

**KOLEKCJA AKTYWNA NASION ZASOBÓW GENOWYCH
ROŚLIN OGRODNICZYCH W REGIONALNYM CENTRUM
BIORÓŻNORODNOŚCI OGRODNICZEJ INSTYTUTU
OGRODNICTWA – PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU
BADAWCZEGO W SKIERNIEWICACH**

ACTIVE COLLECTION OF SEEDS OF GENETIC RESOURCES
OF HORTICULTURAL PLANTS IN THE REGIONAL CENTRE
FOR HORTICULTURAL BIODIVERSITY OF THE NATIONAL
INSTITUTE OF HORTICULTURAL RESEARCH IN SKIERNIEWICE

**Mariusz G. Chojnowski*, Denise F. Dostatny, Anna Bakalarska,
Elżbieta Kapusta, Katarzyna Szyszkowska**

Instytut Ogrodnictwa – PIB, Regionalne Centrum Bioróżnorodności Ogrodniczej,
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
e-mail: mariusz.chojnowski@inhort.pl

Abstract

The seed collection of horticultural plant genetic resources currently includes approximately 10 000 objects (genotypes) of vegetable plants deposited by the National Institute of Horticultural Research in Skierniewice (IO–PIB) in the long-term storage of the Plant Breeding and Acclimatization Institute – National Research Institute in Radzików (IHAR–PIB). Currently, an inventory of the accessions collected since 1981 by the former Research Institute of Vegetable Crops, and then by the National Institute of Horticultural Research in Skierniewice, is being carried out. A comprehensive procedure has been prepared to guarantee secure management of inventoried materials. These activities are carried out at the Regional Centre for Horticultural Biodiversity (RCBO) of IO–PIB and include quantitative and qualitative assessment of collected vegetable seeds. If a sufficient number of seeds of the quality required for a given accession have been collected, the sample is divided into sub-samples for different purposes. The first one goes to the base collection, located in the long-term storage conditions of IHAR–PIB in Radzików. The second one goes to the newly established active collection of horticultural plant seeds at IO-PIB in Skierniewice. The third one is two safe duplicates sent to IHAR-PIB for placement in a gene bank in a distant geographical location and for deposit in the Global Seed Vault on the island of Svalbard. Accessions that do not meet quantitative or qualitative criteria are intended for reproduction. In this case, the first is to allow enough materials in the gene bank to be able to manage them properly. The active collection of horticultural plant genetic resources shall include materials of species other than vegetables, including ornamental plants and wild relatives of horticultural plants. The accessions collected in the active collection are available for breeding, scientific and educational purposes under the Multilateral Access and Benefit-Sharing System (MLS) upon acceptance of the Standard Material Transfer Agreement (SMTA). They can also be made available to farmers, gardeners, and hobbyists for private purposes after accepting the simplified Material Transfer Agreement (MTA).

Key words: horticultural plants, genetic resources, active collection, seed storage

WSTĘP

Kolekcja zasobów genowych roślin warzywnych powstała w roku 1979 w Instytucie Warzywnictwa w Skierniewicach, a genotypy kolekcjonowane w formie nasion były deponowane w przechowalni długoterminowej Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego w Radzikowie (KCRZG IHAR–PIB). Nasiona te były przechowywane w komorze chłodniczej o temperaturze 0–4°C jako depozyty, które nie były aktywnie zarządzane, co znaczy, że systematycznie testy żywotności oraz niezbędne regeneracje genotypów nie były prowadzone.

W dniu 1 stycznia 2011 roku, na mocy Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 września 2010 r. w sprawie połączenia Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa im. Szczepana Pieniążka oraz Instytutu Warzywnictwa im. Emila Chroboczka (Dz. U. Nr 172, Poz. 1166), powstał Instytut Ogrodnictwa. Jako prawny następca obydwu skierniewickich instytutów jest odpowiedzialny za kolekcje zasobów genowych roślin ogrodniczych. Rozporządzenie MRiRW z dnia 22 kwietnia 2013 roku w sprawie jednostek odpowiedzialnych za genetyczne zasoby roślin wskazuje Instytut Ogrodnictwa jako instytucję odpowiedzialną za zasoby genetyczne roślin w zakresie regionalnych oraz amatorskich odmian roślin warzywnych.

