

## CHARAKTERYSTYKA ZMIENNOŚCI ZASOBÓW GENOWYCH ROŚLIN UŻYTKOWYCH

Wojciech K. Świącicki

Instytut Genetyki Roślin Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu

### Wstęp

Ochrona różnorodności biologicznej obejmuje zmienność ekosystemów, gatunków oraz zmienność genetyczną roślin uprawnych. Tą ostatnią wyróżnia kilka cech. Zasoby genowe roślin użytkowych mają bezpośrednie znaczenie dla człowieka, jako materiał wyjściowy w hodowli odmian. Ponadto gromadzona plazma zarodkowa większości gatunków jest najczęściej odnawiana i rozmnażana *ex situ*, a przechowywana w formie suchych nasion (nierzadko przez wiele lat bez rozmnażania i oceny).

Głównym celem ochrony różnorodności biologicznej jest jej zabezpieczenie przed erozją genetyczną. Jednak zasoby genowe podobnie do innych zbiorów „kolekcyjno-muzealnych” mają tym większe znaczenie, im są dokładniej scharakteryzowane, zarówno z punktu widzenia zakresu zabezpieczenia naturalnej zmienności, jak i oceny wartości użytkowej. Dzięki ilościowej i jakościowej charakterystyce i ocenie zbiorów możliwa jest zarówno identyfikacja duplikatów, jak i planowanie uzupełniających ekspedycji kolekcyjnych, a dla użytkownika – właściwy, dostosowany do potrzeb wybór obiektów. Przyczyną podstawowych trudności w zarządzaniu i wykorzystaniu kolekcji i banków genów roślin uprawnych jest ich dynamiczny wzrost ilościowy, pomimo ujemnego wpływu rozwoju cywilizacji na środowisko naturalne. Światowe kolekcje najważniejszych roślin uprawnych obejmują od kilkudziesięciu do kilkuset tysięcy obiektów, trudnych do oceny zarówno przez użytkownika, jak i kuratora (np. kolekcja pszenicy CIMMYT-98 905 obiektów, a kolekcja ryżu Międzynarodowego Instytutu Ryżu-80 634 obiekty). Jednym z proponowanych rozwiązań jest koncepcja szczegółowo opisaney kolekcji podstawowej (ang. core collec-

tion), reprezentującej całkowitą zmienność gatunku w 5–10% liczby linii w kolekcji głównej [BROWN 1989]. Zasadniczym problemem tworzenia kolekcji podstawowej jest wybór odpowiedniej metody analizy zmienności zgromadzonych zasobów [ŚWIĘCICKI i in. (w druku b)]. BROWN [1989] proponuje uwzględnienie 3 typów danych dotyczących: pochodzenia linii, jej charakterystyki (w tym taksonomii i markerów genetycznych) oraz wstępnej oceny cech rolniczo-użytkowych.

### Zakres charakterystyki i oceny zmienności

Międzynarodowy Instytut Roślinnych Zasobów Genowych (IPGRI/FAO) opracowuje dla poszczególnych gatunków i grup roślin wykazy cech zalecanych w opisie, charakterystyce i przechowywaniu zmienności (tzw. wykazy deskryptorów). Pomimo zróżnicowania wynikającego z biologii i kierunków wykorzystywania gatunków w wykazach tych można wyodrębnić kilka grup danych i cech opisujących zgromadzone obiekty/linie [np. Descriptors for groundnut 1992; Descriptors for black pepper 1995]: dane paszportowe, charakterystyka, wstępna i dodatkowa ocena obiektów oraz informacja niezbędna dla zarządzania i kontrolowania zgromadzonych obiektów podczas przechowywania i rozmnażania.

