rodzaj len, zaliczany do rodziny Linaceae, obejmuje około 200 gatunków, z których jedynym uprawnym taksonem jest *Linum usitatissimum* L. – len zwyczajny (Kurhański 1982). Jest on jedną z pierwszych roślin udomowionych przez człowieka. Gatunek ten pochodzi prawdopodobnie z rejonu Morza Śródziemnego. Ze źródeł historycznych wynika, że len uprawiano już ponad 6000 lat temu w starożytnym Babilonie, o czym świadczą tkaniny lniane odnalezione w grobowcach z tej epoki. W VII w p.n.e. Hipokrates i Teofrastus pisali o zastosowaniu siemienia lnianego na dolegliwości układu pokarmowego i na dokuczliwy kaszel. W średniowieczu medycy uważali, że olej lniany miał właściwości antysklerotyczne. Płótno lniane, ze względu na bardzo dobre właściwości higieniczne, było stosowane do opatrywania ran (Bajer 1958). W Italii Rzymianie z włókna lnu sporządzali ubrania, sznury i żagle. Rozpowszechnianie tkanin lnianych z biegiem czasu przesunęło się ku Wschodowi. W średniowieczu tkaniny te stały się niezwykle wartościowym surowcem handlowym (Schilling i Müller 1951). Obecnie len przeżywa prawdziwy renesans, jak wszystko co naturalne (Bonenberg 1988).

Odmiany uprawne lnu zwyczajnego można podzielić na oleiste, włókniste, pośrednie (przejściowe) i ozdobne. Różnią się one wysokością, wielkością nasion i liczbą rozgałęzień u podstawy pędu (Schilling i Müller 1951, Dembiński 1975). Len można uprawiać na wielu szerokościach geograficznych (Andruszewska i in. 2006). Jest on jednak rośliną typową dla klimatu umiarkowanego, cechuje się dużym zapotrzebowaniem na wodę. Minimalna ilość opadów w rejonie uprawy lnu to 600–800 mm rocznie (Kurhański 1982). Z tego 100–120 mm powinno przypadać na maj i czerwiec, kiedy u tej rośliny następuje okres intensywnego wzrostu i rozwoju (Budzyński i Zajac 2010). Kurhański (1982) dodaje jednak, że roślina ta nie znosi wysokich temperatur. Zajac i in. (2012) podają, że warunki klimatyczne mają bardzo duży wpływ na rozwój lnu, przez co jego zbiory na terenie Europy mogą się znacznie od siebie różnić. Do osiągnięcia optymalnego wzrostu i plonowania lnu potrzebna jest gleba o luźnej, przewiewnej strukturze, dużych zdolnościach sorpcyjnych i pH zbliżonym do obojętnego (Andruszewska i in. 2006, Kurhański 1982).

Kierunek obecnych badań nad gatunkami uprawnymi, w tym lnem zwyczajnym, wyznaczają prace genetyczno-molekularne i biochemiczne, określające cechy oleju (Diederichsen i Fu 2006, Cloutier i in. 2009, Žiarovská i in. 2012, Sharmin i in. 2007, Diederichsen 2001). Dopiero na dalszym miejscu plasuje się doświadczałnictwo z warunkami uprawy włącznie (Diepenbrock i Porksen 1992, Sankari 2000, Heller 2012). W tym zakresie niewiele jest prac opisujących morfologię poszczególnych organów tej rośliny. Z tej dziedziny, dla przyszłych hodowców, najistotniejszymi cechami lnu są jego plon, opisywany przez długość łodygi, dla

odmian włóknistych i masa 1000 nasion dla odmian oleistych (Silska i Praczyk 2012, Praczyk i Silska 2013, Praczyk i in. 2011).

Celem pracy było wykazanie zmienności morfologicznej nasion u różnych typów odmian lnu zwyczajnego w zmiennych warunkach środowiskowych. Jednym z istotnych czynników klimatycznych, wpływającym na wielkość nasion, a co jest z tym związane, kształtującym komponenty ogólnego plonu z jednostki powierzchni uprawy, jest suma opadów. Badania wykazały, jak susza oraz wzmożona wilgotność wpłynęły na wielkość nasion. Praca ma również aspekt praktyczny, gdyż może wskazać plantatorom typy, a nawet poszczególne odmiany, najmniej reagujące na zmienne warunki pogodowe uprawy.

Material i metody

Badania prowadzono w okresie wieloletnim, obejmującym lata 2003–2013. W tej pracy omówiono dwa sezony wegetacyjne (lata 2005 i 2008), różniące się skrajnie warunkami pogodowymi, zwłaszcza sumą opadów (tab. 1). Dane meteorologiczne pochodziły z IMiGW, ze stacji Ławica, a udostępnione były na stronie <http://www.weatheronline.co.uk/Poland/Posen.htm> (tab. 1). W doświadczeniu przebadano nasiona czterech typów odmian – oleistej (Abby), włóknistej (Artemida), pośredniej (Evelin) i ozdobnej (Choresmicum). Poletka doświadczalne założono w Poznaniu, w trzech powtórzeniach dla każdej odmiany. Analizowano wielkość nasion – długość, szerokość i grubość oraz liczbę w torebce i masę 1000 nasion. Dla każdego z powtórzeń wykonano 30 takich pomiarów. Każde z nasion pochodziło z innego owocu. Wszystkie trzy pomiary wielkości dotyczyły jednego nasiona. Wykonywano je za pomocą suwmiarki. Masę 1000 nasion uzyskano ważąc na wadze laboratoryjnej, o dokładności 0,01 g, 4 próby po 100 nasion.

Uzyskane wyniki poddano wielowymiarowym analizom statystycznym. Dla pięciu analizowanych cech nasion wyliczono średnie, wartość odchylenia standardowego oraz współczynnik zmienności. Określono też minimalne i maksymalne wartości danej cechy dla poszczególnych typów odmian. Następnie zbadano korelacje pomiędzy pięcioma analizowanymi cechami nasion dla średnich z wszystkich czterech badanych odmian łącznie. Przeprowadzono też analizę dwuczynnikową dla każdej badanej cechy, gdzie układem czynników były lata badań i odmiany. Nie przyjmując żadnych założeń wstępnych wykonano analizę dyskryminacyjną metodą krokową postępującą, by zbadać związki pomiędzy osobnikami należącymi do poszczególnych odmian. W przypadku MTN niepełna liczba powtórzeń danych została zastąpiona średnimi. Analizę zmiennych kanonicznych przeprowadzono w celu zbadania związków pomiędzy odmianami należącymi do czterech różnych typów. Pozwoliło to wykreślić dendrogram oparty na odległościach Mahalanobisa. Zobrazował on różnice i podobieństwa pomiędzy badanymi typami odmian (Sneath i Sokal 1973, Sokal i Rohlf 1997, Stanisiz 2007).