Instytut Ogrodnictwa jest od 27 października 2013 roku członkiem stowarzyszonym Europejskiego Zintegrowanego Systemu Banków Genów (AEGIS), co wymaga wdrożenia i stosowania zasad określonych w memorandum – Memorandum of Understanding for the Establishment of a European Genebank Integrated System (AEGIS), a także rozwijanego w ramach tego projektu systemu AQUAS – systemu zarządzania jakością w europejskich bankach genów.

Od roku 2020 Instytut Ogrodnictwa działa na podstawie Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 18 grudnia 2020 r. w sprawie nadania Instytutowi Ogrodnictwa w Skierniewicach statusu państwowego instytutu badawczego (Dz. U. z 2020 r., poz. 2342). „Do zadań Instytutu szczególnie ważnych dla planowania i realizacji polityki państwa, których wykonywanie jest niezbędne do zapewnienia bezpieczeństwa publicznego, gospodarki żywnościowej, ochrony środowiska, poprawy jakości życia obywateli oraz ochrony dziedzictwa narodowego, wykonywanych w sposób ciągły należy: 1) ochrona roślinnych zasobów genowych (...)”.

Prowadzone od końca lat siedemdziesiątych prace związane z gromadzeniem kolekcji nasion zasobów genowych zaowocowały blisko 11 tysiącami obiektów roślin warzywnych, z czego nasiona około 10 tysięcy genotypów zostały zdeponowane w przechowalni długoterminowej KCRZG.

KOLEKCJA AKTYWNA

Struktura kolekcji nasion w zasobach genowych

Próba nasion przyjęta do banku genów (lub jej pierwsze rozmnożenie, jeżeli znajduje się w niej zbyt mała liczba nasion) określana jest jako najbardziej oryginalna próba (most original sample – MOS) (Engels i Visser 2003; FAO 2014). W celu długoterminowego przechowywania nasion zgromadzonych genotypów, stosuje się trzy rodzaje prób nasion, które reprezentują zmienność genetyczną zawartą w MOS. Przechowywane są w różnych celach, które opisano poniżej.

1. Próbką bazowa to próbka przeznaczona do przechowania długoterminowego w temperaturze od -18°C do -20°C , w celu zachowania informacji genetycznej. Próbka ta nie jest udostępniana. Zestaw próbek bazowych różnych genotypów tworzy kolekcję bazową.
2. Próbka aktywna jest przeznaczona do udostępniania materiału genetycznego do celów naukowych, hodowlanych i edukacyjnych. Może być przechowywana średnioterminowo ($0-4^{\circ}\text{C}$). Aktualne standardy FAO zalecają przechowywanie próbek aktywnych (podobnie jak bazowych) w temperaturze od -18°C do -20°C . Zestaw próbek aktywnych różnych genotypów tworzy kolekcję aktywną.
3. Bezpieczny duplikat – próbka zawierająca materiał genetyczny danego obiektu, pozwalająca na jego odtworzenie w wypadku utraty oryginalnego materiału genetycznego. Kolekcja bezpiecznych duplikatów powinna być umieszczona w lokalizacji oddalonej geograficznie od oryginalnej kolekcji banku genów, w warunkach nie gorszych niż kolekcja bazowa.

W Instytucie Ogrodnictwa – Państwowym Instytucie Badawczym (IO-PIB), jako instytucji odpowiedzialnej za zasoby genowe roślin ogrodniczych, podjęta została decyzja o utworzeniu kolekcji aktywnej nasion zasobów genowych roślin ogrodniczych. Tworzenie kolekcji aktywnej rozpoczęte zostało w roku 2016 w ramach programu wieloletniego „Tworzenie naukowych podstaw postępu biologicznego i ochrona roślinnych zasobów genowych źródłem innowacji i wsparcia zrównoważonego rolnictwa oraz bezpieczeństwa żywnościowego kraju”, ustanowionego uchwałą nr 104/2015 Rady Ministrów z dnia 14 lipca 2015 roku. Od 2021 roku kolekcja ta jest prowadzona w ramach realizowanego zadania celowego finansowanego przez MRiRW „Prowadzenie kolekcji aktywnej nasion zasobów genowych roślin ogrodniczych”.

