

Ocena zróżnicowania w rodzaju *Lathyrus* na podstawie wybranych cech w materiałach kolekcyjnych

¹Wojciech Rybiński, ²Jan Bocianowski, ³Michał Starzycki, ³Elżbieta Starzycka

¹Instytut Genetyki Roślin Polskiej Akademii Nauk, ul. Strzeszyńska 34, 60-479 Poznań, Polska

²Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 28; 60-637 Poznań, Polska

³Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Oddział Roślin Oleistych w Poznaniu, ul. Strzeszyńska 36, 60-479 Poznań, Polska

Abstrakt. Celem badań była ocena zmienności i stopnia podobieństwa obiektów kolekcyjnych wybranych gatunków z rodzaju *Lathyrus* pod względem cech ilościowych oraz składu chemicznego nasion. Uwzględniono 35 form kolekcyjnych pochodzących z różnych regionów świata, a reprezentujących siedem najbardziej rozpowszechnionych gatunków: *Lathyrus sativus*, *L. cicera*, *L. ochrus*, *L. clymenum*, *L. tingitanus*, *L. hirsutus* i *L. aphaca*. Wszystkie obiekty pochodziły z kolekcji marginalnych roślin strączkowych zgromadzonych w IGR PAN w Poznaniu. Ocenę cech morfologicznych struktury plonowania prowadzono w oparciu o wyniki doświadczenia polowego, a zebrane nasiona stanowiły materiał do analiz zawartości białka, tłuszczu i profilu kwasów tłuszczowych. Wyniki opracowano przy wykorzystaniu wielocechowej analizy statystycznej. Uzyskane wyniki umożliwiły ocenę zakresu zmienności obiektów w obrębie każdego z gatunków i między nimi. Na podstawie analizy składu chemicznego nasion wyodrębniono gatunki i obiekty o wysokiej zawartości białka, tłuszczu i korzystnym profilu kwasów tłuszczowych, zwłaszcza nienasyconych.

słowa kluczowe: materiały kolekcyjne, gatunki, rodzaj *Lathyrus*, cechy ilościowe, skład chemiczny nasion

WSTĘP

Przyjmuje się, że dla zaspokojenia potrzeb żywieniowych ludzi i zwierząt w skali światowej wykorzystuje się w mniejszym lub większym stopniu około 6000 gatunków roślin. Jednak w wielu krajach, zwłaszcza europejskich (w tym w Polsce), rolnictwo zdominowane jest przez nieliczne gatunki uprawne i na nich skupiają się też badania agrotechniczne (naukowe). Tymczasem wiele gatunków marginalnych jest doskonale zaadaptowanych do skraj-

nych warunków środowiskowych, występujących np. na terenach wyżynnych, suchych czy zasolonych. Są to szczególnie cenne właściwości m.in. ze względu na zachodzące zmiany klimatyczne i priorytetowe znaczenie w tym kontekście odporności roślin na stresy abiotyczne (Rybiński, Pankiewicz, 2010). Ponadto wiele gatunków uprawnych o małym znaczeniu w skali globalnej ma duże znaczenie na poziomie regionalnym, dostarczając żywności w określonych porach wegetacji lub będącej lokalnie ważnym elementem dobrze zbalansowanej diety. Czynnikiem ograniczającym upowszechnienie wielu niedocenianych roślin jest brak wyczerpującej informacji na ich temat (Rybiński, Pankiewicz, 2010), często osiągalnej tylko w trudniej dostępnej literaturze krajowej i mniej popularnych językach. Rodzajem mało poznanym, a obejmującym szereg gatunków o często wyjątkowej tolerancji na stresy abiotyczne i korzystnym składzie chemicznym nasion, zwłaszcza wysokiej zawartości białka, jest rodzaj *Lathyrus*. W porównaniu z innymi jest bardzo bogaty w gatunki, bo według Kupicha (1983) obejmuje ich 153, a według Allkina i in. (1983) aż 189. Można je spotkać zarówno w krajach Starożytności, jak i Nowego Świata. Krajową florę reprezentuje 15 gatunków, m.in.: groszek bulwiasty (*Lathyrus tuberosus* L.), groszek kosmatostrąkowy (*L. hirsutus* L.), groszek łąkowy (*L. pratensis* L.), groszek leśny (*L. sylvestris* L.), groszek błotny (*L. palustris* L.) i groszek czerniejący (*L. niger* L.). Ponadto w Polsce występują gatunki obcego pochodzenia, zawleczone, o przejściowym występowaniu (efemerofity), do których zaliczono między innymi *L. aphaca*, *L. cicera*, *L. ochrus* i *L. inconspicuous*. Najpopularniejszy jest powszechnie wysiewany w ogrodach dla celów ozdobnych – groszek pachnący (*L. odoratus* L.). W krajowym rolnictwie jedynym gatunkiem uprawnym pozostał lędźwian siewny (*L. sativus* L.), aczkolwiek jeszcze do lat sześćdziesiątych ubiegłego stulecia dla celów pastewnych uprawiany był lędźwian afrykański (*L. tingitanus* L.).

Od kilkunastu lat obiekty z gatunków z rodziny *Fabaceae* są systematycznie gromadzone w ramach prowadzo-

Autor do kontaktu:

Wojciech Rybiński
e-mail: wryb@igr.poznan.pl
tel. +48 61 6550252

Praca wpłynęła do redakcji 14 listopada 2012 r.

nej w Instytucie Genetyki Roślin PAN w Poznaniu kolekcji marginalnych roślin motylkowatych. W obrębie rodzaju *Lathyrus* kolekcję zapoczątkowały zbiory lędźwianu siewnego, obecnego w Polsce od ponad 200 lat i w marginalnej skali użytkowanego rolniczo do dziś na terenach Podlasia i przyległych regionów. Zabezpieczono i zwaloryzowano unikalne ekotypy z Podlasia poszerzając kolekcję o formy o zbliżonym do krajowych pochodzeniu z krajów graniczących z Polską wschodnią i południowo-wschodnią. W kolejnych latach kolekcję powiększano o lędźwian siewny pozyskiwany z innych krajów Europy oraz świata. Rozpoczęto również uzupełnianie rodzaju *Lathyrus* poprzez włączanie do kolekcji najbardziej rozpowszechnionych w Europie innych gatunków, jak: *L. cicera*, *L. ochrus*, *L. clymenum*, *L. tingitanus*, *L. hirsutus* i *L. aphaca*. Celem pracy było określenie zmienności i podobieństwa pod względem cech morfologicznych i struktury plonowania w obrębie wybranych obiektów rodzaju *Lathyrus*. Badania obejmowały również analizę składu chemicznego nasion.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły obiekty kolekcyjne z rodzaju *Lathyrus* zgromadzone w kolekcji marginalnych roślin strączkowych IGR PAN w Poznaniu. Wybrano siedem gatunków (w nawiasach podano ich symbole wykorzystywane w pracy): *Lathyrus sativus* (S), *L. cicera* (C), *L. ochrus* (O), *L. clymenum* (CL), *L. tingitanus* (T), *L. hirsutus* (HS) i *L. aphaca* (AP). W obrębie każdego z nich wybrano po pięć obiektów o zróżnicowanym pochodzeniu geograficznym, głównie europejskim, aczkolwiek pojedyncze obiekty pochodziły również z Afryki, Azji i Ameryki Południowej. Z wyjątkiem dwóch form lędźwianu z Polski i Chile, nasiona pozyskano z Banku Genów w Gatersleben (Niemcy). Nazwy gatunków, obiektów i ich pochodzenie przedstawiono w tabeli 2. Nasiona w roku 2010 wysiewano na poletka Pola Doświadczalnego IGR PAN w Cerekwicy w doświadczeniu założonym metodą bloków losowanych w trzech powtórzeniach. Powierzchnia poletka wynosiła 5,2 m². Nasiona wysiewano w rozstawie 70 cm między rzędami i 25 cm w rzędzie. Z każdego poletka i powtórzenia losowo zbierano po 15 dojrzałych strąków z pędów głównych poszczególnych roślin. Określano: długość i szerokość strąka, liczbę i masę nasion ze strąka oraz masę 100 nasion. Zebrane nasiona, z wyjątkiem pochodzących z *L. hirsutus* i *L. aphaca*, analizowano pod względem składu chemicznego. Zawartość białka oznaczano metodą Kjeldahla. Procentową zawartość tłuszczu w nasionach określano metodą wagową przez ekstrakcję tłuszczu w aparacie Soxhleta, a zawartość kwasów tłuszczowych przy wykorzystaniu chromatografu (Hewlett Packard, Gas Chromatograph 5890) i kolumny kapilarnej (30 m, RTX-225).

Przed przystąpieniem do analizy wariancji przeprowadzono analizy wstępne polegające na badaniu rozkładu

reszt dla poszczególnych cech. Uzyskane wyniki pozwoliły przystąpić do dalszych analiz. Analiza wariancji (ANOVA) została przeprowadzona w celu zweryfikowania hipotez o braku wpływu obiektów i gatunków na obserwowane cechy z doświadczenia polowego. Dla gatunków i obiektów obliczono wartości średnie, odchylenia standardowe oraz najmniejsze istotne różnice (NIR). Ocena współzależności obserwowanych cech dokonana została w oparciu o odpowiednie współczynniki korelacji, estymowane na podstawie średnich genotypowych z trzech powtórzeń. Uzyskane wyniki analizowano również za pomocą metod wielowymiarowych (Caliński, Kaczmarek, 1973; Rencher, 1992). Wielowymiarowe różnicowanie obiektów kolekcji określono na podstawie odległości Mahalanobisa (Mahalanobis, 1936). W celu przedstawienia wielocechowej oceny podobieństwa genotypów zastosowano analizę zmienności kanonicznych (Camussi i in., 1985; Rencher, 1992). Umożliwia ona zobrazowanie różnicowania obiektów pod względem ocenianych cech łącznie w formie graficznej. Wszystkie obliczenia w analizie danych wykonano za pomocą pakietu statystycznego GenStat Release 10.1 (GenStat, 2007).