Wyniki

Pomimo, że suma opadów o okresie wegetacji w obu latach badań nie różniła się znacząco od siebie (2005 – 276,3 mm, 2008 – 254,2 mm), to w dwóch najważniejszych miesiącach dla rozwoju lnu (maj i czerwiec) różnice te były duże (2005 – 84,6 mm, 2008 – 21,3 mm) (tab. 1). Tak niskie opady w drugim sezonie prowadzenia doświadczeń spowodowały, że na poletkach odmian oleistej i pośredniej rozwinęło się o 1/3 mniej osobników, a u odmian włóknistej i ozdobnej prawie o 1/4 mniej niż w pierwszym roku, przy tej samej gęstości siewu.

Tabela 1

Warunki pogodowe w latach badań oraz średnie wieloletnie temperatury miesięczne (°C) i suma opadów (mm) w Poznaniu — *Weather conditions in the years of research and many years mean monthly temperatures (°C) and amount of precipitation (mm) in Poznań*

Miesiąc Month	2005		2008		Poznań (1951–1990)	
	temperatura temperature	opady precipitation	temperatura temperature	opady precipitation	temperatura temperature	opady precipitation
I	1,8	25,3	2,4	70,1	-2,0	29
II	-1,8	50,0	4,4	14,0	-1,3	25
III	1,4	31,6	4,4	54,9	2,5	27
IV	9,1	19,7	8,9	83,6	7,5	36
V	13,6	65,1	14,7	10,9	13,1	50
VI	16,5	19,5	18,8	10,4	16,7	61
VII	20,2	78,4	20,1	54,1	18,0	73
VIII	17,3	52,0	18,7	76,2	17,2	57
IX	16,2	41,6	13,4	19,0	13,4	43
X	10,8	6,9	9,5	59,7	8,8	36
XI	3,5	13,3	5,6	21,8	3,6	36
XII	0,3	103,3	1,4	26,4	0,1	38
Średnia — Mean	9,1		10,2		8,1	
Suma — Total		506,7		501,1		511

W latach badań największą długością, szerokością i grubością nasion charakteryzowała się odmiana ozdobna. Najkrótsze nasiona miała zawsze odmiana włóknista. Pozostałe dwie wielkości rozkładały się różnie u obserwowanych odmian w latach badań. Liczba nasion w torebce zawsze była najmniejsza u odmiany ozdobnej. W pierwszym roku badań była największa u odmiany włóknistej, a w 2008 u oleistej. Największą masę 1000 nasion miała rokrocznie odmiana ozdobna, a najmniejszą w pierwszym roku odmiana włóknista, a w kolejnym pośrednia (tab. 2–3, ryc. 1–5).

Tabela 2

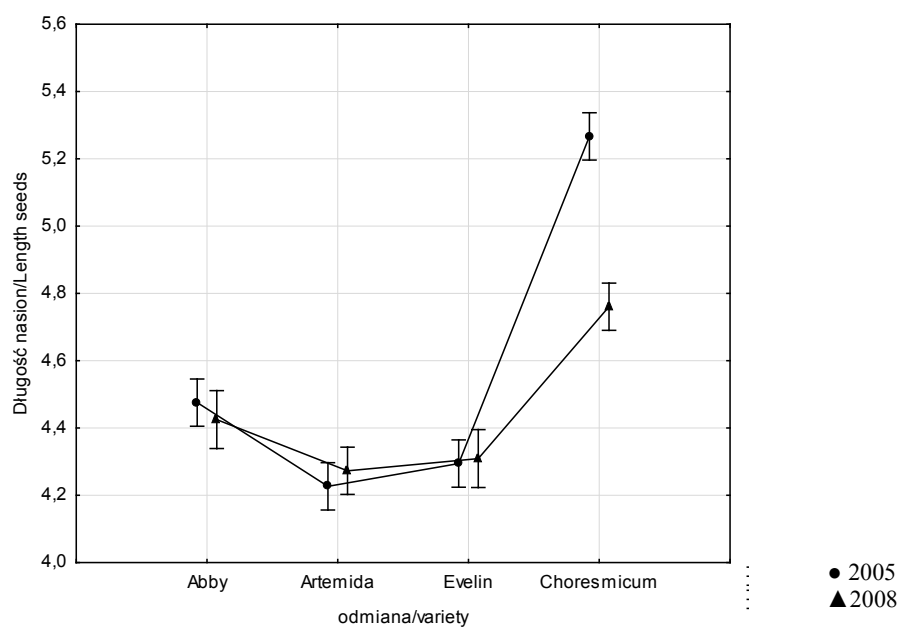
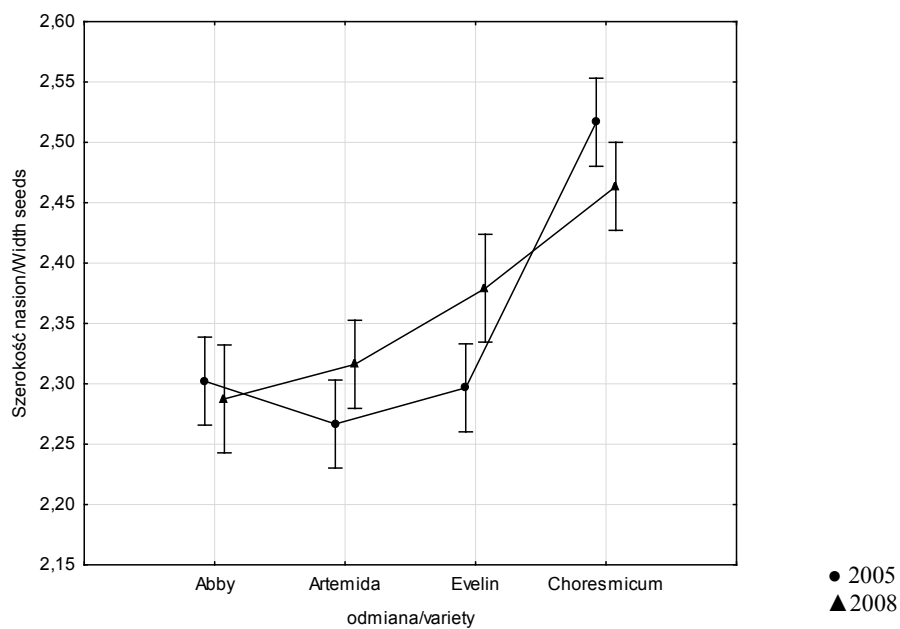
Średnie wartości analizowanych cech nasion lnu dla 4 odmian w dwóch latach badań
The average values of analyzed features of flax seeds (4 cultivars, 2 year research)