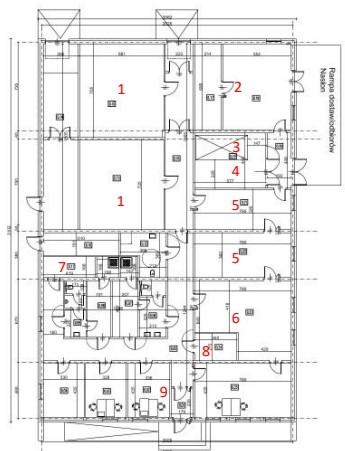
W kolekcji aktywnej roślin ogrodniczych gromadzone są nasiona:

- roślin warzywnych,
- podkładek generatywnych,
- rodzimych gatunków i polskich odmian roślin ozdobnych,
- gatunków dzikich, spokrewnionych z roślinami ogrodniczymi, w tym gatunków flory polskiej mogących znaleźć zastosowanie jako rośliny ogrodnicze (np. dzikie gatunki róż, rokitnika, derenia oraz liczne naturalnie występujące byliny),
- rodzimych gatunków roślin miododajnych,
- roślin towarzyszących uprawom, w tym także gatunków zagrożonych wyginięciem.

Przechowywanie kolekcji aktywnej nasion

Kolekcja aktywna gromadzona jest w Regionalnym Centrum Bioróżnorodności Ogrodniczej (RCBO), które powstało w ramach realizowanego przez IO-PIB projektu współfinansowanego z funduszy Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego. Centrum spełnia kryteria najnowszych standardów FAO dla banków genów (FAO 2014). Dwie komory mroźni pozwalają na przechowywanie w temperaturze -20°C nasion co najmniej 30 tysięcy obiektów. Wszystkie kluczowe systemy (agregaty chłodnicze w mroźni, systemy suszenia a także agregaty zasilania awaryjnego) są zdublowane, zgodnie ze standardami FAO. Mroźnie z przechowywanymi zasobami genowymi są zabezpieczone systemem gaszenia pożaru, który jest bezpieczny dla ludzi i zgromadzonych materiałów genetycznych. Na rysunku 1 przedstawiono układ funkcjonalny pomieszczeń w RCBO.

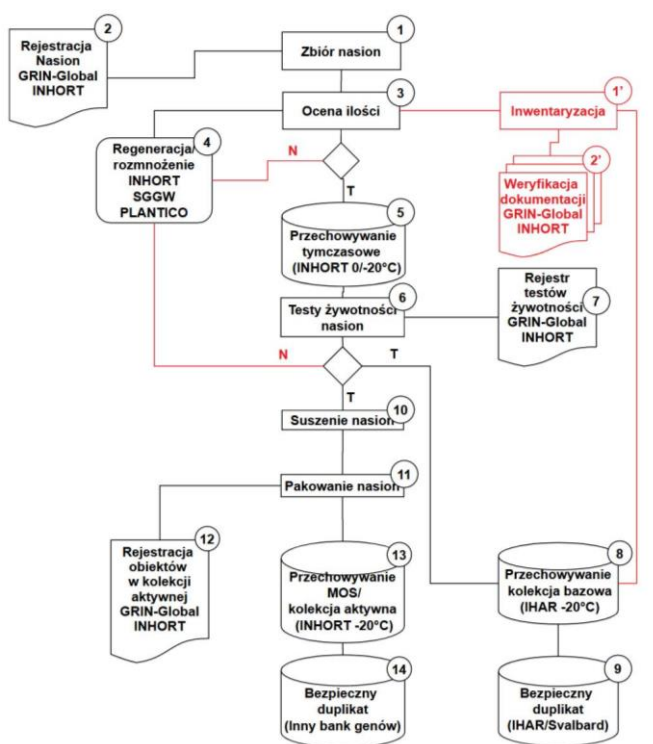
1. Dwie mroźnie przechowalni kolekcji aktywnej
2. Pomieszczenie do czyszczenia nasion
3. Komerowa suszarnia nasion
4. Pakownia nasion
5. Laboratorium kiełkowania nasion
6. Laboratorium ogólne
7. Serwerownia
8. Pomieszczenie BMS (system zarządzania budynkiem)
9. Pomieszczenia biurowe i socjalne