**Dane paszportowe** (identyfikatory obiektu/linii) obejmują podstawową informację wykorzystywaną w utrzymaniu linii, począwszy od numeru katalogowego i nazwy, aż do danych z miejsc pochodzenia, wytworzenia i uzyskania oraz identyfikacji i rejestracji w banku genów. Część tych danych, mimo podstawowej roli w rejestracji zbiorów może zawierać dużo informacji charakteryzującej zmienność. Dla użytkownika bardzo przydatna jest znajomość pochodzenia linii *sensu lato*, zarówno o miejscu zbioru, jak i formule krzyżówkowej, linii wyjściowej itp. Dotyczy to także wstępnej klasyfikacji pochodzenia genotypu (forma dzika, linia *sensu stricto*, forma uprawna), określenia statusu linii (linia prymitywna, rasa miejscowa, populacja, linia wyselekcjonowana, mutant, pochodzenie krzyżówkowe, odmiana uprawna) i typu użytkowania.

### Dane kolekcyjne – z ekspedycyjnych miejsc zbioru

Duża część informacji związanej z opisem miejsca zbioru jest przydatna w charakterystyce obiektów/linii (rejon geograficzny i położenie w stosunku do obszarów miejskich, długość i szerokość geograficzna, wysokość nad poziom morza, typ gleby i sposób gospodarowania, ilość opadów atmosferycznych), a w konsekwencji dla oceny zakresu zabezpieczenia zmienności gatunku na tle rejonów naturalnego występowania i wtórnego rozprzestrzeniania, a także dla wyboru przez użytkownika obiektów o ce-

chach przystosowanych do określonych warunków środowiska. Na przykład analiza miejsc pochodzenia dotychczas zabezpieczonych zasobów kolekcyjnych *Lupinus luteus* wskazuje następujące rejony uzupełniających ekspedycji kolekcyjnych, szczególnie dla poszukiwania form o korzystnym układzie elementów struktury plonu i skróconym okresie wegetacji: Sycylia, Sycylia oraz Izrael, Liban i Syria [GLADSTONES 1974; COWLING i inni 1998a; ŚWIĘCICKI i inni (w druku a)].

Podobnie interesujących danych może dostarczyć ocena warunków środowiska (wysokość n.p.m., pH gleby, opady atmosferyczne). Pod tym względem stwierdzono bardzo wyraźnie zróżnicowanie między gatunkami z rodzaju *Lupinus*, pochodzącymi z rejonu Śródziemnomorskiego przy adaptacji do szerokiego spektrum warunków uprawy [COWLING i inni 1998a]. Na przykład dzikie, gładkonasienne gatunki łubinu (*L. hispanicus*, *L. micranthus*) oraz uprawne (*L. luteus* i *L. angustifolius*) występują najczęściej na glebach z pH poniżej 7,0, ale zróżnicowanie pH dla *L. albus* wynosi od 5,0 do 9,5. Zatem możliwe jest poszerzenie obszarów uprawy tego gatunku o gleby alkaliczne. Natomiast dzikie, szorstkonasienne gatunki występują z reguły na glebach bardziej alkalicznych aniżeli gatunki gładkonasienne. Podobnie silne różnice występują w przystosowaniu do ilości opadów atmosferycznych. Najczęstsze minimum wymaganych opadów dla łubinów wynosi 300 mm. Niektóre gatunki, jak *L. cosentinii*, *L. atlanticus* i *L. palaestinus* wymagają przynajmniej 600 mm opadów rocznie. Pozostałe gatunki występują najczęściej przy opadach wynoszących ponad 600 mm. Wyjątek stanowi *L. pilosus*, którego rośliny znaleziono w rejonie z opadami powyżej 2000 mm.