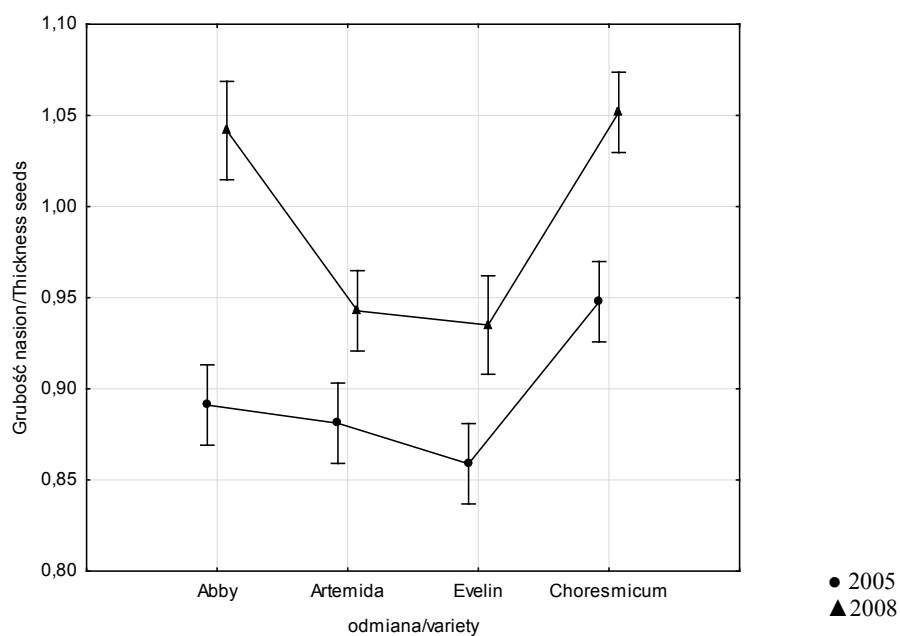
Rok Year	Charakterystyczne cechy nasion — <i>Characteristic features of seeds</i>				
	długość <i>length</i> [mm]	szerokość <i>width</i> [mm]	grubość <i>thickness</i> [mm]	liczba nasion torebce <i>number of seeds</i> <i>per capsule</i>	MTN <i>1000 seeds</i> <i>weight [g]</i>
2005	4,57	2,35	0,90	7,88	4,64
2008	4,51	2,38	1,01	7,84	5,18

Tabela 3

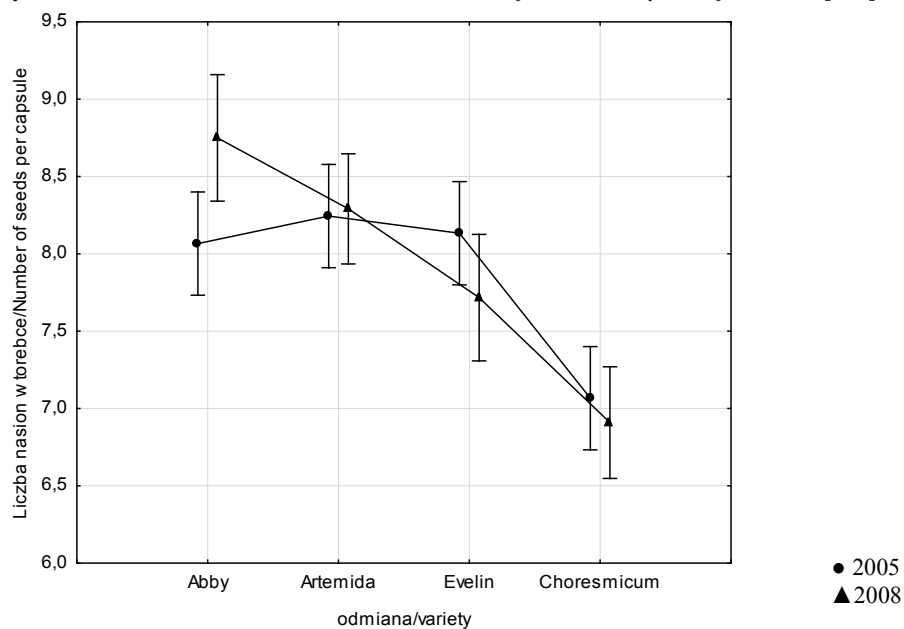
Charakterystyka zmienności nasion różnych typów odmian lnu zwyczajnego
Characteristics of variability of seed characters for different types of common flax

Odmiana <i>Cultivar</i>	Średnia arytmetyczna <i>Arithmetic mean</i>		Odchylenie standardowe <i>Standard deviation</i>		Współczynnik zmienności <i>Variation coefficient</i>	
	2005	2008	2005	2008	2005	2008
Długość — <i>Length</i> [mm]						
Abby	4,48	4,43	0,31	0,20	6,92	4,51
Artemida	4,23	4,27	0,26	0,20	6,15	4,68
Evelin	4,29	4,22	0,29	0,16	6,76	3,79
Choresmicum	5,27	5,13	0,38	0,20	7,21	3,90
Szerokość — <i>Width</i> [mm]						
Abby	2,30	2,29	0,18	0,09	7,83	3,93
Artemida	2,27	2,32	0,19	0,10	8,37	4,31
Evelin	2,30	2,33	0,16	0,09	6,96	3,86
Choresmicum	2,52	2,58	0,25	0,13	9,92	5,04
Grubość — <i>Thickness</i> [mm]						
Abby	0,89	1,04	0,09	0,10	10,11	9,62
Artemida	0,88	0,93	0,07	0,08	7,95	8,60
Evelin	0,86	0,93	0,07	0,11	8,14	11,83
Choresmicum	0,95	1,12	0,10	0,13	10,53	11,61
Liczba nasion w torebce — <i>Number of seeds per capsule</i>						
Abby	8,07	8,75	1,25	1,33	15,49	15,20
Artemida	8,24	8,17	1,52	1,73	18,70	21,18
Evelin	8,13	7,83	1,40	1,91	17,22	24,39
Choresmicum	7,07	6,59	1,40	1,97	19,80	29,89
Masa 1000 nasion — <i>1000 seeds weight</i> [g]						
Abby	4,37	4,95	0,19	0,15	4,35	3,03
Artemida	3,93	4,60	0,13	0,10	3,31	2,17
Evelin	4,07	4,23	0,08	0,20	1,97	4,73
Choresmicum	6,18	6,95	0,16	0,30	1,52	4,32