Rysunek 1. Układ pomieszczeń w Regionalnym Centrum Bioróżnorodności Ogrodniczej Instytutu Ogrodnictwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Skierniewicach
Figure 1. Layout of the building of the Regional Centre of Horticultural Biodiversity of the National Institute of Horticulture Research in Skierniewice

Inwentaryzacja roślin warzywnych

Trzon kolekcji aktywnej roślin ogrodniczych stanowią nasiona warzyw zebrane w latach 1979–2021 i zdeponowane w KCRZG IHAR–PIB w Radzikowie. Do roku 1981 w kolekcji Instytutu Warzywnictwa w Skierniewicach zgromadzono łącznie 11 obiektów, w tym 7 fasoli, 2 pietruszki oraz po 1 rzodkwi i kukurydzy cukrowej. Od roku 1982 liczba obiektów roślin warzywnych włączanych do kolekcji wahała się od kilkudziesięciu do kilkuset genotypów rocznie. Łącznie do roku 2021 zebrane i zdeponowane w przechowalni długoterminowej KCRZG zostały nasiona około 10 tysięcy obiektów. Aktualnie prowadzona jest inwentaryzacja tych zbiorów, w wyniku której przenoszonych jest do kolekcji aktywnej około 100 obiektów nasion warzyw rocznie. Równoległe weryfikowana jest ilość i jakość zgromadzonych nasion, a także tworzone są próbki do kolekcji bazowej zlokalizowanej w KCRZG. W tym celu w RCBO opracowano procedurę gwarantującą bezpieczne postępowanie z inwentaryzowanymi materiałami.



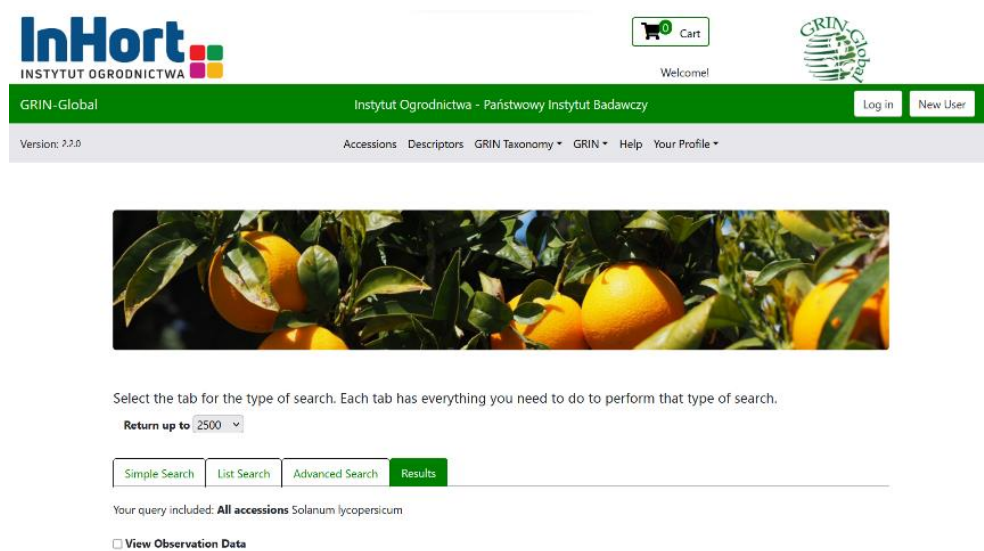
Rysunek 2. Schemat procedur postępowania z nasionami i danymi paszportowymi genotypów gromadzonych w kolekcji aktywnej roślin ogrodniczych w wyniku ekspedycji (1) oraz inwentaryzacji nasion zdeponowanych w IHAR–PIB (1')