WYNIKI

Wartości średnich kwadratów z analizy wariancji wskazują na istotne różnicowanie zarówno gatunków, jak i obiektów kolekcyjnych pod względem wszystkich cech morfologicznych i struktury plonu (tab. 1). W tabeli 2 przedstawiono wartości średnich cech ilościowych w odniesieniu dla każdego z ocenianych obiektów. Cechą najbardziej różnicującą obiekty kolekcyjne była wielkość pojedynczych nasion wyrażona masą 100 nasion. Zakres zmienności tej cechy wynosił od 1,59 g dla obiektów *L. aphaca* do 22,4 g dla *L. sativus*. Najwyższą wartością tej cechy (34,5 g) wyróżniała się wielkonasienna forma lędźwianu siewnego (*L. sativus*) S 111 z Chile, a najniższą (1,23 g) forma *L. aphaca* – AP 8 pochodząca z Gruzji. O znacznej wewnątrzgatunkowej zmienności masy 100 nasion świadczą między innymi wyniki obiektów z gatunków: *L. sativus* (od 9,8 g u S 52 z Afganistanu do 34,5 g dla S 111 z Chile) i *L. clymenum* (od 5,7 g u CL 5 z Włoch do 12,73 g u CL 4 z Ukrainy). O ile pod względem wielkości nasion dominowały obiekty lędźwianu siewnego, a najdrobniejszymi charakteryzowały się formy *L. aphaca*, to odwrotną sytuację obserwowano dla liczby nasion w strąku. Zakres zmienności tej cechy wynosił od 5,2 dla AP 4 z Izraela do 7,5 u AP 2 z Grecji i od 1,97 dla S 78 z Włoch do 3,9 u S 52 z Afganistanu, przy wartościach średnich: 6,1 dla *L. aphaca* i 2,6 dla *L. sativus*. W obrębie pozostałych gatunków najwyższą liczbą nasion ze strąka wyróżniały się: C 46 z Gruzji, CL 4 z Ukrainy, HS 3 z Egiptu, O 4 z Hiszpanii i T 6 o nieznanym pochodzeniu. Większa liczba nasion ze strąka nie zawsze przekładała się bezpośrednio na ich większą masę. Przykładem może być

Tabela 1. Średnie kwadraty z analizy wariancji dla cech morfologicznych i struktury plonowania gatunków i obiektów kolekcyjnych z rodzaju *Lathyrus*Table 1. Mean squares from analysis of variance for the investigated morphological traits and yield components for species and accessions of the genus *Lathyrus*.

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody Degree of freedom	Długość strąka Pod length	Szerokość strąka Pod width	Liczba nasion ze strąka Number of seeds/pod	Masa nasion ze strąka Weight of seeds/pod	Masa 100 nasion Weight of 100 seeds
Bloki Blocs	2	0,08	0,003	0,16	0,012	1,05
Gatunki Species	6	35,70***	0,825***	21,02***	0,380***	712,85***
Błąd Residual	96	0,28	0,006	0,68	0,016	14,12

*** p<0,001

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody Degree of freedom	Długość strąka Pod length	Szerokość strąka Pod width	Liczba nasion ze strąka Number of seeds/pod	Masa nasion ze strąka Weight of seeds/pod	Masa 100 nasion Weight of 100 seeds
Bloki Blocs	2	0,08	0,003	0,16	0,012	1,05
Obiekty Accessions	34	6,99***	0,157***	4,98***	0,094***	163,82***
Błąd Residual	68	0,046	0,002	0,33	0,01	0,922

*** p<0,001

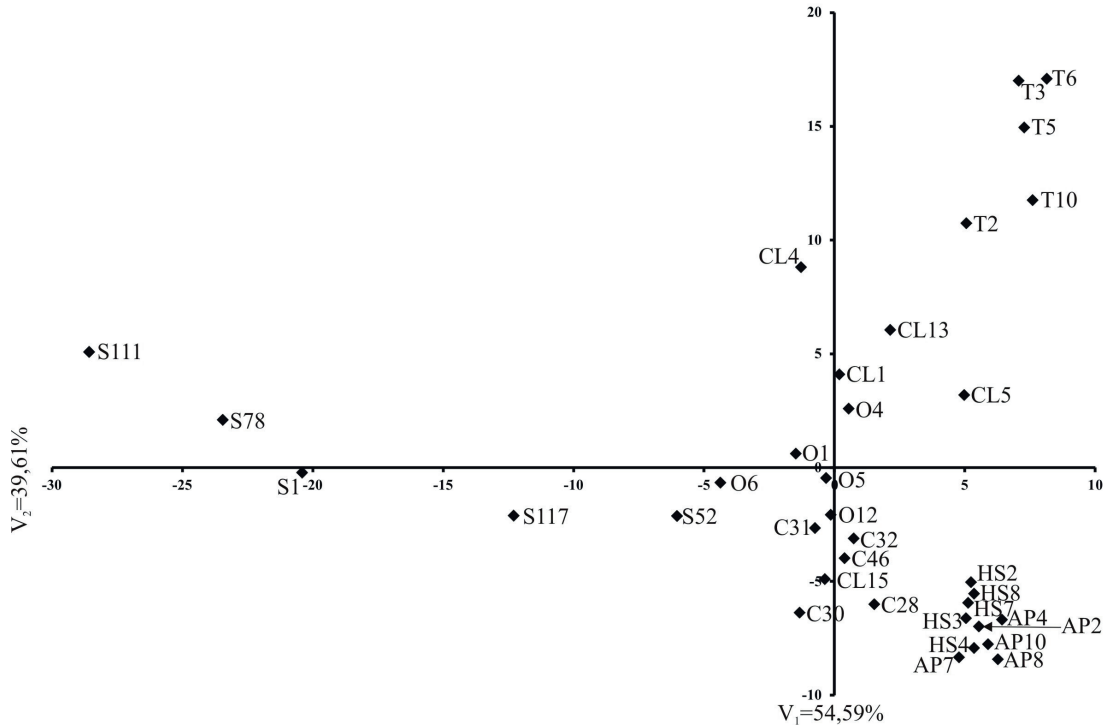
forma AP 2 z Grecji o najwyższej liczbie nasion w strąku pośród wszystkich ocenianych obiektów i bardzo małej masie nasion ze strąka. Obiektami, które charakteryzowały się jednocześnie największą liczbą i masą nasion ze strąka, były: AP 2 z Grecji, C 46 z Gruzji, CL 4 z Ukrainy i O 4 z Hiszpanii. Długość strąka wynosiła od 2,3 cm dla AP 8 z Gruzji do 7,6 cm u formy T 6 nieznanego pochodzenia. U pozostałych gatunków najdłuższymi strąkami charakteryzowały się formy: C 31 z Niemiec, CL 4 z Ukrainy, HS 2 z Ukrainy, O 4 z Hiszpanii i S 111 z Chile. Przy określonej długości strąka wpływ na jego kształt miała szerokość, w zakresie zmienności od 0,44 cm dla AP 4 z Izraela do 1,29 cm dla S 78 z Włoch. Z reguły szersze strąki, typowe dla kilku obiektów *L. sativus*, zawierały mniej nasion, co w przypadku grubonasiennych form S 111 i S 78 nadawało strąkom kształt eliptyczny. W formie graficznej położenie obiektów w układzie dwóch pierwszych zmiennych kanonicznych łącznie dla cech zamieszczonych w tabeli 2 przedstawia rysunek 1. Rozkład przestrzenny obiektów wiąże się z ich przynależnością do poszczególnych gatunków. Najbardziej skrajnym i odrębnym położeniem wyróżniają się obiekty *L. sativus* i *L. tingitanus*. Pośrednią pozycję między *L. tingitanus* a pozostałymi obiektami i gatunkami zajmują formy *L. clymenum*. Znaczne podobieństwo pod względem analizowanych cech wykazują natomiast obiekty zgrupowane w dolnej części wykresu: formy z *L. ochrus* i *L. cicera*, a zwłaszcza *L. aphaca* i *L. hirsutus*.

Odzwierciedleniem zróżnicowania obiektów pod względem każdej z analizowanych cech są różnice międzygatunkowe (rys. 2-6). Cechą najbardziej różnicującą gatunki była masa 100 nasion (rys. 6) z dominującą pozycją *L. sativus* w porównaniu z drobnonasiennymi formami reprezentującymi *L. aphaca* i *L. hirsutus*. Gatunek *L. sativus* wyróżniał się ponadto najwyższą średnią masą nasion ze strąka (rys. 5) oraz szerokością strąka (rys. 3). Najdłuższymi strąkami charakteryzowały się obiekty *L. tingitanus*, a najkrótszymi *L. aphaca* i *L. hirsutus* (rys. 2). Mimo dominującej pozycji *L. sativus* pod względem masy 100 nasion, masy nasion ze strąka i jego szerokości obiekty łądzwianu siewnego wyraźnie ustępowały pozostałym gatunkom pod względem liczby nasion ze strąka (rys. 4). Podobieństwo międzygatunkowe pod względem wszystkich cech oceniano na podstawie odległości Mahalanobisa (tab. 3). Największe odległości (najmniejsze podobieństwo) uzyskano dla par: *L. sativus* – *L. tingitanus*, *L. sativus* – *L. aphaca*, *L. tingitanus* – *L. aphaca* i *L. sativus* – *L. hirsutus*. Największym podobieństwem (najmniejsze odległości) charakteryzowały się: *L. aphaca* i *L. hirsutus*; *L. ochrus* i *L. cicera* oraz *L. ochrus* i *L. clymenum*. Najbardziej rozpowszechniony użytkowo *L. sativus*, pod względem badanych cech jest bardziej zbliżony do form z gatunków *L. cicera* i *L. ochrus* niż do *L. clymenum*. Podobieństwo międzygatunkowe w formie graficznej przedstawia rysunek 7. Położenie przestrzenne obiektów

Tabela 2. Wartości średnich oraz odchylenia standardowe (SD) analizowanych cech obiektów kolekcyjnych z rodzaju *Lathyrus*
 Table 2. Means values and standard deviations (SD) for analyzed accessions of *Lathyrus* genus.