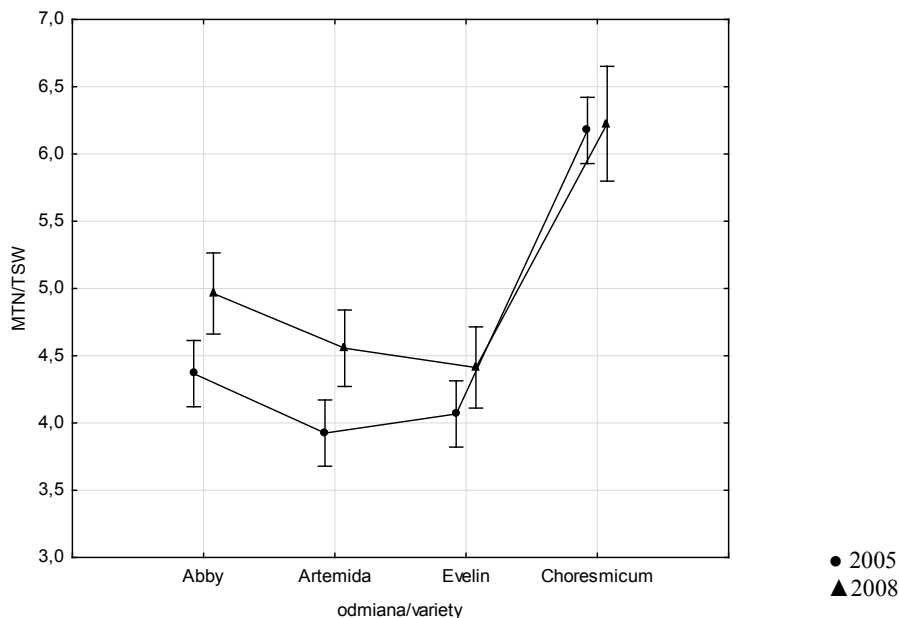
Ryc. 1. Długość nasion w latach badań — *Length of seeds in the years of research* [mm]Ryc. 2. Szerokość nasion w latach badań — *Width of seeds in the years of research* [mm]



Ryc. 3. Grubość nasion w latach badań — *Thickness of seeds in the years of research [mm]*



Ryc. 4. Liczba nasion w torebkach — *Number of seeds per capsule*



Ryc. 5. Masa 1000 nasion w torebkach — *1000 seeds weight* [g]

W 2008 roku, pomimo suszy przypadającej na wschody lnu oraz w okresie jego owocowania, średnio w torebkach wykształciło się więcej nasion. Większa też była ich średnia masa 1000 sztuk. Spośród badanych cech nasion najmniejszą stałością charakteryzowała się ich liczba w torebce. Jedynie długość i szerokość nasion były cechami mniej zmiennymi w drugim roku badań, pozostałe wielkości charakteryzowały się większą stałością w pierwszym roku doświadczeń (tab. 2–3, ryc. 1–5).

Po wykonaniu dwuczynnikowej analizy wariancji, w której czynnikami różnicującymi były lata i odmiany oraz ich wzajemna interakcja zauważono, że w przypadku długości i grubości nasion wszystkie te trzy czynniki w sposób istotny różnicowały odmiany. Dla szerokości i liczby nasion w torebce zarówno odmiany, jak i wzajemna interakcja odmiany i lata istotnie wpływała na te dwie mierzone cechy odmian. W przypadku masy 1000 nasion odmian nie różnicowała wzajemna interakcja tych dwóch czynników (tab. 4, ryc. 1–5). Wyliczenie wartości Eta-kwadrat cząstkowe dla predyktorów jakościowych: lat i odmian oraz utworzonej z nich interakcji pokazało, że w przypadku długości i szerokości nasion oraz ich liczby w torebce i MTN najbardziej różnicującym czynnikiem były odmiany, a jedynie grubość nasion była bardziej zależna od warunków pogodowych w latach badań (tab. 4).

Tabela 4

Wyniki dwuczynnikowej analizy wariancji (lata, odmiany) dla pięciu mierzonych cech
The results of two-factor variance analysis (years, cultivars) for the five measured traits

Efekt <i>Effect</i>	SS	Stopnie swobody <i>Degrees of freedom</i>	MS	F	p	Eta-kwadrat cząstkowe <i>Partial eta-squared</i>
<i>Długość nasion — Length of seeds</i>						
Wyraz wolny — <i>The word free</i>	12982,29	1	12982,29	112695,10	0,0000	0,9942
Lata — <i>Years</i>	2,46	1	2,46	21,33	0,0000	0,0317
Odmiana — <i>Cultivar</i>	64,55	3	21,52	186,79	0,0000	0,4622
Lata × odmiany — <i>Years × cultivars</i>	8,74	3	2,91	25,29	0,0000	0,1042
Błąd — <i>Error</i>	75,11	652	0,12			
<i>Szerokość nasion — Width of seeds</i>						
Wyraz wolny — <i>The word free</i>	3545,15	1	3545,15	114211,81	0,0000	0,9943
Lata — <i>Years</i>	0,04	1	0,04	1,32	0,2503	0,0020
Odmiana — <i>Cultivar</i>	4,57	3	1,52	49,10	0,0000	0,1843
Lata × odmiany — <i>Years × cultivars</i>	0,46	3	0,15	4,92	0,0022	0,0221
Błąd — <i>Error</i>	20,24	652	0,03			
<i>Grubość nasion — Thickness of seeds</i>						
Wyraz wolny — <i>The word free</i>	570,03	1	570,03	50287,63	0,0000	0,9872
Lata — <i>Years</i>	1,54	1	1,54	135,72	0,0000	0,1723
Odmiana — <i>Cultivar</i>	1,13	3	0,38	33,35	0,0000	0,1330
Lata × odmiany — <i>Years × cultivars</i>	0,18	3	0,06	5,21	0,0015	0,0234
Błąd — <i>Error</i>	7,39	652	0,01			

ciąg dalszy tabeli 4

Efekt <i>Effect</i>	SS	Stopnie swobody <i>Degrees of freedom</i>	MS	F	p	Eta-kwadrat cząstkowe <i>Partial eta-squared</i>
Liczba nasion w torebce — <i>Number of seeds per capsule</i>						
Wyraz wolny — <i>The word free</i>	38593,54	1	38593,54	14829,84	0,0000	0,9594
Lata — <i>Years</i>	0,23	1	0,23	0,09	0,7641	0,0001
Odmiana — <i>Cultivar</i>	197,90	3	65,97	25,35	0,0000	0,1080
Lata × odmiany — <i>Years × cultivars</i>	24,02	3	8,01	3,08	0,0271	0,0145
Błąd — <i>Error</i>	1634,32	628	2,60			
Masa 1000 nasion — <i>1000 seeds weight</i>						
Wyraz wolny — <i>The word free</i>	1584,88	1	1584,88	8668,40	0,0000	0,9921
Lata — <i>Years</i>	2,79	1	2,79	15,24	0,0002	0,1809
Odmiana — <i>Cultivar</i>	35,43	3	11,81	64,59	0,0000	0,7374
Lata × odmiany — <i>Years × cultivars</i>	0,80	3	0,27	1,46	0,2327	0,0597
Błąd — <i>Error</i>	12,62	69	0,18			

Z uzyskanych średnich ze wszystkich czterech badanych odmian, dla pięciu analizowanych cech nasion, wyliczono macierz współczynników korelacji. Istotnie dodatnio ze sobą skorelowane były długość nasion i MTN, a ujemnie – szerokość nasion i ich liczba w torebce (tab. 5).