Figure 2. Scheme of procedures for handling seeds and passport data of genotypes collected in the active collection of horticultural plants as a result of collecting missions (1) and inventory of seeds deposited in IHAR–PIB (1')

Prowadzona inwentaryzacja obejmuje ocenę ilościową oraz jakościową zdeponowanych w KCRZG nasion roślin warzywnych. W wypadku odpowiedniej ilości nasion danego obiektu, spełniających niezbędne wymagania jakościowe, próba dzielona jest na podpróby. Przeznaczone są do kolekcji bazowej zlokalizowanej w przechowalni długoterminowej KCRZG w Radzikowie, do nowo tworzonej kolekcji aktywnej roślin ogrodniczych w RCBO w Skierniewicach, a dwie kopie bezpieczeństwa przesyłane są do KCRZG, w celu umieszczenia ich w banku genów w odległej lokalizacji geograficznej oraz do depozytu w Światowym Banku Nasion na wyspie Spitsbergen w norweskim archipelagu Svalbard. Jeżeli przechowywane nasiona nie mają odpowiedniej jakości lub ich ilość nie pozwala na podział (do kolekcji bazowej, aktywnej i bezpieczny duplikat), przeznaczone są do regeneracji genotypów (reprodukcja nasion z zachowaniem procedur pozwalających na odtworzenie rzadkich alleli w populacji z prawdopodobieństwem 99%), w wyniku której można będzie uzyskać wystarczającą ilość materiału o odpowiedniej jakości.

Dokumentacja zasobów genowych roślin ogrodniczych

W celu gromadzenia i udostępniania informacji związanych z wszystkimi kolekcjami zasobów genowych zgromadzonych w IO-PIB, w tym z kolekcją aktywną nasion zasobów genowych, przygotowany został system dokumentacji GRIN-Global INHORT (<https://grin-global.inhort.pl/>).



InHort
INSTYTUT OGRONICTWA

Cart

Welcome!

GRIN-Global

Instytut Ogrodnictwa - Państwowy Instytut Badawczy

Log in New User

Version: 2.2.0

Accessions Descriptors GRIN Taxonomy GRIN Help Your Profile

Select the tab for the type of search. Each tab has everything you need to do to perform that type of search.

Return up to 2500

Simple Search List Search Advanced Search **Results**

Your query included: **All accessions** Solanum lycopersicum

View Observation Data

Rysunek 3. GRIN-Global INHORT – wyszukiwarka zasobów genowych roślin ogrodniczych
Figure 3. GRIN-Global INHORT – horticultural plant genetic resources search engine

Simple Search List Search Advanced Search Results

Your query included: **All accessions** Solanum lycopersicum

View Observation Data

Selected item(s) below:

| ACCESSION | NAME | TAXONOMY | ORIGIN | REPOSITORY | AVAILABILITY |
|--|------|---|--------|------------|---------------|
| <input type="checkbox"/> INHORT 100010 LYC | | <i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>lycopersicum</i> | | SYS2 | Not Available |
| <input type="checkbox"/> INHORT 100011 LYC | | <i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>lycopersicum</i> | | SYS2 | Not Available |
| <input type="checkbox"/> INHORT 100012 LYC | | <i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>lycopersicum</i> | | SYS2 | Not Available |
| <input type="checkbox"/> INHORT 100013 LYC | | <i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>lycopersicum</i> | | SYS2 | Not Available |

Rysunek 4. Wynik wyszukiwania genotypów pomidora w systemie GRIN-Global INHORT
Figure 4. Result of searching for tomato genotypes in the GRIN-Global INHORT system

System GRIN-Global INHORT umożliwia także prawidłowe przekazywanie informacji o zasobach genowych roślin ogrodniczych do krajowej bazy danych zasobów genowych roślin uprawnych prowadzonej przez IHAR–PIB oraz do europejskiej bazy danych zasobów genowych EURISCO. Od 2015 roku system ten jest stosowany do zarządzania zasobami genowymi w USA. Aktualnie jest on stosowany w 27 krajowych bankach genów na świecie, a w 18 innych jest wdrażany (<https://www.grin-global.org/>). W IO–PIB system ten jest zainstalowany jako wersja testowa, a ze względu na zachowanie kompatybilności systemu z kolejnymi wersjami rozwojowymi dostarczonymi przez twórców oprogramowania stosowana jest oryginalna angielska wersja.