Nazwa obiektu i kraj pochodzenia Accessions and country of origin	Długość strąka Pod length [cm]		Szerokość strąka Pod width [cm]		Liczba nasion ze strąka Seed number/pod		Masa nasion ze strąka Seed weight/pod [g]		Masa 100 nasion Weight of 100 seeds [g]	
	śred. mean	SD	śred. mean	SD	śred. mean	SD	śred. mean	SD	śred. mean	SD
AP 10 – Niemcy; Germany	2,51	0,35	0,48	0,02	6,400	0,529	0,10	0,01	1,56	0,04
AP 2 – Grecja; Greece	2,87	0,11	0,57	0,01	7,467	0,503	0,11	0,02	1,45	0,29
AP 4 – Izrael; Israel	2,55	0,19	0,42	0,02	5,200	0,529	0,10	0,01	2,02	0,17
AP 7 – Włochy; Italy	2,39	0,04	0,55	0,02	5,533	0,306	0,09	0,01	1,68	0,11
AP 8 – Gruzja; Georgia	2,31	0,17	0,44	0,04	5,933	0,757	0,07	0,01	1,23	0,05
C 28 – Włochy; Italy	2,75	0,06	0,67	0,01	4,000	0,200	0,19	0,02	4,70	0,34
C 30 – Libia; Libya	2,71	0,12	0,79	0,03	3,867	0,306	0,24	0,01	6,33	0,54
C 31 – Niemcy; Germany	3,48	0,33	0,82	0,03	3,733	0,462	0,26	0,05	7,04	0,68
C 32 – Francja; France	3,25	0,02	0,73	0,01	2,800	0,400	0,17	0,03	6,12	0,66
C 46 – Gruzja; Georgia	3,21	0,19	0,72	0,03	4,800	0,346	0,31	0,04	6,46	0,83
CL 1 – Grecja; Greece	4,64	0,41	0,73	0,12	3,600	0,100	0,42	0,03	10,13	0,12
CL 13 – Grecja; Greece	5,42	0,24	0,87	0,08	4,933	0,416	0,36	0,05	7,59	0,74
CL 15 – Grecja; Greece	3,04	0,2	0,74	0,07	4,933	0,306	0,32	0,03	6,65	0,40
CL 4 – Ukraina; Ukraine	5,75	0,06	0,86	0,06	5,000	0,200	0,63	0,02	12,73	0,09
CL 5 – Włochy; Italy	4,57	0,31	0,63	0,01	4,067	0,416	0,24	0,03	5,72	0,50
HS 2 – Ukraina; Ukraine	3,05	0,21	0,57	0,05	5,400	0,200	0,13	0,00	2,49	0,15
HS 3 – Egipt; Egypt	2,75	0,08	0,55	0,03	5,933	0,577	0,13	0,02	2,23	0,18
HS 4 – Włochy; Italy	2,43	0,34	0,53	0,01	5,133	1,604	0,07	0,03	1,43	0,28
HS 7 – Włochy; Italy	2,75	0,1	0,54	0,05	4,467	0,462	0,11	0,01	2,38	0,05
HS 8 – Gruzja; Georgia	2,85	0,07	0,55	0,02	4,867	1,102	0,39	0,53	2,55	0,89
O 1 – Grecja; Greece	4,24	0,21	0,87	0,05	5,067	0,945	0,45	0,08	8,98	1,61
O 12 – Grecja; Greece	3,53	0,09	0,78	0,05	3,333	0,462	0,22	0,04	7,01	0,61
O 4 – Hiszpania; Spain	4,65	0,27	0,81	0,03	5,667	0,577	0,48	0,10	8,49	1,22
O 5 – Włochy; Italy	4,21	0,17	0,95	0,06	4,933	0,416	0,31	0,03	6,33	1,19
O 6 – Cypr; Cyprus	3,88	0,14	0,91	0,08	4,400	0,529	0,47	0,05	10,93	0,42
S 1 – Słowacja; Slovakia	3,62	0,12	1,25	0,06	2,000	0,100	0,48	0,02	23,77	1,40
S 111 – Chile; Chile	4,29	0,16	1,27	0,01	2,033	0,208	0,7	0,07	34,53	1,85
S 117 – Polska; Poland	3,48	0,17	1,11	0,02	3,200	0,173	0,53	0,06	16,27	1,01
S 52 – Afganistan; Afghanistan	3,80	0,16	1,11	0,01	3,867	0,231	0,38	0,06	9,80	1,13
S 78 – Włochy; Italy	3,99	0,18	1,29	0,07	1,967	0,208	0,54	0,04	27,53	3,41
T 10 – Gwatemala; Guatemala	6,69	0,31	0,79	0,03	5,867	0,808	0,3	0,05	5,37	0,70
T 2 – nieznan; unknown	6,17	0,43	0,69	0,02	5,333	0,416	0,47	0,03	8,76	0,35
T 3 – Polska; Poland	7,50	0,23	0,71	0,03	5,800	1,058	0,53	0,07	9,38	0,34
T 5 – Portugalia; Portugal	7,18	0,28	0,75	0,02	5,733	0,643	0,48	0,06	7,78	1,24
T 6 – nieznan; unknown	7,65	0,12	0,75	0,05	6,000	0,200	0,46	0,06	7,85	0,88
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,35		0,08		0,939		0,16		1,57	

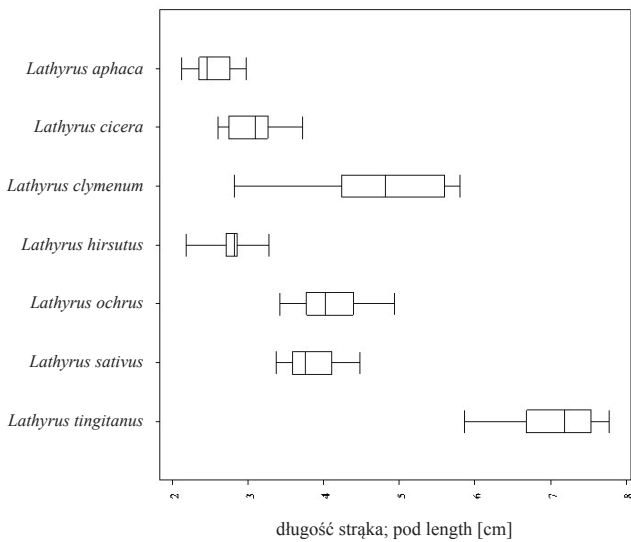
AP – *L. aphaca*, C – *L. cicera*, CL – *L. clymenum*, HS – *L. hirsutus*, O – *L. ochrus*, S – *L. sativus*, T – *L. tingitanus*



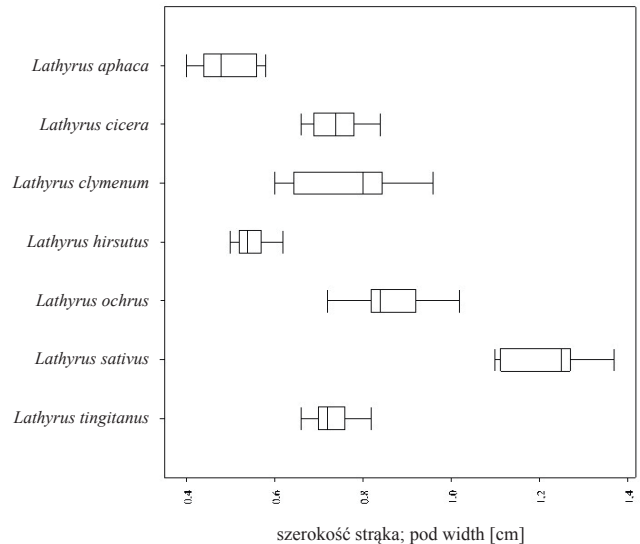
AP (2, 4, 7, 8, 10) – *Lathyrus aphaca*, C (28, 30, 31, 32, 46) – *Lathyrus cicera*, CL (1, 4, 5, 13, 15) – *Lathyrus clymenum*, HS (2, 3, 4, 7, 8) – *Lathyrus hirsutus*, O (1, 4, 5, 13, 15) – *Lathyrus ochrus*, S (1, 111, 117, 52, 78) – *L. sativus*, T (2, 3, 5, 6, 10) – *Lathyrus tingitanus*

Rys. 1. Rozkład badanych obiektów pod względem cech morfologicznych i struktury plonowania w układzie dwóch pierwszych zmiennych kanonicznych

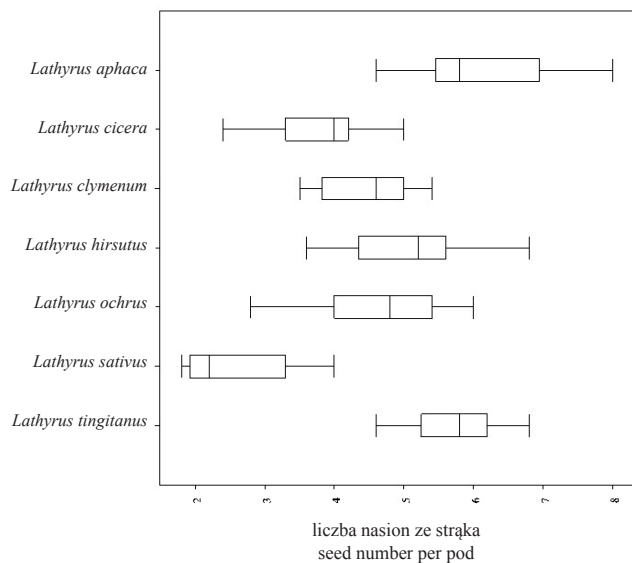
Fig. 1. Distribution of analyzed accessions for morphological and field structure traits in the space of two first canonical variates.



Rys 2. Długość strąka dla obiektów analizowanych gatunków Fig. 2. Pod length for accessions of analyzed species.

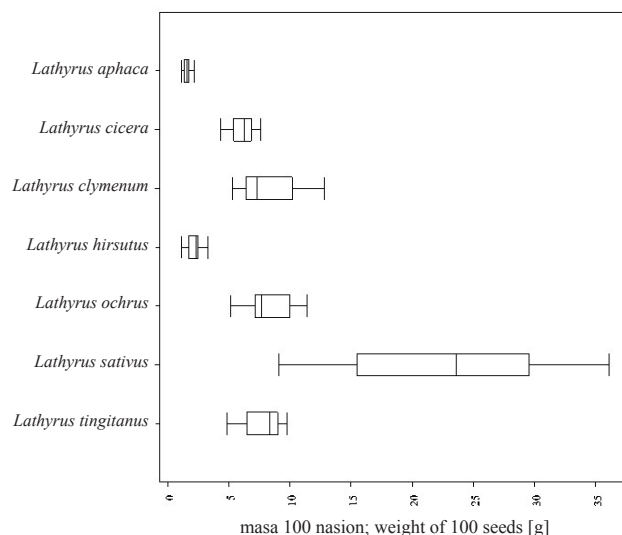


Rys. 3. Szerokość strąka dla obiektów analizowanych gatunków Fig. 3. Pod width for accessions of analyzed species.