Tabela 5
Macierz korelacji pomiędzy pięcioma analizowanymi cechami dla średnich z czterech badanych odmian łącznie — *The correlation matrix among the five analyzed traits for means of all 4 investigated cultivars*

Cecha <i>Trait</i>	Długość nasion <i>Length of seeds</i>	Szerokość nasion <i>Width of seeds</i>	Grubość nasion <i>Thickness of seeds</i>	Liczba nasion w torebce <i>Number of seeds per capsule</i>	MTN <i>TSW</i>
Długość nasion — <i>Length of seeds</i>	1				
Szerokość nasion — <i>Width of seeds</i>	0,945	1			
Grubość nasion — <i>Thickness of seeds</i>	0,930	0,767	1		
Liczba nasion w torebce <i>Number of seeds per capsule</i>	-0,905	-0,995**	-0,698	1	
MTN — <i>TSW</i>	0,998**	0,949	0,930	-0,912	1

Analiza dyskryminacyjna, metodą krokową postępującą, dla pięciu badanych cech nasion i zmiennej grupującej – odmiany wykazała, że wszystkie testowane cechy miały dużą moc dyskryminacyjną. Rozpatrując korelacje między pomierzonymi cechami nasion a zmiennymi kanonicznymi zauważono, że pierwsza zmienna kanoniczna opisywała aż 92,94% całkowitej zmienności, a druga zmienna 6,98%, co razem stanowiło 99,92% zmienności. Z pierwszą zmienną kanoniczną najbardziej skorelowana była długość nasion, a z drugą zmienną kanoniczną ich grubość (tab. 6).

Tabela 6
Macierz struktury czynników – korelacje między mierzonymi cechami a zmiennymi kanonicznymi — *Matrix of factors structure – correlations between measured traits and canonical variables*

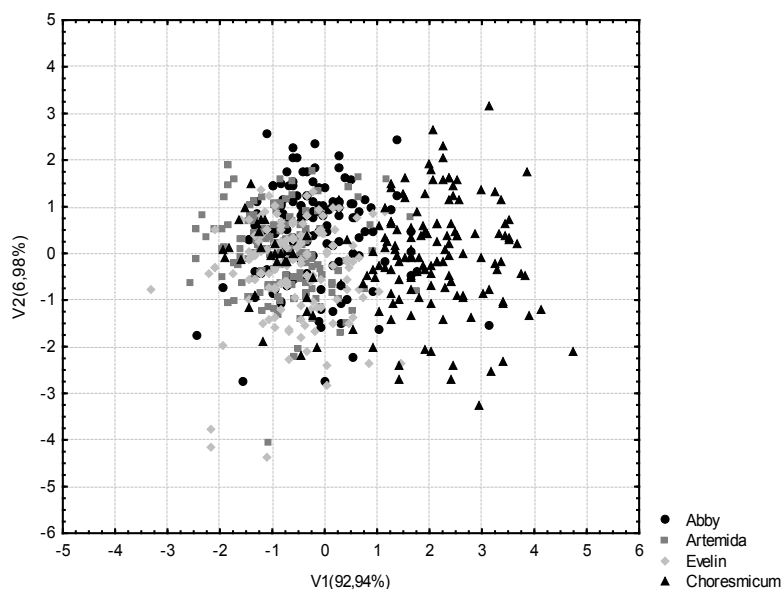
Cecha — <i>Trait</i>	V1	V2
Długość nasion — <i>Length of seeds</i>	0,900	0,134
Szerokość nasion — <i>Width of seeds</i>	0,475	-0,491
Grubość nasion — <i>Thickness of seeds</i>	0,326	0,555
Liczba nasion w torebce — <i>Number of seeds per capsule</i>	-0,333	0,484
Wartość własna — <i>Eigenvalue</i>	0,8863	0,0666
Skumulowany procent — <i>Cumulative percent</i>	0,9294	0,9993

Wykonano wykres rozrzutu wartości kanonicznych czterech odmian na płaszczyźnie pierwszych dwóch zmiennych kanonicznych ze 180 przypadków dla każdego typu odmian (ryc. 6). Wynika z niego, że odmiana ozdobna znacznie różniła się od trzech pozostałych. Na podstawie tabeli 7, zawierającej średnie współrzędne czterech odmian dla dwóch pierwszych zmiennych kanonicznych utworzonych z pięciu mierzonych cech utworzono rycinę 7. Na płaszczyźnie dwóch pierwszych zmiennych kanonicznych najbliższej siebie leżały odmiany typu pośredni i włóknisty. Pierwszy z nich był najbardziej powiązany z drugą zmienną kanoniczną, mocno skorelowaną z grubością nasion (0,555), a drugi z pierwszą zmienną kanoniczną (-0,794), najbardziej określaną przez długość nasion. Najbliższej nich leżała odmiana oleista, określana przez drugą zmienną kanoniczną (0,416). Powiązana silnie z pierwszą zmienną kanoniczną odmiana ozdobna (1,535) była bardzo oddalona od pozostałych odmian (tab. 7).

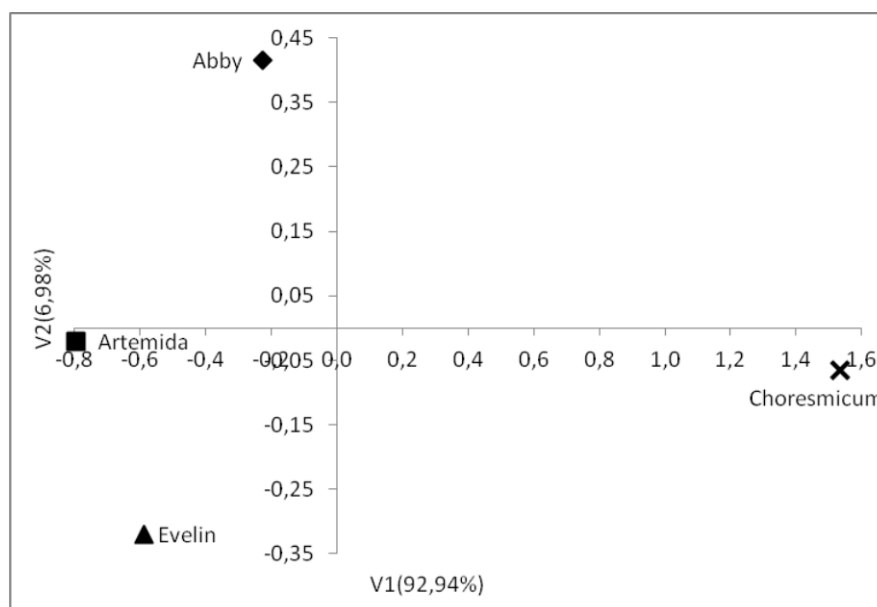
Tabela 7

Dwie pierwsze średnie zmienne kanoniczne dla testowanych czterech odmian
The first two average canonical variables for 4 studied cultivars