Do zarządzania zasobami genowymi roślin ogrodniczych w kolekcji (w tym kolekcji aktywnej nasion) służy zintegrowane z systemem GRIN-Global narzędzie kuratora – Curator Tool (rys. 5). Program ten pozwala na wprowadzanie do bazy danych GRIN-Global INHORT informacji o genotypach, w tym danych paszportowych, zgodnie ze standardem MCPD v. 2.1 (Alercia i in. 2015), danych inwentaryzacyjnych, waloryzacyjnych, w tym także fotografii, danych dotyczących żywotności nasion oraz informacji o zamówieniach materiału genetycznego i ich realizacji. Jego pierwsza wersja 1.0.7 została wydana w 2011 roku jako rezultat wspólnego projektu Global Crop Diversity Trust, Bioversity International i Agricultural Research Service USDA. Zarówno strona internetowa GRIN-Global INHORT, jak i program Curator Tool są dostępne bezpłatnie.

| Accession ID | Accession Path | Accession Number | Accession Suffix | Taxon | Name | Origin | Maintenance Sta | Is Core? | Is Backed Up? |
|--------------|----------------|------------------|------------------|----------------------|--------------|--------|-----------------|----------|---------------|
| 9570 | INHORT | 178701 | LYC | Solanum lycopersicon | Potentat | | RCBO | N | N |
| 9564 | INHORT | 178701 | LYC | Solanum lycopersicon | Potentat | | RCBO | N | N |
| 9565 | INHORT | 178702 | LYC | Solanum lycopersicon | Rapota | | RCBO | N | N |
| 9566 | INHORT | 178703 | LYC | Solanum lycopersicon | Kiysa | | RCBO | N | N |
| 9567 | INHORT | 178704 | LYC | Solanum lycopersicon | Tempo | | RCBO | N | N |
| 9568 | INHORT | 178705 | LYC | Solanum lycopersicon | Jaska | | RCBO | N | N |
| 9569 | INHORT | 178706 | LYC | Solanum lycopersicon | Urtka | | RCBO | N | N |
| 9570 | INHORT | 178707 | LYC | Solanum lycopersicon | Kigwaki | | RCBO | N | N |
| 9571 | INHORT | 178708 | LYC | Solanum lycopersicon | Ruben | | RCBO | N | N |
| 9572 | INHORT | 178709 | LYC | Solanum lycopersicon | New Yorker | | RCBO | N | N |
| 9573 | INHORT | 178710 | LYC | Solanum lycopersicon | Venture | | RCBO | N | N |
| 9574 | INHORT | 178711 | LYC | Solanum lycopersicon | VISAB | | RCBO | N | N |
| 9575 | INHORT | 178712 | LYC | Solanum lycopersicon | Halocodmragy | | RCBO | N | N |
| 9576 | INHORT | 178713 | LYC | Solanum lycopersicon | Grand | | RCBO | N | N |
| 9577 | INHORT | 178714 | LYC | Solanum lycopersicon | Baly Naliv | | RCBO | N | N |
| 9578 | INHORT | 178715 | LYC | Solanum lycopersicon | Amulet | | RCBO | N | N |
| 9579 | INHORT | 178716 | LYC | Solanum lycopersicon | Jawor | | RCBO | N | N |
| 9580 | INHORT | 178717 | LYC | Solanum lycopersicon | Sabo | | RCBO | N | N |

Rysunek 5. Narzędzie kuratora (Curator Tool) służące do zarządzania zasobami genowymi roślin ogrodniczych, w tym kolekcją aktywną nasion

Figure 5. Curator Tool for managing the genetic resources of horticultural plants, including the active collection of seeds