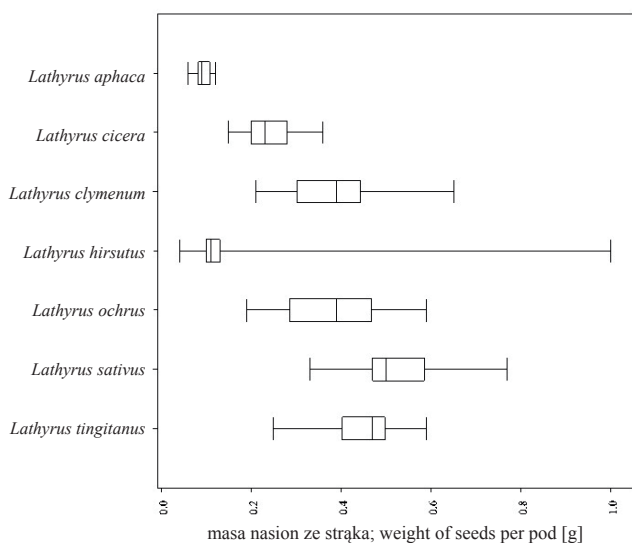
Rys. 4. Liczba nasion ze strąka dla obiektów analizowanych gatunków

Fig. 4. Seed number per pod for accessions of analyzed species.



Rys. 6. Masa 100 nasion dla obiektów analizowanych gatunków

Fig. 6. Weight of 100 seeds for accessions of analyzed species.



Rys. 5. Masa nasion ze strąka dla obiektów analizowanych gatunków

Fig. 5. Seed weight per pod for accessions of analyzed species.

wskazuje na wzajemne podobieństwo gatunków: *L. cicera*, *L. ochrus* i *L. clymenum*, ich mniejsze podobieństwo z *L. sativus* oraz znaczną odrębność *L. sativus* w porównaniu z *L. tingitanus*. Bliskie położenie *L. aphaca* i *L. hirsutus* potwierdza znaczne podobieństwo tych gatunków pod względem analizowanych cech. Z wyjątkiem par: liczba

nasion ze strąka i długość strąka, długość strąka i masa 100 nasion oraz liczba nasion ze strąka i masa nasion ze strąka uzyskano statystycznie istotne wartości współczynnika korelacji cech (tab. 4). Pośród nich ujemnie skorelowane były tylko liczba nasion ze strąka i szerokość strąka oraz liczba nasion ze strąka i masa 100 nasion.

Oprócz oceny zmienności cech ilościowych na podstawie wyników uzyskanych z doświadczenia polowego analizowano również skład chemiczny zebranych nasion. Średnie kwadraty z analizy wariancji wskazują na istotne zróżnicowanie gatunków pod względem zawartości białka, tłuszczu i kwasów tłuszczowych z wyjątkiem kwasu eikozynowego i erukowego (tab. 5). Najwyższą zawartością białka, powyżej 40%, charakteryzowały się obiekty *L. tingitanus*, a najniższą formy *L. cicera* (tab. 6). Zbliżoną zawartością białka w zakresie od 28,4 do 31,4% charakteryzowały się nasiona *L. ochrus*, *L. clymenum* i *L. sativus*, a różnice między nimi były statystycznie nieistotne. Oprócz najwyższej zawartości białka nasiona *L. tingitanus* charakteryzowały się także wysoką w porównaniu z pozostałymi gatunkami zawartością tłuszczu, tylko nieznacznie niższą niż w nasionach *L. ochrus*. Wartościami poniżej 1% wyróżniały się nasiona *L. cicera* i *L. sativus*. W profilu kwasów tłuszczowych dominował wielonienasycony kwas linolowy z najwyższą średnią zawartością w nasionach *L. ochrus*. W drugiej kolejności pod względem ilościowym występował jednonienasycony kwas oleinowy z najwyższą zawartością w nasionach *L. sativus*. Zawartość pozostałych kwasów była wyraźnie niższa. Zakres zmienności

Tabela 3. Porównanie podobieństwa analizowanych gatunków pod względem cech morfologicznych i struktury plonowania wyrażona odległościami Mahalanobisa

Table 3. Comparison of similarity of the analyzed species for morphological traits and yield components expressed in Mahalanobis distances.

<i>Lathyrus</i>	<i>L. sativus</i>	<i>L. cicera</i>	<i>L. ochrus</i>	<i>L. clymenum</i>	<i>L. tingitanus</i>	<i>L. hirsutus</i>	<i>L. aphaca</i>
<i>L. sativus</i>	0						
<i>L. cicera</i>	6,814	0					
<i>L. ochrus</i>	5,998	2,313	0				
<i>L. clymenum</i>	7,779	3,245	2,351	0			
<i>L. tingitanus</i>	12,024	8,438	7,306	5,32	0		
<i>L. hirsutus</i>	9,891	3,445	4,818	4,47	8,345	0	
<i>L. aphaca</i>	11,266	5,303	6,468	6,115	9,211	2,105	0

Tabela 4. Wartości współczynnika korelacji dla analizowanych cech morfologicznych i struktury plonu

Table 4. Correlation coefficients for morphological traits and yield components.

Cechy Traits	Długość strąka Pod length	Szerokość strąka Pod width	Liczba nasion ze strąka Seed number/pod	Masa nasion ze strąka Seed weight/pod	Masa 100 nasion Weight of 100 seeds
Długość strąka Pod length	1				
Szerokość strąka Pod width	0,3890*	1			
Liczba nasion ze strąka Seed number/pod	0,2872	-0,3607*	1		
Masa nasion ze strąka Seed weight/pod	0,6402***	0,7282***	-0,2669	1	
Masa 100 nasion Weight of 100 seeds	0,2884	0,8492***	-0,5710***	0,7839***	1

** p<0,01; *** p<0,001

Tabela 5. Średnie kwadraty z analizy wariancji dla badanych cech składu chemicznego nasion gatunków z rodzaju *Lathyrus*Table 5. Mean squares from analysis of variance for the investigated traits of chemical composition of seeds for species of the genus *Lathyrus*.

Źródło zmienności Source of variation	Gatunki Species	Błąd Residual
Stopnie swobody; Degree of freedom	4	20
Białko, Protein	187,0***	10,11
Tłuszcz, Fat	0,656***	0,079
Kwas palmitynowy; Palmitic acid	55,62***	2,69
Kwas stearynowy; Stearic acid	4,74***	0,5
Kwas oleinowy; Oleic acid	108,5**	15,31
Kwas linolowy; Linolic acid	105,8***	12,54
Kwas linolenowy; Linolenic acid	8,369**	1,638
Kwas eikozynowy; Eikosenoic acid	0,798	0,599
Kwas erukowy; Erucic acid	0,1936	0,1936

** p<0,01; *** p<0,001

Tabela 6. Wartości średnich i odchylenia standardowego (SD) dla cech składu chemicznego nasion gatunków z rodzaju *Lathyrus*
 Table 6. Means and standard deviation (SD) for chemical composition of seeds analyzed species of *Lathyrus* genus.

Cecha Trait		<i>Lathyrus</i> <i>cicera</i>	<i>Lathyrus</i> <i>clymenum</i>	<i>Lathyrus</i> <i>ochrus</i>	<i>Lathyrus</i> <i>sativus</i>	<i>Lathyrus</i> <i>tingitanus</i>	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
Białko Protein [%]	średnia mean	23,83	31,41	28,43	28,71	40,34	4,195
	SD	5,048	2,641	3,152	2,55	1,285	
Tłuszcz Fat [%]	średnia mean	0,56	1,08	1,4	0,74	1,3	0,37
	SD	0,2702	0,3899	0,255	0,2793	0,1581	
Kwas palmitynowy Palmitic acid C _{16:0} [%]	średnia mean	16,1	12,02	9,14	7,7	9,2	2,163
	SD	1,851	2,721	1,363	0,696	0,515	
Kwas stearynowy Stearic acid C _{18:0} [%]	średnia mean	6,34	4,76	5,44	3,68	5,2	0,932
	SD	0,7057	1,2562	0,4037	0,2588	0,4359	
Kwas oleinowy Oleic acid C _{18:1} [%]	średnia mean	17,9	17,78	11,52	24,68	17,56	5,163
	SD	4,005	3,497	2,207	6,44	1,397	
Kwas linolowy Linoleic acid C _{18:2} [%]	mean średnia	49,28	53,64	61,86	52,92	54,54	4,671
	SD	3,094	5,051	1,756	4,764	1,35	
Kwas linolenowy Linolenic acid C _{18:3} [%]	mean średnia	10,4	10,5	12	10,86	13,46	1,689
	SD	0,883	0,534	1,393	2,129	0,808	
Kwas eikozenowy Eicosenoic acid C _{20:1} [%]	mean średnia	0	0,92	0	0,16	0	1,021
	SD	0	1,6932	0	0,3578	0	
Kwas erukowy Erucic acid C _{22:1} [%]	mean średnia	0	0,44	0	0	0	0,581
	SD	0	0,9839	0	0	0	

Tabela 7. Wartości współczynnika korelacji dla analizowanych cech składu chemicznego nasion
 Table 7. Correlation coefficients for chemical composition of seeds.