Odmiana — <i>Cultivar</i>	V1	V2
Abby	-0,226	0,416
Artemida	-0,794	-0,021
Evelin	-0,589	-0,319
Choresmicum	1,535	-0,066



Ryc. 6. Wykres rozrzutu wartości kanonicznych czterech odmian na płaszczyźnie pierwszych dwóch zmiennych kanonicznych — *Graph of the scatter of canonical values for the 4 cultivars in the plane of the first two canonical variables*



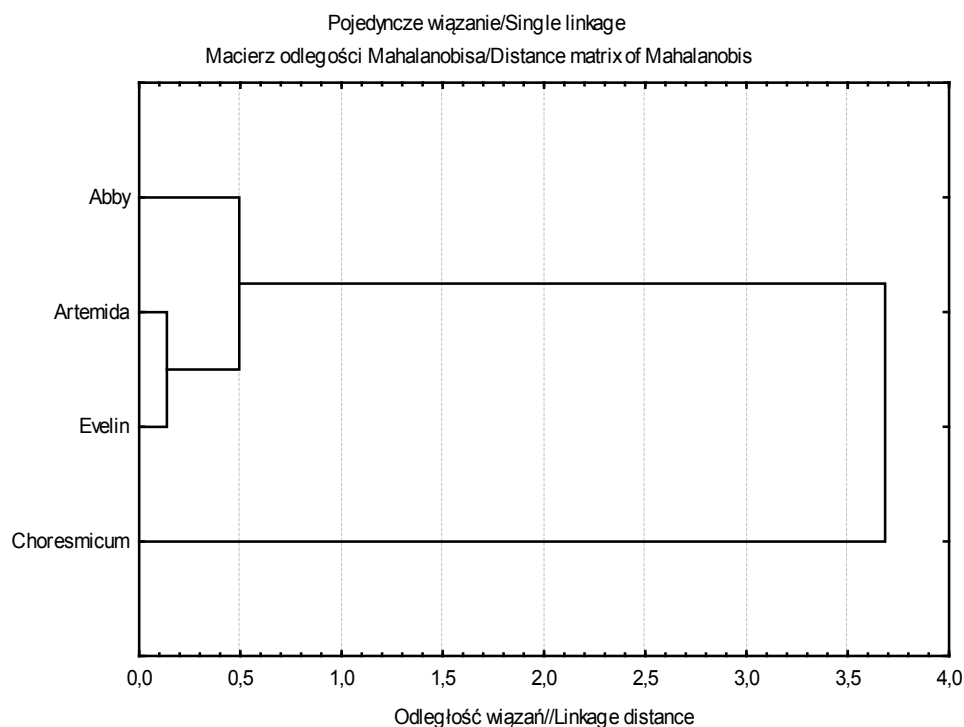
Ryc. 7. Wykres dla wartości średnich zmiennych kanonicznych — *Graph of mean values of canonical variables*

Skonstruowany na podstawie pojedynczych wiązań odległości Mahalanobisa (tab. 8) dendrogram pokazał, że najbardziej zbliżone do siebie były odmiany włóknista Artemida i pośrednia Evelin. Podobieństwo do nich pod względem rozpatrywanych cech nasion wykazała odmiana oleista Abby. Najbardziej od nich różniła się odmiana ozdobna Choresmicum (ryc. 8).

Tabela 8

Kwadraty średnich odległości Mahalanobisa dla czterech testowanych odmian
Mean squares of Mahalanobis distances for 4 tested cultivars

Odmiana — <i>Cultivar</i>	Abby	Artemida	Evelin	Choresmicum
Abby	0			
Artemida	0,517	0		
Evelin	0,673	0,136	0	
Choresmicum	3,334	5,429	4,579	0



Ryc. 8. Analiza skupień – aglomeracje dla macierzy Mahalanobisa (636 kompletnych przypadków i 4 mierzone cechy) — *Cluster analysis – agglomerations for the matrix of Mahalanobis (636 complete cases and 4 measured traits)*

Dyskusja

W literaturze naukowej istnieje bardzo niewiele prac opisujących wpływ warunków agroklimatycznych na cechy morfometryczne nasion. Prowadzone były badania nad wpływem warunków pogodowych na stopień zachwaszczenia łąn lnu (Heller i Adamczewski 2010). Bravi i Sommovigo (1997) wykazali w swoich badaniach, że w największym stopniu na wielkość plonu nasion lnu oddziaływały warunki klimatyczne panujące w okresie siewu i wschodów oraz w fazie dojrzewania roślin. Stražil i Vorlíek (2004) udowodnili, że zróżnicowanie plonu nasion lnu oleistego było spowodowane warunkami siedliskowymi, jak i przebiegiem pogody w poszczególnych latach. Jedynie Zajac i współautorzy (2002 i 2001) badali między innymi wpływ warunków pogodowych na liczbę nasion w torebce i masę 1000 nasion. Zmienne czynniki pogodowe, szczególnie ilość opadów w latach badań, silniej oddziaływały na liczbę nasion w owocu.