METODY OCENY NASION ROŚLIN OGRODNICZYCH W KOLEKCJI AKTYWNEJ

Kontrola żywotności zgromadzonych nasion

Ocena żywotności nasion w bankach genów wiąże się z trzema głównymi wyzwaniami. Pierwszym jest właściwa ocena żywotności nasion przeznaczonych do długoterminowego przechowywania. Jest to warunek podstawowy, gdyż, przy zachowaniu właściwych standardów i procedur, nasiona w banku genów powinny być przechowywane przez dziesięciolecia. Dlatego nieracjonalne jest umieszczanie w bankach genów nasion złej jakości lub o obniżonym wigorze. Konieczne jest stosowanie wszelkich procedur mających na celu oznaczenie nasion spoczynkowych, co stanowi drugie wyzwanie. Spoczynek nasion, zwłaszcza gatunków dzikich lub odmian lokalnych, może stanowić przeszkodę we właściwej ocenie ich żywotności, gdyż nasiona takie mogą kiełkować nierównomiernie lub w ogóle nie kiełkować. Szczególnie istotne dla oceny nasion przechowywanych przez kilkanaście lub nawet kilkadziesiąt lat jest zidentyfikowanie przyczyn słabego kiełkowania, co jest trzecim wyzwaniem, ponieważ procesy spoczynku nasion i starzenia mogą się na siebie nakładać. Dlatego kluczowe są metody i markery fizjologiczne lub molekularne pozwalające na rozróżnienie tych zjawisk.

Ocena jakości nasion komercyjnych wykonywana jest na podstawie przepisów Międzynarodowego Związku Oceny Nasion – International Seed Testing Association (ISTA 2021). Przepisy te mogą stanowić podstawę do określenia jakości nasion odmian znajdujących się w obrocie handlowym. W przypadku nasion przechowywanych w bankach genów przez wiele lat, celem oceny żywotności nasion nie jest określenie wartości handlowej, lecz stwierdzenie, czy nasiona te pozwolą na uzyskanie żywych roślin. Dlatego metodyki oceny takich nasion zostały przedstawione w specjalistycznych opracowaniach dla banków genów (Ellis i in. 1985).

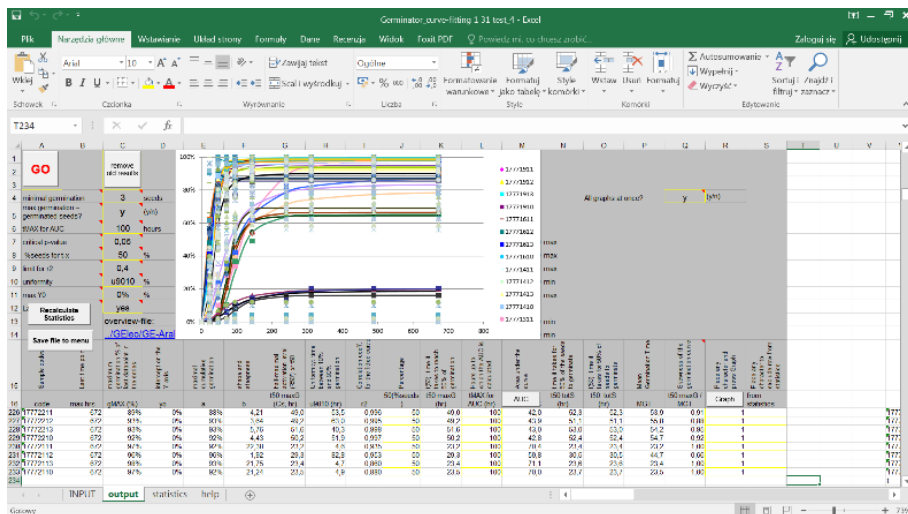
Podstawową metodą oceny żywotności stosowaną w kolekcji aktywnej nasion zasobów genowych roślin ogrodniczych jest ocena kiełkowania *sensu stricto*. Oznacza to, że za kiełkujące uznaje się nasiona, u których rozpoczął się wzrost korzenia zarodkowego (Côme i Thévenot 1982). Jako oznakę kiełkowania przyjmuje się przebicie okrywy nasiennej przez korzeń zarodkowy. Do testów kiełkowania wykorzystuje się cztery powtórzenia po 25 nasion, z czego trzy powtórzenia służą do liczenia dynamiki, czwarte natomiast służy do dokumentacji fotograficznej i oceny siewek. W wypadku bardzo ograniczonej dostępności nasion, ocena opiera się na czterech powtórzeniach po 10 nasion. Nasiona do kiełkowania umieszczane są w szalkach Petriego o średnicy 9 cm na jednej warstwie niebieskiej bibuły lub w szalkach o średnicy 6–15 cm na agarze (1%). Kiełkujące nasiona liczone są według następującego schematu: 1, 2, 3, 4, 7, 10, 14 dzień i następnie co siedem dni do zakończenia kiełkowania (termin zależny od testowanego gatunku). Na podstawie uzyskanych wyników obliczane są następujące parametry: średni czas kiełkowania (MGT), procent kiełkujących nasion (G), czas do skiełkowania 50% nasion (T_{50}) oraz równomierność kiełkowania ($U_{T90-T10}$). Do obliczeń używany jest moduł „Curve fitting” programu Germinator, za pomocą którego można obliczyć również inne parametry kiełkowania (Joosen i in. 2010).