### Klasyfikacja botaniczna

Charakterystyka obiektów kolekcyjnych powinna uwzględniać wewnątrzgatunkową klasyfikację botaniczną, przydatną w porządkowaniu gromadzonych zbiorów, a w konsekwencji także przy wyborze linii dla określonych celów. W zależności od zakresu zmienności i uwzględnianych cech, złożoność i stopień precyzji klasyfikacji wewnątrzgatunkowej mogą być bardzo różne, także pod względem przydatności dla użytkowników. Na przykład dla rodzaju *Pisum* opracowano system klasyfikacji, który jak się okazało uwzględnia dużą liczbę cech jednogenowych o niewielkim wpływie warunków środowiska [LEHMANN, BLIXT 1984]. Około 50 takich cech stanowi podstawę wyjątkowo precyzyjnego podziału na taksony – od gatunku do odmian botanicznych (tab. 1). Na podstawie różnic kontrolowanych genami z 10 loci podzielono rodzaj *Pisum* na 4 gatunki: *P. abyssinicum*, *P. elatius*, *P. humile* i *P. sativum*. Zwracają tu uwagę wątpliwości w stosunku do wyodrębniania gatunków na podstawie odrębności zaledwie kilku cech monogenicznych – przy całkowitej rekombinacji mendlowskiej.

Dlatego dosyć powszechnie przyjmuje się, że rodzaj *Pisum* obejmuje jeden gatunek – *P. sativum sensu lato*, a pozostałe są podgatunkiem lub ekotypami. Ponad to wyjątkowo jednoznaczny podział *P. sativum* subsp. *sativum* na odmiany botaniczne (varietas), często na podstawie różnic jednogenowych ma również słabe strony. Doprowadza to bowiem do konieczności tworzenia nowych taksonów dla form ze zrekombinowanymi cechami. Pomimo tych wad systemy klasyfikacji botanicznej, uwzględniające cechy o dużym stopniu odziedziczalności mogą być bardzo przydatne dla kuratorów kolekcji i użytkowników, umożliwiając charakterystykę i klasyfikację zmienności, a w konsekwencji selekcję i wybór pożądaných genotypów.

Tabela 1; Table 1

Cechy jednogenowe decydujące o podziale rodzaju *Pisum* na taksony  
Monogenic characters used in *Pisum* taxonomy

Takson; Taxon	Gen; Gene
<i>P. fulvum</i>	<i>Cit</i> – <i>Clariluteus</i> <i>Cm</i> – <i>Cereus</i>
<i>P. elatius</i>	<i>Gty</i> – <i>Gritty</i>
<i>P. humile</i> <i>P. abyssinicum</i> <i>P. sativum</i>	<i>D</i> – <i>maculum</i> <i>Dpo</i> – <i>Dehiscing</i> <i>Gty</i> – <i>Gritty</i> <i>Inci</i> – <i>Incिसus</i> <i>Int</i> – <i>Incrementum</i> <i>Pafl</i> – <i>parviflora</i> <i>Ser</i> – <i>serratus</i> <i>Td</i> – <i>scalaris</i>
<i>P. sativum</i> subsp. <i>asiaticum</i> subsp. <i>transcausicum</i> subsp. <i>sativum</i>	<i>P</i> – <i>pod-wall sclerenchyma</i> <i>V</i> – <i>pod-wall sclerenchyma</i> <i>A</i> – <i>anthocyanin inhibition</i> <i>R</i> – <i>rugosus</i>
<i>P. sativum</i> subsp. <i>sativum</i> – 101 odmian; varieties	35 genów i 5 cech niezidentyfikowanych genetycznie; 35 genes and 5 traits unidentified genetically

Podobny przykład korzyści ze stosowania klasyfikacji botanicznej w gromadzeniu i charakterystyce zasobów genowych stanowi wielogatunkowy rodzaj *Lupinus* (tab. 2). Wyjątkowo szeroką zmienność z dwu centrów pochodzenia (kontynent amerykański i basen Morza Śródziemnego) podzielono na ponad 200 gatunków różniących się liczbą chromosomów, wzajemną krzyżowalnością, obszarami występowania i przystosowaniem do określonych warunków środowiska, szeregiem drobnych cech morfologicz-

nych, ale także pokrojem wzrostu i rytmem rozwoju (od drobnych roślin *L. bracteolaris* do krzaków *L. arboreus*). W konsekwencji dane o pochodzeniu linii oraz przynależności do określonego taksonu stanowią mogące być cenne źródło informacji przy wyborze właściwego materiału wyjściowego. Do najważniejszych problemów badawczych z zakresu ewolucji i filogenezy zalicza się niewątpliwie poznanie związków między tymi dwoma centrami pochodzenia oraz możliwości wykorzystania puli genowej dzikich gatunków Starego Świata w ulepszaniu łubinów uprawnych.