Schilling i Müller (1951) uważają, że masa 1000 nasion drobnoziarnistych, do których zaliczane są odmiany włókniste, wynosi od 3,4 do 5,3 g. Odmiany gruboziarniste cechują się masą 1000 nasion wahającą się od 5,4 do nawet 15 g. W badaniach Dembińskiego (1975) MTN u dwóch testowanych przez niego odmian wynosiła 7,1 i 6,2 g. W doświadczeniu Silskiej i Praczyka (2012), prowadzonym w dwóch okresach wegetacyjnych, masa 1000 nasion kształtowała się od 4,01 do 7,40 g. Testowano więc odmiany o cięższych nasionach niż opisywana w tej pracy odmiana ozdobna, a odmiana włóknista miała nawet lżejsze nasiona niż wszystkie 18 odmian opisywanych przez Silską i Praczyka (2012). W innym doświadczeniu (Praczyk i Silska 2013) MTN wynosiła od 3,1 do 4,5 g i była zbliżona do wyników prezentowanych w tej pracy. Praczyk i in. (2010) odnotowali, że u badanych przez nich 46 odmian lnu włóknistego, średnie masy 1000 nasion wahały się pomiędzy 4,6 i 6,2 g, osiągając średnią wartość 5,34 g. Z kolei współczynnik zmienności dla tej cechy wyniósł 8%. W opisywanym doświadczeniu masa 1000 nasion dla odmiany włóknistej i wartość współczynnika zmienności były mniejsze. Doświadczenia przeprowadzane przez Heimanna (1991) wykazały, że masa 1000 nasion u pięciu wybranych odmian włóknistych wyniosła od 5,5 do 6,1 g. W 1997 roku Heimann zbadał siedem odmian lnu włóknistego, w tym również odmianę Artemida. Masa 1000 nasion tych odmian wahała się od 5,3 do 6,1 g, a u odmiany Artemida wynosiła średnio 6 g. Z kolei w 1994 roku Heimann przeprowadził ocenę odmian oleistych i włóknistych. W tym doświadczeniu MTN mieściła się w przedziale 4,8–5,8 g u odmian włóknistych i 6,6–7,5 g u odmian oleistych. Zawsze była znacznie większa niż w badaniach własnych. Gabiana i in. (2005) podali, że średnia masa 1000 nasion wahała się od 5,0 do 5,2 g, a Dribnenki i in. (1999) wykazali, że wartość ta wynosiła 5,3–5,8 g czyli nie przewyższała jedynie ciężaru nasion odmiany ozdobnej, opisywanej w tej pracy. W artykule Bakry i in. (2012) masa 1000 nasion wahała się od 5,38 do 8,45 g, a u Casa i in. (1999) wynosiła od 6,5 do 8,7 g, i była nawet większa niż u opisywanej w prezentowanym doświadczeniu odmiany ozdobnej. W badaniach Al-Doorri (2012) masa 1000 nasion wynosiła od 6,88 do 8,96 g. W doświadczeniach prowadzonych na lnieniu oleistym Hashem i in. (2011) określili MTN na 7,99 g, a Vinogradov i in. (2012) średnio na 6,6 g. Podobnie Heller i Wielgusz (2011) podali, że u odmiany oleistej MTN wynosiła 6,4–6,8 g. Nasiona te były cięższe niż opisywane w przedstawianej pracy. Hocking (1995) w swym doświadczeniu określił MTN na 5,08 do 7,08 g, co odpowiadałoby jedynie wynikowi ciężaru nasion odmiany ozdobnej prezentowanemu przez autorkę. W 2001 roku Diederichsen przeprowadził porównanie wybranych cech u odmian kanadyjskich i pochodzących z innych części świata. Ustalił, że najmniejsza masa 1000 nasion wynosiła 2,97 g u odmian spoza Kanady i 4,53 g u odmian kanadyjskich. Maksymalna wartość tej cechy osiągała 11,03 g u odmian z innych krajów i 6,57 g u odmian z Kanady. Wartość współczynnika zmienności dla odmian kanadyjskich wyniosła 10%, a dla odmian z reszty świata 20,5%. Była

znacznie większa niż w prezentowanej pracy, a MTN mieściła się w szerokiej rozpiętości ciężaru nasion.

Gabiana i in. (2005) w swoim doświadczeniu opisywali również średnią liczbę nasion w jednej torebce. Wynosiła ona od 7,1 do 8,2, przy wartości współczynnika zmienności równej 6,5%. W prezentowanej pracy liczba nasion w owocu była niższa jedynie u odmiany ozdobnej, lecz wartość tego współczynnika była znacznie większa dla każdej testowanej odmiany. Vinogradov i in. (2012) podali średnią liczbę nasion w owocu – 7,3. Liczba ta w badaniach Al-Doori (2012) wynosiła od 5,14 do 7,49. W prezentowanym doświadczeniu mniejszą wartość uzyskano jedynie u odmiany ozdobnej. W ramach badań nad wpływem gęstości siewu na wybrane cechy lnu, prowadzonych przez Casa i współautorów (1999), określono średnią liczbę nasion w owocu (od 4,0 do 7,0). W swoim doświadczeniu Hocking (1995) wskazał, że liczba nasion w torebce wahała się od 4,2 do 6,6. W prezentowanej pracy odmiany lnu zawierały więcej nasion. Rastogi i in. (2013) określili u odmiany lnu oleistego liczbę nasion w owocu na 6,00 do 9,73. Zakres tych wartości był szerszy niż w przedstawianych tu badaniach dla tego typu odmian.

Wymiary nasion w swoich doświadczeniach porównywali Coskuner i Karababa (2007). W ich badaniach średnia długość nasion wyniosła 4,64 mm, średnia szerokość nasion była równa 2,38 mm, a grubość 0,87 mm. Wymiary te kształtowały się podobnie jak w prezentowanej pracy u odmian oleistych, włóknistych i pośrednich, a były mniejsze niż u odmiany ozdobnej.

Wnioski

1. Mała suma opadów w pierwszych dwóch miesiącach wegetacji w drugim sezonie badań w dużym stopniu wpłynęła na rozwój osobników, a w konsekwencji na zmniejszenie zagęszczenia u poszczególnych typów odmian. Pod tym względem najbardziej wrażliwe na suszę były odmiany oleista i pośrednia.
2. W drugim roku badań wykształcone nasiona były często szersze w porównaniu z poprzednim sezonem obserwacyjnym, i zawsze grubsze oraz cięższe.
3. Rokrocznie odmiana ozdobna cechowała się największymi i najcięższymi nasionami, ale ich liczba w torebce była najmniejsza.
4. W przeprowadzonym doświadczeniu najbardziej zmienną cechą była liczba nasion w torebce, a najmniej masa 1000 nasion.
5. Analizując cechy nasion w dwóch sezonach wegetacyjnych okazało się, że najbardziej zbliżone do siebie były odmiana włóknista i pośrednia.