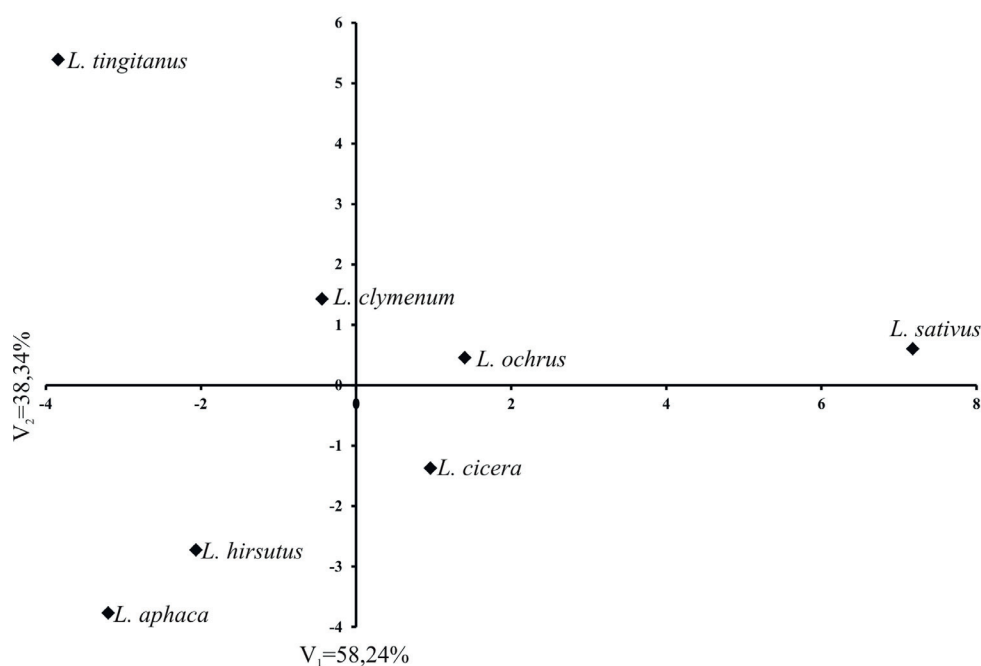
Cechy Traits	Białko Protein	Tłuszcz Fat	C _{16:0}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{20:1}	C _{22:1}
Białko Protein	1								
Tłuszcz Fat	0,4874*	1							
C _{16:0}	-0,5434**	-0,4837*	1						
C _{18:0}	-0,1368	0,0115	0,5781**	1					
C _{18:1}	0,1629	-0,381	-0,1586	-0,4467*	1				
C _{18:2}	0,0358	0,558**	-0,4553*	-0,0475	-0,7509***	1			
C _{18:3}	0,4532*	0,3245	-0,3486	0,0497	-0,4693*	0,4376*	1		
C _{20:1}	0,1166	0,2096	-0,1256	-0,3322	0,2206	-0,2333	-0,242	1	
C _{22:1}	0,1198	0,1422	-0,0879	-0,3194	0,1768	-0,226	-0,194	0,965	1

C_{16:0} – kwas palmitynowy, palmitic acid; C_{18:0} – kwas stearynowy, stearic acid; C_{18:1} – kwas oleinowy, oleic acid; C_{18:2} – kwas linolowy, linoleic acid; C_{18:3} – kwas linolenowy, linolenic acid; C_{20:1} – kwas eikozenowy, eicosenoic acid; C_{22:1} – kwas erukowy, erucic acid

* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

Tabela 8. Podobieństwa analizowanych gatunków pod względem składu chemicznego nasion wyrażone odległościami Mahalanobisa
Table 8. Similarity of the analyzed species for chemical composition of seeds expressed in Mahalanobis distances.

<i>Lathyrus</i>	<i>L. sativus</i>	<i>L. cicera</i>	<i>L. ochrus</i>	<i>L. clymenum</i>	<i>L. tingitanus</i>
<i>L. sativus</i>	0				
<i>L. cicera</i>	9,514	0			
<i>L. ochrus</i>	8,194	6,096	0		
<i>L. clymenum</i>	10,598	5,214	5,522	0	
<i>L. tingitanus</i>	13,145	9,182	7,598	5,257	0

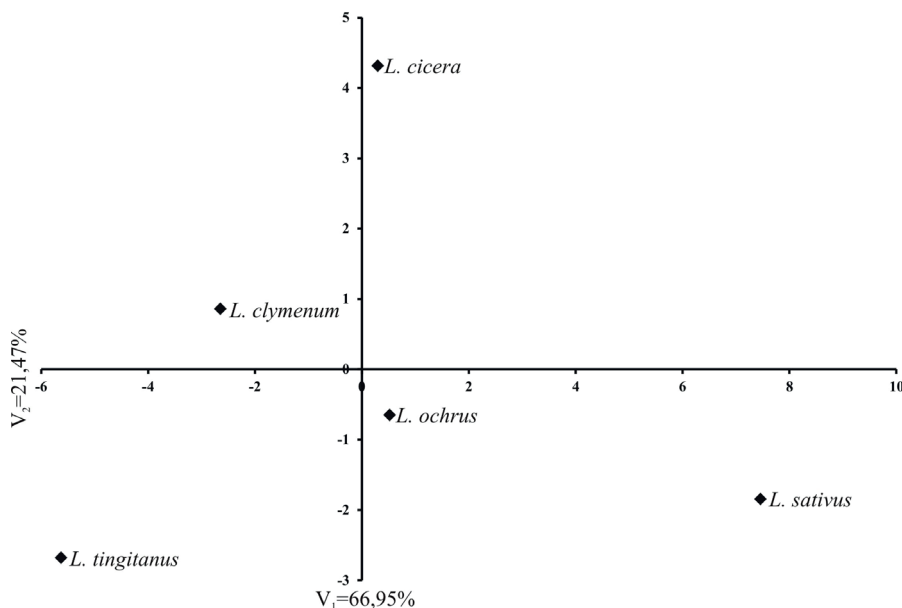


Rys. 7. Rozkład badanych gatunków pod względem cech morfologicznych i struktury plonowania w układzie dwóch pierwszych zmiennych kanonicznych

Fig 7. Distribution of analyzed species for morphological traits and yield components in the space of two first canonical variates.

zawartości nasyconego kwasu palmitynowego wynosił od 16,1% w nasionach *L. cicera* do 7,7% u *L. sativus*, a wielonienasyconego kwasu linolenowego od 13,5% dla *L. tingitanus* do około 10% w nasionach *L. cicera*, *L. clymenum* i *L. sativus*. Obecność kwasu eikozynowego stwierdzono jedynie w nasionach *L. clymenum* i *L. sativus*, a erukowego, w śladowych ilościach, w nasionach *L. clymenum*. Zawartość białka była istotnie i dodatnio skorelowana z zawartością tłuszczu ($r = 0,4874$) i zawartością kwasu linolenowego ($r = 0,4532$), a ujemnie z zawartością kwasu palmitynowego ($r = -0,5434$) (tab. 7). Z kolei zawartość tłuszczu była istotnie i dodatnio skorelowana z zawartością kwasu linolenowego, a ujemnie z zawartością kwasu palmitynowego. Na uwagę zasługuje wysoce istotna, ujemna

korelacja między zawartością kwasu oleinowego i linolenowego stanowiących łącznie prawie 70% w ogólnym profilu kwasów tłuszczowych. W odniesieniu do wszystkich analizowanych cech składu chemicznego najmniejszym podobieństwem (największe odległości Mahalanobisa) charakteryzowały się pary gatunków: *L. sativus* i *L. tingitanus*, *L. clymenum* i *L. sativus* oraz *L. sativus* i *L. cicera* (tab. 8). Najmniejsze odległości wskazujące na największe podobieństwo wyliczono dla *L. clymenum* w porównaniu z: *L. cicera*, *L. ochrus* i *L. tingitanus*. Położenie gatunków na płaszczyźnie dla składu chemicznego nasion w układzie dwóch pierwszych zmiennych kanonicznych przedstawia rysunek 8. Potwierdza on znaczną odrębność *L. sativus* w porównaniu z *L. tingitanus*, a następnie z *L. clymenum* i *L. cicera*.



Rys. 8. Rozkład badanych gatunków pod względem składu chemicznego nasion układzie dwóch pierwszych zmiennych kanonicznych Fig 8. Distribution of analyzed species for chemical composition of seeds in the space of two first canonical variates.

DYSKUSJA

Pośród analizowanych gatunków uprawnych w rodzaju *Lathyrus* lędźwian siewny (*Lathyrus sativus*) jest uprawiany głównie na nasiona i wykorzystywany w żywieniu ludzi i zwierząt. Z kolei *L. cicera*, *L. clymenum* i *L. ochrus* wykorzystywane są zarówno do produkcji nasion i zielonki w żywieniu zwierząt, jak i nasion w żywieniu ludzi. Typowo paszowymi gatunkami są lędźwian afrykański (*L. tingitanus*) i *L. aphaca*. Gatunkiem najbardziej rozpowszechnionym zarówno w krajach Starego, jak i Nowego Świata jest lędźwian siewny (Campbell, 1997). Rejonem występowania i uprawy *L. cicera*, *L. clymenum* i *L. ochrus* są głównie kraje strefy śródziemnomorskiej, jak: Portugalia, Grecja, południowa Francja, Turcja, Hiszpania i Włochy, a w mniejszym zakresie kraje północnej Afryki i Bałkany (IPGRI, 2000). Występowanie lędźwianu afrykańskiego w zasadzie ogranicza się do rejonów Afryki północnej, głównie Algierii, Półwyspu Iberyjskiego, a także Kaukazu (Mackiewicz, 1956). Znacznym zasięgiem występowania charakteryzuje się z kolei *L. aphaca* obejmując kraje centralnej Europy, północnej Afryki, jak również południowo-zachodniej i centralnej Azji (Meusel i in., 1965). W Polsce jest gatunkiem zawleczonym z proponowaną nazwą polską – groszek bezlistkowy (Nobis i in., 2011).