Tabela 2; Table 2

Centra pochodzenia łubinów  
Centers of lupin origin

Nowy świat (ponad 200 gatunków) New world (over 200 species)	Stary świat; Old world	
	gatunki gładkonasienne smooth-seeded species	gatunki szorstkonasienne rough-seeded species
Południowa Ameryka South America  Region andyjski: Andean region <i>L. mutabilis</i> gatunki drobnonasienne; small seeded species  Region atlantycki: Atlantic region:  łubiny o liściach złożonych i prostych (np. kompleks <i>L. gibertianus</i> oraz <i>L. bandeliere</i> , <i>L. paranensis</i> ); simple and composed leaf lupins (eg. <i>L. gibertianus</i> , <i>L. bandeliere</i> , <i>L. paranensis</i> complex)  Północna Ameryka (2n = 48) North America  gatunki jednoroczne; annual species gatunki wieloletnie; perennial species	<i>L. albus</i> (2n = 50) <i>L. angustifolius</i> (2n = 40) <i>L. luteus</i> (2n = 52) <i>L. hispanicus</i> (2n = 52) <i>L. micranthus</i> (2n = 52) <i>L. anatolicus</i> (?)	<i>L. atlanticus</i> (2n = 38) <i>L. cosentini</i> (2n = 32) <i>L. digitatus</i> (2n = 36) <i>L. palaestinus</i> (2n = 42) <i>L. pilosus</i> (2n = 42) <i>L. princei</i> (2n = 38) <i>L. somaliensis</i> (?)

### Charakterystyka i wstępna ocena obiektów

Charakterystyka obiektów zgromadzonych w kolekcjach i bankach genów powinna obejmować cechy łatwo rozpoznawalne – o stałej ekspresji

w różnych warunkach środowiska i wysokim stopniu odziedziczalności. Definicji tej odpowiadają cechy – geny markerowe. Dodatkowo, zaleca się prowadzenie, tzw. wstępnej oceny cech roślin ważnych dla użytkowników (ang. characterization and preliminary evaluation). W opracowaniach IPGRI dla charakterystyki obiektów poszczególnych gatunków (np. Descriptors for groundnut, Descriptors for black pepper) zaleca się przede wszystkim stosowanie międzynarodowych norm w ocenie i kodowaniu, jak SI dla jednostek miar i wag, czy karty barw. Dla wybranych cech tworzone są klasy (np. strąk – bardzo mały, mały, średni, duży, bardzo duży), typy (np. kształt liścia – wąski, eliptyczny, jajowaty, wrzecionowaty, okrągły) lub określa się obecność/brak cechy (np. obecność antocyjanu na roślinie). Cechy ilościowe o zmienności ciągłej oceniane są w skali 9-cio stopniowej (np. wzrost roślin – bardzo niski – 1, bardzo wysoki – 9). Tak więc wartość przyjętego systemu charakterystyki i oceny zasobów genowych zależy od zakresu zmienności danego gatunku, wybranego zespołu cech oraz sposobu oceny i klasyfikacji zmienności każdej z nich [ŚWĄCICKI 1991].