Literatura

- Al-Doori S.A.M. 2012. Influence of sowing dates on growth, yield and quality of some flax genotypes (*Linum usitatissimum* L.). Coll. Basic Educ. Res. J., 12 (1): 733-74.
- Andruszewska A., Heller K., Kaniewski R., Mańkowski J., Wielgus K. 2006. Poradnik plantatora lnu włóknistego. IWNiRZ, Poznań.
- Bajer K. 1958. Przemysł włókienniczy na ziemiach polskich od początku XIX w. do 1939. Zarys ekonomiczno-historyczny. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź.
- Bakry B.A., Tawfik M.M., Mekki B.B., Zeidan M.S. 2012. Yield and yield components of three flax cultivars (*Linum usitatissimum* L.) in response to foliar application with Zn, Mn and Fe under newly reclaimed sandy soil conditions. Am. Eurasian J. Agr. Environ. Sci., 12 (8): 1075-1080.
- Bonenberg K. 1988. Rośliny użyteczne człowiekowi. Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, Warszawa.
- Bravi R., Sommovigo A. 1997. Seed production and certification of flax/linseed (*Linum usitatissimum*). Sementi-Elette, 43 (2): 5-8.
- Budzyński W., Zajac T. 2010. Rośliny oleiste uprawa i zastosowanie. PWRiL, Poznań.
- Casa R., Russell B.G., Lo Cascio B., Rossinia F. 1999. Environmental effects on linseed (*Linum usitatissimum* L.) yield and growth of flax at different stand densities. Eur. J. Agron., 11: 267-278.
- Cloutier S., Niu Z., Datla R., Duguid S. 2009. Development and analysis of EST-SSRs for flax (*Linum usitatissimum* L.). Theor. Appl. Genet., 119: 53-63.
- Coskuner Y., Karababa E. 2007. Some physical properties of flax seed (*Linum usitatissimum* L.). J. Food Eng., 78 (3): 1067-1073.
- Dembiński F. 1975. Rośliny oleiste. PWRiL, Warszawa.
- Diederichsen A. 2001. Comparison of genetic diversity of flax (*Linum usitatissimum* L.) between Canadian cultivars and a world collection. Plant Breeding, 120: 360-362.
- Diederichsen A., Fu Y.B. 2006. Phenotypic and molecular (RAPD) differentiation of four infra-specific groups of cultivated flax (*Linum usitatissimum* L. subsp. *usitatissimum*). Genetic Resources and Crop Evolution, 53: 77-90.
- Diepenbrock W., Porksen N. 1992. Phenotypic Plasticity in Growth and Yield Components of Linseed (*Linum usitatissimum* L.) in Response to Spacing and N-Nutrition. J. Agronomy & Crop Science, 169, 46-60.
- Dribnenki J.C.P., Mc Eachern S.F., Green A.G., Kenaschuk E.O., Rashid K.Y. 1999. Linola TM '1084' low linolenic acid flax. Can. J. Plant Sci., 79: 607-609.
- Gabiana C., McKenzie B.A., Hill G.D. 2005. The influence of plant population, nitrogen and irrigation on yield and yield components of linseed. Agron. N.Z., 35: 44-56.
- Hashem H.A., Bassuony F.M., Hassanein R.A., Baraka D.M., Khalil R.R. 2011. Stigmasterol seed treatment alleviates the drastic effect of NaCl and improves quality and yield in flax plants. Aust. J. Crop Sci., 5 (13): 1858-1867.
- Heimann S. 1991. Len włóknisty. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych – COBORU, 926: 1-14.
- Heimann S. 1994. Len włóknisty. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych – COBORU, 1046: 1-14.
- Heimann S. 1997. Len włóknisty. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych – COBORU, 1129: 1-14.
- Heller K. 2012. Metodyka integrowanej ochrony roślin dla uprawy lnu włóknistego. IWNiRZ, Poznań.

- Heller K., Adamczewski K. 2010. Wpływ wybranych warunków pogodowych na stan i stopień zachwaszczenia łąki lnu włóknistego. *Fragm. Agron.*, 27 (3): 63-69.
- Heller K., Wielgusz K. 2011. Plonowanie odmiany lnu oleistego Bukoz w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych. *J. Res. Appl. Agric. Engng.*, 56 (3): 138-142.
- Hocking J. 1995. Effects of nitrogen supply on the growth, yield components and distribution of nitrogen in Linola. *J. Plant Nutr.*, 18 (2): 257-275.
- <http://www.weatheronline.co.uk/Poland/Posen.htm>.
- Kurhański M. 1982. Uprawa lnu włóknistego. PWRiL, Warszawa.
- Praczyk M., Silska G. 2013. Analiza zmienności i sposobu dziedziczenia komponentów struktury plonu lnu włóknistego (*Linum usitatissimum* L.). *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, 268: 173-182.
- Praczyk M., Bocianowski J., Silska G. 2010. Analiza zmienności wybranych cech ilościowych w kolekcji lnu włóknistego (*Linum usitatissimum* L.). *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 555: 339-345.
- Praczyk M., Bocianowski J., Silska G. 2011. Analiza genetyczna mieszańców pokolenia F1 lnu włóknistego pod względem zawartości włókna. *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, 260/261: 325-331.
- Rastogi A., Siddiqui A., Mishra B.K., Srivastava M., Pandey R., Misra P., Singh M., Shukla S. 2013. Effect of auxin and gibberellic acid on growth and yield components of linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Crop. Breed Appl. Biotechnol.*, 13: 136-143.
- Sankari H.S. 2000. Linseed (*Linum usitatissimum* L.) cultivars and breeding lines as stem biomass producers. *J. Agronomy & Crop Science*, 184: 225-231.
- Schilling E., Müller W. 1951. Len. Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Warszawa.
- Sharmin E., Ashraf S.M., Ahmad S. 2007. Epoxidation, hydroxylation, acrylation and urethanation of *Linum usitatissimum* seed oil and its derivatives. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 109: 134-146.
- Silska G., Praczyk M. 2012. Ocena obiektów kolekcyjnych lnu oleistego (*Linum usitatissimum* L.). *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, 33: 127-138.
- Sneath P.H.A., Sokal R.R. 1973. Numerical taxonomy: the principals and practice of numerical classification. Freeman, San Francisco.
- Sokal R.R., Rohlf T.J. 1997. Biometry. The principles and practise of statistics in biological research. Freeman WH and Company, San Francisco.
- Stanisz A. 2007. Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem Statistica Pl na przykładach z medycyny. T. 3. Analizy wielowymiarowe. StatSoft.
- Stražil Z., Vorlíek Z. 2004. Effect of soil and weather conditions and some agricultural practices on yield and yield components in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Sci. Agric. Bohemica*, 35 (2): 52-56.
- Vinogradov D.V., Polyakov A.V., Kuntsevich A.A. 2012. Influence of technology of growing on yield and oil chemical composition of linseed in non-chernozem zone of Russia. *J. Agr. Sci.*, 57 (3): 135-142.
- Zajac T., Borowiec F., Micek P. 2001. Porównanie produktywności, składu chemicznego i profilu kwasów tłuszczowych żółtych i brązowych nasion lnu oleistego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, 22: 441-453.
- Zajac T., Klima K., Borowiec F., Witkiewicz R., Barteczko J. 2002. Plonowanie odmian lnu oleistego w różnych warunkach siedliska. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, 23: 275-286.
- Zajac T., Oleksy A., Klimek-Kopyra A., Kulig B. 2012. Biological determinants of plant and crop productivity of flax (*Linum usitatissimum* L.). *Acta Agrobot.*, 65 (4): 3-14.
- Žiarovská J., Ražná K., Senková S., Štefánová V., Bežo M. 2012. Variability of *Linum usitatissimum* L. based on molecular markers ARPN. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 7 (1): 50-58.