Uzyskane wartości cech ilościowych z doświadczenia polowego wskazują na znaczne zróżnicowanie międzygatunkowe, jak również znaczną zmienność cech w obrębie poszczególnych gatunków reprezentowanych przez

obiekty o różnym pochodzeniu geograficznym. Na znaczne zróżnicowanie cech morfologicznych i ilościowych między gatunkami w rodzaju *Lathyrus* wskazują badania Hanbury'ego i in. (1995) i Campbella (1997), a na poziomie molekularnym Crofta i in. (1999); Chtourou-Ghorbela i in. (2001) oraz Pankiewicz i Rybińskiego (2008). Pośród analizowanych przez nas cech ilościowych cechą najbardziej różnicującą gatunki i obiekty była wielkość nasion wyrażona masą 100 nasion. Na tle siedmiu ocenianych gatunków największą odrębnością od pozostałych pod względem masy 100 nasion wyróżniał się lędźwian siewny, w zakresie między obiektami od 9,8 g dla formy z Azji do 34,5 g dla formy kolekcyjnej z Chile. Zgodnie z klasyfikacją Dziamby (1997) wartości graniczne masy 1000 nasion dla ich podziału na drobnonasienne, średnionasienne i grubonasienne wynoszą odpowiednio: 50–150 g; 150–250 g i powyżej 250 g. Oceniane obiekty lędźwianu siewnego reprezentują każdy z typów wielkości nasion, przy czym krajową odmianę Krab zaliczyć można do form średnionasiennych, na co wskazują także badania Milczaka i in. (1997). Wielkonasienne formy są typowe dla lędźwianów uprawianych w rejonie Basenu Morza Śródziemnego, a zwłaszcza w Chile, gdzie przy średniej masie pojedynczego nasiona w populacji wynoszącej 270 mg, nasiona niektórych linii osiągały nawet 455 mg (Mera i in., 2003). Wysoką masę 1000 nasion potwierdzają Hammer i in. (1989) informując o obecności w południowych Włoszech linii o wyjątkowo dużych nasionach, w porównaniu z drobnymi nasionami typowymi dla subkontynentu

indyjskiego. W badaniach form azjatyckich z Bangladeszu zakres MTN wynosił zaledwie od 29,5 do 67,6 g (Sarwar i in., 1995), co potwierdza niska MTN ocenianej w pracy formy S 25 z Afganistanu. Biorąc pod uwagę średnią masę 100 nasion pozostałych gatunków obiekty *L. cicera*, *L. clymenum*, *L. ochrus* i *L. tingitanus* w prezentowanej pracy zaliczyć można do grupy drobnonasiennych, a *L. hirsutus* i *L. aphaca* do grupy o nasionach bardzo drobnych, o masie poniżej 5 g. Masa 100 nasion dla materiałów kolekcyjnych *L. cicera* wynosiła od 5,3 do 8,2 g, a *L. ochrus* od 8,6 do 12,5 g (Hanbury i in., 1995) i wartości te, zwłaszcza dla *L. cicera*, kształtowały się na zbliżonym poziomie do uzyskanych przez nas wyników. Wysoką masą 100 nasion, w zakresie od 12 do 15 g, wyróżniały się krajowe formy *L. tingitanus* (Mackiewicz, 1956), przy niższych wartościach tej cechy u ocenianych przez nas form. Cechą wyróżniającą lędźwian afrykański są długie, ostro zakończone strąki o długości i szerokości odpowiednio: 70–90 mm i 7–9 mm (Mackiewicz, 1956), co koresponduje z uzyskanymi przez nas wynikami. Wyraźnie krótszymi, lecz najszerszymi strąkami pośród wszystkich odmian charakteryzował się lędźwian siewny wykształcający nasiona o średniej najwyższej masie pośród wszystkich ocenianych gatunków. Odrębność form lędźwianu siewnego od pozostałych, zwłaszcza pod względem wysokich wartości cech plonotwórczych wykazanych w prezentowanej pracy, może mieć związek z powszechnością jego uprawy i prowadzoną selekcją umożliwiającą w aspekcie historycznym systematyczne ulepszanie tego gatunku. Efektem tych prac było uzyskanie w skali światowej oryginalnych odmian, w tym dwóch zarejestrowanych w Polsce (Milczak i in., 2001; Rybiński i in., 2012 b) na bazie lokalnych materiałów pochodzących z Podlasia (Rybiński i in., 2012 a). W odniesieniu do pozostałych gatunków, o bardziej niż lędźwian siewny marginalnym znaczeniem utylitarnym, brak jest doniesień o zakresie i efektach prowadzonej prac hodowlanych. W skali regionalnej w licznych krajach wykorzystuje się wyłącznie lokalnie dostępne ekotypy o stosunkowo wąskim zakresie zmienności genetycznej. Pewien wyjątek stanowi lędźwian afrykański w Polsce, który według Mackiewicza (1956) po II wojnie światowej był przedmiotem prac hodowlanych zakończonych zarejestrowaniem dwóch zróżnicowanych morfologicznie odmian o przeznaczeniu paszowym (zielonka, siano), dziś całkowicie zapomnianych.

Wykazano znaczne zróżnicowanie badanych gatunków pod względem analizowanych cech ilościowych. Wskazują na to także prace nad zmiennością *L. sativus* (Campbell, 1997; Grela i in., 2010; Rybiński i in., 2011), *L. cicera* (Hanbury i in., 1995), *L. ochrus* (Giles i in., 1953; Jones, 1992; Ratinam in., 1994; Saglam, 2012), *L. clymenum* (Sarpaki, Jones, 1990; Melamed i in., 2009), *L. tingitanus* (Mackiewicz, 1956), *L. hirsutus* (Murray i in., 1993) i *L. aphaca* (Nobis i in., 2011). Pod względem analizowanych cech łącznie znaczną odrębnością od pozostałych ga-

tunków wyróżniają się obiekty z *L. aphaca* i *L. hirsutus*. Dotyczy to głównie kształtu strąka, który u obu gatunków jest krótki, sierpowaty u *L. aphaca* i owłosiony u *L. hirsutus*, zawierający nasiona bardzo drobne, o najniższej masie. Wyrażając podobieństwo międzygatunkowe wartościami Mahalanobisa gatunki te pod względem analizowanych cech łącznie są najbardziej zbliżone, przy czym najmniejsze podobieństwo wykazano właśnie między *L. aphaca* i *L. sativus* oraz *L. sativus* i *L. tingitanus*. Potwierdzeniem znacznej odrębności między obydwoma ostatnimi gatunkami są wyniki badań Pankiewicz i Rybińskiego (2008) wyrażone wartością współczynnika podobieństwa genetycznego z wykorzystaniem reakcji RAPD-PCR. W pracy tej wykazano również niskie podobieństwo genetyczne *L. tingitanus* z *L. cicera* i *L. gorgoni*. Mimo że pod względem analizowanych cech ilościowych *L. sativus* i *L. cicera* nie były bardzo podobne, badania z wykorzystaniem markerów molekularnych RAPD wskazują na ich największe podobieństwo (najbliższe pokrewieństwo) (Pankiewicz, Rybiński, 2008). Potwierdzają to wyniki uzyskane z wykorzystaniem markerów ISSR (Belaid i in., 2006) wskazując ponadto na bliskie podobieństwo genetyczne między *L. ochrus* a *L. cicera* i *L. sativus*. W prezentowanej pracy wykazano bardzo duże podobieństwo między *L. cicera* i *L. ochrus*, większe niż między *L. cicera* i *L. sativus*. Według Belaid i in. (2006) bardzo wysoki stopień podobieństwa genetycznego między *L. sativus* i *L. cicera*, czyli między dwoma gatunkami o długiej historii uprawowej, wspiera hipotezę o ich wspólnym przodku pośrednio związanym z nieco mniej zbliżonym genetycznie gatunkiem – *L. ochrus*. Po części potwierdzają to prezentowane w pracy wyniki na poziomie fenotypowym. Przytoczona powyżej hipoteza jest zgodna z wynikami badań morfologicznych (Jackson, Yunus, 1984), izoenzymatycznych (Ben Brahim i in., 2002; Pankiewicz i in., 2010) i molekularnych (Croft i in., 1999; Chtourou-Ghorbel i in., 2001; Pankiewicz, Rybiński, 2008). O stopniu podobieństwa między gatunkami z rodzaju *Lathyrus* informują również wyniki zdolności krzyżowania i uzyskiwania mieszańców międzygatunkowych, wskazując na znaczne bariery międzygatunkowe i stosunkowo dużą zdolność do uzyskiwania płodnych mieszańców w krzyżowaniach między *L. sativus* i *L. cicera* (Yunus, Jackson, 1991; Yunus i in., 1991).

O ile zmienność cech plonotwórczych obiektów i analizowanych gatunków może mieć związek ze stopniem ich upowszechnienia rolniczego, to trudno to odnieść do składu chemicznego ich nasion. Znane są tylko liczne prace hodowlane zmierzające do ograniczenia lub wyeliminowania w nasionach lędźwianu siewnego substancji antyżywnościowych, głównie neurotoksyn (Jeswani i in., 1970; Kaul i in., 1986; Campbell, 1987; Rybiński, Grela, 2007). W przypadku innych uprawnych roślin strączkowych nasiona gatunków z rodzaju *Lathyrus* są bogatym źródłem wartościowego białka (Hanbury i in., 2000). Pośród analizowanych gatunków najwyższą zawartością białka,