Zgodnie z podaną powyżej definicją największą wartość mają cechy monogeniczne (wyraźne różnice między wariantami/allelami przy braku wpływu środowiska na ekspresję cechy). W przypadku cechy kontrolowanej serią alleli wielokrotnych wyodrębnione klasy/typy muszą odpowiadać ekspresji poszczególnych alleli, przy uwzględnieniu niekiedy niewielkich różnic między fenotypem poszczególnych alleli. Podobnie wartościowe dla charakterystyki zmienności mogą być cechy kontrolowane kilkoma genami pod warunkiem, że możliwe jest określenie liczby współdziałających genów, wyodrębnienie ich fenotypu, a liczba utworzonych klas odpowiada liczbie kombinacji alleli na szachownicy genetycznej.

Charakterystyka i wstępna ocena obiektów obejmuje także cechy o znaczeniu użytkowym, przede wszystkim związane z wysokością i jakością plonu oraz przystosowaniem do określonych warunków uprawy. Są to najczęściej cechy poligeniczne o dużym wpływie warunków środowiska. W konsekwencji trudny jest zarówno podział na klasy/typy, jak i porównanie wyników pochodzących z różnych miejscowości i lat. Wiarygodność oceny zwiększa jedynie poprawna metodyka doświadczeń. W wyjątkowych przypadkach możliwe jest zastąpienie „trudnej” cechy poligenicznej „łatwą” i precyzyjnie selekcyjonowaną cechą monogeniczną. Na przykład zamiast liczby dni od siewu do kwitnienia jako miarę wczesności możemy określać liczbę węzłów do pierwszego kwiatu, będącą u wielu gatunków cechą jednogenową.

Przy wyborze, definiowaniu i klasyfikacji cech, oprócz sposobu dziedziczenia należy również uwzględnić efekt działania genów plejotropowych i modyfikatorów oraz zjawisko epistazy, penetracji, fenokopii i znaczenie podłoża genotypowego. Czynniki te bardzo często mają istotny wpływ na fenotypową ekspresję cechy/genu.

**Dodatkowa ocena zasobów genowych**, prowadzona najczęściej przez użytkowników obejmuje ważne cechy użytkowe przydatne w ulepszaniu roślin oraz charakterystykę wykorzystującą nowoczesne, szczególnie precyzyjne metody analizy zmienności genotypu [CAWLING i inni 1998b.] Metody te stosowano jako wartościowe uzupełnienie w ocenie zmienności, a szczególnie dla charakterystyki populacji i odmian, wykrywania różnicowania genetycznego między osobnikami i odmianami, opisywania zależności filogenetycznych gatunków, opisu kierunków migracji gatunków z miejsc pochodzenia, identyfikacji duplikatów oraz planowania ekspedycji kolekcyjnych [YNDGAARD, HOSKULDSON 1985].

W charakterystyce zmienności zasobów kolekcyjnych często stwierdza się genetyczne niewyrównanie obiektu/linii. Obiekt taki ma różną wartość w zależności od pochodzenia. Zebrane podczas ekspedycji, polimorficzne populacje z rejonów naturalnego występowania i wtórnego rozprzestrzeniania, jako potencjalne źródło zmienności powinny być przechowywane w stanie naturalnym. Natomiast wyselekcjonowane przez człowieka rekombinanty z hodowlanych programów krzyżowań, mutacje indukowane itp., powinny być przechowywane w stanie homozygotycznym.

Przedstawione powyżej sposoby charakterystyki zmienności roślin uprawnych wskazują na szerokie możliwości porządkowania i wykorzystania zbiorów kolekcyjnych. Każdy z tych sposobów ma wady i zalety, lecz z reguły wzajemnie się uzupełniają. Wysoki stopień precyzji w wyborze i definiowaniu cech charakteryzujących zmienność może doprowadzić do utworzenia rzeczywistego banku genów bez względu na rodzaj przechowywanej plazmy zarodkowej.