na poziomie 40%, wyróżniały się nasiona *L. tingitanus*. W badaniach Mackiewicza (1956) zawartość białka w nasionach lędźwianu afrykańskiego była również bardzo wysoka i wynosiła od 34 do 35%, a w nasionach lędźwianu siewnego około 28%, w porównaniu do 22% u peluszek i grochów. W rodzaju *Lathyrus* najpowszechniejszym źródłem białka wykorzystywanego w żywieniu ludzi i zwierząt są nasiona *L. sativus* i *L. cicera*. Średnia zawartość białka w nasionach analizowanych obiektów lędźwianu siewnego wynosiła 28,7%. Według Williams i in. (1994) nasiona lędźwianu charakteryzują się wysoką zawartością białka, wynoszącą od 18,2 do 36%, a w pracy Hanbury i in. (2000) od 25 do 27%, przy zawartości białka u grochu i bobiku wynoszącej 23 i 24% (Pettersson i in., 1997) i niższą zawartością aniżeli u łubinu (32%), a zwłaszcza soi – 42% (Ravindran, Blair, 1992). Z kolei w podsumowaniu wyników zawartości białka ocenianego w pracach dziesięciu różnych autorów, średnia zawartość wynosiła 29,6% w zakresie od 26,3 do 34,3% (Hanbury i in., 2000). Zawartość białka w nasionach *L. cicera* była wyraźnie niższa (23,8%) niż w nasionach lędźwianu siewnego. Średnią zawartość na poziomie 25% uzyskał Hanbury i in. (2000), aczkolwiek zidentyfikowano w kolekcji obiekty o zawartości białka wynoszącej nawet 33% (Aletor i in., 1994). Jak wykazano w prezentowanej pracy, nasiona z gatunków z rodzaju *Lathyrus* charakteryzują się niską zawartością tłuszczu nie przekraczającą 2%, przy czym niższa zawartość tłuszczu w nasionach *L. cicera* w porównaniu z *L. sativus*, odpowiednio: 1,1 i 1,6%, jest zgodna z wynikami badań innych autorów (Hanbury i in., 2000). Jest to poziom zbliżony do wykazywanego dla grochu i bobiku (Abreu, Bruno-Soares, 1998) i wyraźnie niższy niż w trzech podstawowych uprawnych gatunków łubinów (5–9%), a zwłaszcza łubinu andyjskiego, w nasionach którego zawartość tłuszczu może wynosić od 14 do 21%, przy zawartości białka na poziomie 45% (Sawicka, 1993). Mimo niskiej zawartości tłuszczu, gatunki z rodzaju *Lathyrus* cechują się interesującym składem kwasów tłuszczowych (Bagci, Sahin, 2004). Według Hanbury i in. (2000) profil kwasów tłuszczowych lędźwianu jest podobny do nasion innych roślin strączkowych, u których najwięcej jest kwasu linolowego, a następnie kwasu oleinowego. Niezależnie od gatunku u badanych obiektów również dominowały te dwa kwasy, co potwierdzono również w innych badaniach obejmujących 17 gatunków w rodzaju *Lathyrus* (Bagci, Sahin, 2004). W badaniach Grela i Winiarskiej (1997), podobnie jak w prezentowanej pracy, w nasionach lędźwianu siewnego dominował kwas linolowy (39,1–56,0%), a w drugiej kolejności kwas oleinowy (17,1–18,6%). Kuo i in. (1995) określili zawartość kwasu linolowego i oleinowego w nasionach lędźwianu na 56,0 i 16,7%, a u grochu, bobiku i łubinu kolejno – 42,3 i 25,1%, 45,0 i 21,1% oraz 37,1 i 33,5% (Pettersson i in., 1997). Wysoka zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych ma wpływ na

wartość żywieniową tłuszczu lędźwianu. Znaczny udział w tłuszczu kwasu linolowego, oleinowego oraz palmitynowego i linolenowego wskazuje, że tłuszcz nasion lędźwianu jest wysoce dietetyczny, zbliżony składem i przydatnością do oleju sojowego (Grela, Winiarska, 1997). Mimo zbliżonego wzorca profilu kwasów tłuszczowych dla większości gatunków z rodziny *Fabaceae* (Bakoglu i in., 2009), zasadnicze różnice między gatunkami w rodzaju *Lathyrus* nie dotyczyły dominacji kwasu linolowego, oleinowego, a w następnej kolejności kwasu linolenowego i palmitynowego, a raczej różnic w ich proporcjach w odniesieniu do poszczególnych gatunków i obiektów. Przykładem mogą być *L. cicera* i *L. ochrus*, w tłuszczu których zawartość dominującego kwasu linolowego była bardzo zróżnicowana – odpowiednio od 49% do 62%. W ocenie podobieństwa składu chemicznego między gatunkami wyrażonego odległościami Mahalanobisa najbardziej różniły się *L. sativus* i *L. tingitanus*. Identyczny wynik uzyskano w prezentowanej pracy w odniesieniu do podobieństwa pod względem cech morfologicznych i plonotwórczych. Wskazuje to na wysoki stopień odrębności obydwu gatunków w porównaniu z pozostałymi, co potwierdza ich wysoka niezgodność w krzyżowaniach uniemożliwiająca uzyskanie płodnych mieszańców (Yunus, Jackson, 1991).

Biorąc pod uwagę unikalną odporność lędźwianu siewnego i innych gatunków uprawnych z rodzaju *Lathyrus* na suszę, znaczną tolerancję na choroby i szkodniki, jak i rodzaj gleb (z glebami lekkimi klasy V włącznie), przy wysokiej zawartości białka w nasionach, lędźwian siewny uznany został za modelową roślinę dla potrzeb zrównoważonego rolnictwa (Vaz Patto i in., 2006). Stąd, zwłaszcza w kontekście globalnych zmian klimatycznych, istotne jest bliższe poznanie najbardziej obiecujących gatunków w rodzaju *Lathyrus*, co było przyczynkiem do wyboru tematyki prezentowanej pracy.

WNIOSKI

1. Stwierdzono istotne zróżnicowanie między gatunkami oraz między obiektami pod względem analizowanych cech ilościowych ocenianych na podstawie wyników doświadczenia polowego.
2. Cechą najbardziej różnicującą badane gatunki z rodzaju *Lathyrus* była wielkość pojedynczych nasion wyrażona masą 100 nasion, umożliwiając podział na gatunki grubo-, średnio- i drobnonasienne. Cecha ta w znacznym stopniu determinowała wartości pozostałych parametrów jak: długość i szerokość strąka oraz liczba i masa nasion ze strąka.
3. Obserwowano znaczne zróżnicowanie pod względem cech ilościowych między obiektami kolekcyjnymi w obrębie każdego z gatunków, przy czym zbyt niska liczba obiektów w ramach gatunku nie pozwalała na powiązanie uzyskanej zmienności z ich pochodzeniem geograficznym.

Niewątpliwie cechą typową dla form lędźwianu siewnego pochodzących z rejonu Azji w porównaniu z innymi regionami świata jest podobna wielkość nasion.

4. Wysoka wartość parametrów plonotwórczych lędźwianu siewnego i ich znaczna zmienność między obiektami może mieć związek z rozpowszechnieniem użytkowym tego gatunku i selekcją najbardziej wartościowych genotypów w programach hodowlanych w różnych regionach świata.

5. Pod względem badanych cech ilościowych łącznie najbardziej różnią się gatunki: *L. tingitanus* i *L. sativus* oraz *L. sativus* i *L. aphaca*, a największe podobieństwo wykazano dla par: *L. aphaca* i *L. hirsutus*, *L. ochrus* i *L. clymenum* oraz *L. ochrus* i *L. cicera*. Mniejszym podobieństwem charakteryzowały się gatunki *L. cicera* i *L. sativus* uznawane w literaturze za genetycznie najbardziej spokrewnione.

6. Wszystkie analizowane gatunki zaliczyć można do wysokobiałkowych z dominującą pozycją *L. tingitanus*. Mimo niskiej zawartości tłuszczu w nasionach za bardzo wartościowy uznać należy profil kwasów tłuszczowych z uwagi na znaczny udział nienasyconych kwasów tłuszczowych. Wzorec profilu kwasów jest typowy dla roślin strączkowych, z wyraźną przewagą zawartości kwasu linolowego i oleinowego, niższą zawartością kwasu linolenowego i palmitynowego i najniższą kwasu stearynowego i eikozenowego.

PIŚMIENNICTWO

- Abreu J.M.P., Bruno-Soares A.M., 1998.** Chemical composition, organic matter digestibility and gas production of nine legume grains. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 70: 49-57.
- Aletor V.A., Abd El-Moneim A., Goodchild A.V., 1994.** Evaluation of the seeds of selected lines of three *Lathyrus ssp.* for β -N-oxalylamino-alanine (BOAA), tannins, trypsin inhibitor activity and certain in vitro characteristics. *J. Sci. Food Agric.*, 65: 143-151.
- Allkin R., MacFarlane T.D., White F.A., Bisby F.A., Adey M.E., 1983.** Names and synonyms of species and subspecies in Viciae. Issue 2, Viciae Database Project Publication No. 2, Southampton, UK.
- Bagei E., Sahin A., 2004.** Fatty acids patterns of the seed oils of some *Lathyrus* species (Papilionideae) from Turkey, a chemotaxonomic approach. *Pak. J. Bot.*, 36(2): 403-413.
- Bakoglu A., Bagei E., Cifteci H., 2009.** Fatty acids and metal composition of some feed crops from Turkey. *J. Food Agric. Environ.*, 7(2): 343-346.
- Belaid Y., Chtourou-Ghorbel N., Marrakchi M., Trifi-Farah N., 2006.** Genetic diversity within and between populations of *Lathyrus* genus (Fabaceae) revealed by ISSR markers. *Gen. Resour. Crop Evol.*, 53(7): 1413-1418.
- Ben Brahim N., Salhi A., Chtourou N., Combes D., Marrakchi M., 2002.** Isozymic polymorphism and phylogeny of 10 *Lathyrus* species. *Gen. Resour. Crop Evol.*, 49: 427-436.
- Caliński T., Kaczmarek Z., 1973.** Metody kompleksowej analizy doświadczenia wielocechowego. *Colloquium Metodologiczne z Agro-Biometrii, PAN i PTB, Warszawa*, 3: 258-320.
- Campbell C.G., 1997.** Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 18. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research. Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Campbell C.G., 1987.** Registration of low neurotoxin content *Lathyrus* germplasm LS8246. *Crop Sci.*, 27: 821.
- Camussi A., Ottaviano E., Caliński T., Kaczmarek Z., 1985.** Genetic distances based on quantitative traits. *Genetics*, 111: 945-962.
- Chtourou-Ghorbel N., Lauga B., Combes D., Marrakchi M., 2001.** Comparative genetic diversity studies in the genus *Lathyrus* using RFLP and RAPD markers. *Lathyrus Lathyrism Newsletter*, 2: 1-7.
- Croft A.M., Pang E.C.K., Taylor P.W.J., 1999.** Molecular analysis of *Lathyrus sativus* L. (grass pea) and related *Lathyrus* species. *Euphytica* 107: 167-176.
- Dziamba S., 1997.** Biologia i agrotechnika lędźwianu siewnego. Międzynarodowe Sympozjum Naukowe „Lędźwian siewny – agrotechnika i wykorzystanie w żywieniu zwierząt i ludzi”, Radom, 9-10 czerwca 1997, ss. 27-33.
- GenStat, 2007.** GenStat Release 10 Reference Manual, Lawes Agricultural Trust Rothamsted.
- Giles J.E., Neal-Smith C.A., Alexander D., 1953.** *Lathyrus ochrus* [(L.) D.C.] as a green manure crop under irrigation in the Murray Valley area. *J. Australian Inst. Agric. Sci.*, 19: 183-191.
- Grela E.R., Rybiński W., Klebaniuk R., Matras J., 2010.** Morphological characteristics of some accessions of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) grown in Europe and nutritional traits of their seeds. *Gen. Resour. Crop. Evol.*, 57(5): 693-701.
- Grela E., Winiarska A., 1997.** Skład chemiczny i wartość pokarmowa nasion lędźwianu siewnego (*Lathyrus sativus* L.). Międzynarodowe Sympozjum Naukowe „Lędźwian siewny – agrotechnika i wykorzystanie w żywieniu zwierząt i ludzi”, Radom, 9-10 czerwca 1997, ss. 49-58.
- Hammer K., Laghetti G., Perrino P., 1989.** Collection of plant genetic resources in South Italy. *Kulturpflanze*, 37: 401-414.
- Hanbury C.D., Sarker A., Siddique K.H.M., Perry M.W., 1995.** Evaluation of *Lathyrus* germplasm in a Mediterranean type environment in South-Western Australia. Co-operative Research Center for Legumes in Mediterranean Agriculture, Occasional Paper, No 8, Perth.
- Hanbury C.D., White C.L., Mullan B.P., Siddique K.H.M., 2000.** A review of the potential of *Lathyrus sativus* L. and *L. cicera* L. grain for use as animal feed. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 87: 1-27.
- IPGRI, 2000. Descriptors for *Lathyrus* spp. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Jackson, M.T., Yunus, A.G., 1984.** Variation in the grass pea (*Lathyrus sativus* L.) and wild species. *Euphytica*, 33: 549-559.
- Jeswani L.M., Lal B.M., Prakash S., 1970.** Study on the development of low neurotoxin (B-N-Oxalylamino alanine) lines in *Lathyrus sativus* (Khesari). *Current Sci.*, 22: 518.
- Jones G., 1992.** Ancient and modern cultivation of *Lathyrus ochrus* DC. in the Greek islands. *The Annual of the British School at Athens*, 87: 211-217.
- Kaul A.K., Islam M.Q., Hamid A., 1986.** Screening of *Lathyrus* germplasm of Bangladesh for BOAA content and some agronomic characters. 130-141. W: *Lathyrus* and Lathyrism; red.: A.K. Kaul, D. Combes, Third World Medical Research Foundation, New York.

- Kuo H., Bau H.M., Quemener B., Khan J.K., Lambein F., 1995.** Solid-state fermentation of *Lathyrus sativus* seeds using *Aspergillus oryzae* and *Rhizopus oligosporus* sp T-3 to eliminate the neurotoxin beta-ODAP without loss of nutritional value. *J. Sci. Food Agric.*, 69: 81-89.
- Kupicha F.K., 1983.** The infrageneric structure of *Lathyrus*. *Royal Bot. Gard.*, 41: 209-244.
- Mackiewicz Z., 1956.** Łędwian afrykański. PWRiL, Warszawa, 1956, 33 ss.
- Mahalanobis P.C., 1936.** On the generalized distance in statistics. *Proceedings of the National Institute of Science of India*, 12: 49-55.
- Melamed Y., Plitmann U., Shmida A., Oz G., 2009.** *Lathyrus clymenum* L. in Israel: A "revival" of ancient species. *Israel J. Plant Sci.*, 52: 125-130.
- Mera M., Montenegro A., Espinoza N., Gaete N., Barrientos L., 2003.** Heritability of seed weight in an inbred populations of large-seeded *Lathyrus sativus*. *Lathyrus Lathyrism Newsletter*, 3: 24-25.
- Meusel H., Jäger E.J., Weinert E., 1965.** Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. Jena: G. Fischer Verlag, Vol. 1.
- Milczak M., Pędziński M., Mnichowska H., Szwed-Urbaś K., 1997.** Hodowla twórcza łądwianu siewnego (*Lathyrus sativus* L.) – podsumowanie pierwszego etapu. Międzynarodowe Sympozjum Naukowe „Łędwian siewny – agrotechnika i wykorzystanie w żywieniu zwierząt i ludzi”, Radom, 9-10 czerwca 1997, ss. 13-22.
- Milczak M., Pędziński M., Mnichowska H., Szwed-Urbaś K., Rybiński W., 2001.** Creative breeding of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) in Poland. *Lathyrus Lathyrism Newsletter*, 2: 18-23.
- Murray B.G., Hammett K.R.W., Herrick J.F., 1993.** Relationship between *Lathyrus cassies*, *L. odoratus*, and *L. hirsutus* assessed by experimental hybridization, analysis of meiotic pairing, and DNA: DNA hybridization. *Internation. J. Plant Sci.*, 154: 163-168.
- Nobis A., Nobis M., Urbisz A., 2011.** *Lathyrus aphaca* L.: the distribution, habitats and remarks on the status of the species in Poland. *Acta Soc. Bot. Poloniae*, 80(3): 237-244.
- Pankiewicz K., Rybiński W., 2008.** Ocena zróżnicowania genetycznego i zawartości neurotoksyny β -ODAP w wybranych gatunkach z rodzaju *Lathyrus*. *Biul. IHAR*, 250: 287-295.
- Pankiewicz K., Rybiński W., Gawłowska M., Bocianowski J., 2010.** Polimorfizm izoenzymatyczny wewnątrz i między gatunkami łądwianu siewnego (*Lathyrus sativus* L.) i *Lathyrus cicera*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 555: 309-317.
- Petterson D.S., Sipsas S., Macintosh J.B., 1997.** The chemical composition and nutritive value of Australian pulses. *Grain Research and Development Corporation*, Canberra.
- Ratinam M., Abd El Moneim A.M., Saxena M.C., 1994.** Assessment on sensitivity to frost in ochrus chickling (*Lathyrus ochrus* L. D.C.) by chlorophyll fluorescence analyses. *J. Agron. Crop. Sci.*, 173: 338-344.
- Ravindran V., Blair R., 1992.** Feed resources for poultry production in Asia and the Pacific. II. Plant protein sources. *World Poultr. Sci. J.*, 48: 205-231.
- Rencher A.C., 1992.** Interpretation of canonical discriminant functions, canonical variates, and principal components. *Am. Stat.*, 46: 217-225.
- Rybiński W., Bocianowski J., Dziamba S., 2012 a.** Zmienność cech ilościowych u wybranych odmian lokalnych łądwianu siewnego. *Biul. IHAR*, 264: 195-209.
- Rybiński W., Bocianowski J., Pankiewicz K., 2012 b.** Zmienność cech ilościowych mutantów dwóch odmian łądwianu siewnego (*Lathyrus sativus* L.). *Biul. IHAR*, 264: 211-225.
- Rybiński W., Grela E.R., 2007.** Zróżnicowanie genetyczne cech i składu chemicznego nasion mutantów łądwianu siewnego (*Lathyrus sativus* L.). *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 517: 613-627.
- Rybiński W., Pankiewicz K., 2010.** Łędwian siewny (*Lathyrus sativus* L.) – perspektywiczna roślina strączkowa – charakterystyka, zmienność i wykorzystanie na przykładzie materiałów kolekcyjnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 555: 361-372.
- Rybiński W., Szot B., Bocianowski J., Rusinek R., 2011.** Geometric properties of grasspea seeds (*Lathyrus sativus* L.) and their mechanical loads. *Int. Agrophys.*, 25: 221-280.
- Saglam S., 2012.** Plant regeneration from pulse-treated longitudinally sliced half cotyledon node explants of Turkish ochrus chickling [(*Lathyrus ochrus* (L.) D.C.)]. *Arch. Biol. Sci. Belgrade*, 64(2): 525-529.
- Sarpaki A., Jones G., 1990.** Ancient and modern cultivation of *Lathyrus clymenum* L. in the Greek Islands. *The Annual of the British School at Athens*, 58: 363-368.
- Sarwar C.D.M., Sarkar A., Murshed A.N.M.M., Malik M.A., 1995.** Variation in natural population of grass pea. W: *Lathyrus sativus* and Human Lathyrism. *Progress and Prospects. Proc. 2nd Int. Colloq. Lathyrus Lathyrism*, 10-12 December 1993, Dhaka, Bangladesh.
- Sawicka E., 1993.** Indukowane mutacje u łubinu andyjskiego (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Prace Ogr. Bot.*, Seria: Monografie i Rozprawy, 3: 1-101.
- Vaz Patto M.C., Skiba B., Pang E.C.K., Ochatt S.J., Lambein F., Rubiales D., 2006.** *Lathyrus* improvement for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical breeding to marker assisted selection. *Euphytica*, 147: 133-147.
- Williams P.C., Bhatti R.S., Deshpande S.S., Hussein L.A., Savage G.P., 1994.** Improving nutritional quality of cool season food legumes. W: *Exfuture panding the Production and Use of Cool Season Food Legumes*; red.: F.J. Muehlbauer, W.J. Kaiser, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 113-129.
- Yunus A.G., Jackson M.T., 1991.** The gene pools of grasspea (*Lathyrus sativus* L.). *Plant Breed.*, 106: 319-328.
- Yunus A.G., Jackson M.T., Catty J.P., 1991.** Phenotypic polymorphism of six enzymes in the grasspea (*Lathyrus sativus* L.). *Euphytica*, 55: 33-42.

W. Rybiński, J. Bocianowski, M. Starzycki, E. Starzycka

ESTIMATION OF VARIABILITY OF SELECTED TRAITS OF SPECIES OF THE GENUS *LATHYRUS* MAINTAINED IN THE GERMPLASM COLLECTION

Summary

The aim of the study was to estimate variability for selected traits in 35 accessions representing a few species of the genus *Lathyrus*. All accessions of the species *Lathyrus sativus*, *L. cice-*

ra, *L. ochrus*, *L. clymenum*, *L. tingitanus*, *L. hirsutus* i *L. aphaca* originated from different European countries as well as from other regions of the world and being part of a collection located at the Institute of Plant Genetics in Poznań. Estimation of morphological traits and yield components was performed based on results from a field trial. HSeeds provided the material to analyze the chemical composition including protein and fat content as well as profile of fatty acids. Data from the field trial and from the chemical analyses were processed statistically using multivariate

statistics. Variability of morphological and yield parameters was analyzed for individual accessions as well as for entire species. Accessions and species were singled out which showed high contents of protein and fat and had an advantageous fatty acid profile, particularly with respect to well-balanced composition of unsaturated fatty acids.

key words: accessions, chemical composition of seeds, *Lathyrus* genus, quantitative traits, species