## Literatura

- BROWN A.D.H. 1989.** *The case for core collections.* W: A.D.H. Brown, D.R. Marshall, O.H. Frankel, J.T. Williams (wyd.). *The Use of Plant Genetic Resources.* Cambridge University Press, Cambridge: 136–156.
- COWLING W.A., BUIRCHELL B.J., TAPIA M.E. 1998a.** *Lupin, Lupinus L.* IPGRI, Rome.
- COWLING W.A., HUYGHE C., ŚWIĘCICKI W. 1998b.** *Lupin breeding.* W: *Lupins as crop plants. Biology, Production and Utilization.* J.S. Gladstones, C. Atkins, J. Hamblin (wyd.), CAB International: 93–120.
- Descriptors for groundnut. 1992.** IPGRI/ICRISAT, Rome.
- Descriptors for black pepper (*Piper nigrum L.*). 1995.** IPGRI, Rome.
- GLADSTONES J.S. 1974.** *Lupins of the mediterranean region and Africa.* Techn. Bull. W.A. Dept. of Agri. 26: 1–48.
- LEHMANN CH., BLIXT S. 1984.** *Artificial infraspecific classification in relation*

to phenotypic manifestation of certain genes in *Pisum*. *Agri Hort. Genet.* 42: 49–74.

ŚWIĘCICKI W.K. 1991. *Genetyczna charakterystyka i identyfikacja odmian grochu z zastosowaniem komputerowej bazy danych*. *Post. Nauk Roln.* 4/6: 9–46.

ŚWIĘCICKI W.K., BUIRCHELL B.J., COWLING W.A. (w druku a). *Lupinus ssp.: conserved resources, priorities for collection and future prospects*. W: *Proc. IIIrd Int. Res. Food Legume Conf.*, 22–26.09. 1997, Adelaide.

ŚWIĘCICKI W.K., WOLKO B., APISITWANICH S. (w druku b). *An analysis of isozymic loci polymorphism in the core collection of the Pisum Gene Bank*. *Genetic Res. Crop Evol.*

YNDGAARD E., HOSKULDSSON A. 1985. *Electrophoresis: a tool for gene banks*. *Plant Genet. Res. Newsl.* 63: 34–40.

**Słowa kluczowe:** charakterystyka kolekcji, dane paszportowe, ekspedycje kolekcyjne, klasyfikacja botaniczna, wstępna ocena kolekcji, zasoby genowe, zmienność genetyczna

### Streszczenie

Zmienność genetyczną roślin uprawnych wyróżnia znaczenie praktyczne dla człowieka. Znaczenie i wartość kolekcji zasobów genowych roślin są uzależnione od zakresu i precyzji ich charakterystyki. W pracy przedstawiono najczęściej stosowane rodzaje i sposoby charakterystyki oraz sugerowane możliwości ich wykorzystania przez użytkowników. Przedstawiono przydatność danych paszportowych, opisu ekspedycyjnych miejsc zbioru, klasyfikacji botanicznej, charakterystyki oraz wstępnej i dodatkowej oceny obiektów. Zwrócono uwagę na znaczenie podstaw genetycznych przy tworzeniu systemów opisu zmienności oraz wyborze, definowaniu i klasyfikacji cech (tzw. deskryptorów).

### CHARACTERISTICS OF USABLE CROP GENE RESOURCES VARIABILITY

Wojciech K. Świącicki

Institute of Plant Genetics, Polish Academy of Sciences, Poznań

**Key words:** botanical classification, characteristics expedition, gene resources, genetic variability, passport data, preliminary evaluation

### Summary

A genetic variability of crops is underlined by a practical value for man. An



importance and a value of crop genetic resources depend on their characteristics range and precision. The most frequently used types and methods of characteristics are discussed together with suggested possibilities of their usage. A usefulness of passport data, collection data, botanical classification, characteristics and preliminary evaluation was presented. An importance of genetic bases was emphasized when creating variability description systems as well as selecting, defining and classifying descriptors.

Prof. dr hab. Wojciech K. **Święcicki**

Instytut Genetyki Roślin

Polska Akademia Nauk

ul. Strzeczyńska 34

60-479 POZNAŃ

e-mail: [wswi@igr.poznan.pl](mailto:wswi@igr.poznan.pl)