Digitalizacja

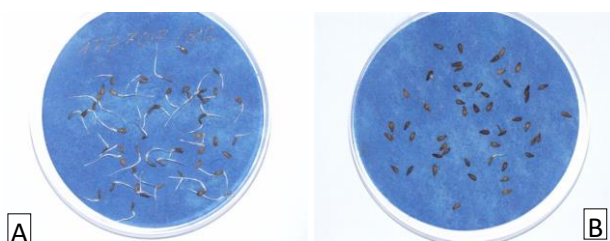
Powadzone prace są dokumentowane w postaci fotografii cyfrowych kiełkujących nasion. Ma to trzy zasadnicze cele. Pierwszym jest archiwizacja danych dotyczących kiełkowania nasion, pozwalająca na późniejszą weryfikację przeprowadzonych prac. Drugim jest wykorzystanie fotografii do celów szkoleniowych. Trzeci cel to komputerowa analiza obrazu.

Zgromadzona dokumentacja pozwala na ponowną analizę testów kiełkowania, gdy rezultaty są niejednoznaczne (np. różne wyniki kiełkowania dwóch prób nasion tego samego obiektu z różnych lat). Na rysunku 7 przedstawiono kiełkowanie po 48 godzinach od nastawienia do testów dwóch próbek nasion z różnych lat, przy czym nasiona starsze o 21 lat kiełkują znacznie szybciej. Końcowy procent kiełkowania obu próbek nasion nie różnił się istotnie. Takie rezultaty kiełkowania mogą wynikać z różnicy w wigorze nasion (np. dojrzewanie w niekorzystnych warunkach pogodowych lub błędy podczas suszenia). Nasiona kiełkujące w niższym procencie lub wolniej mogą być również nasionami spoczynkowymi, co także może być zależne od warunków dojrzewania lub przechowywania bezpośrednio po zbiorze.

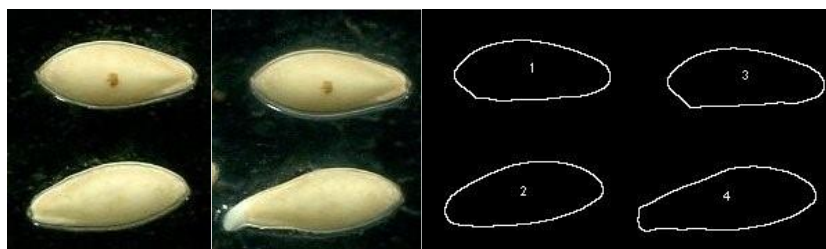
Digitalizacja pozwala na cyfrową analizę parametrów kiełkowania nasion i wykorzystanie metod wspomagania komputerowego (rys. 8). Wdrożenie tego rozwiązania ma na celu zmniejszenie pracochłonności procedur oceny żywotności nasion oraz lepszą organizację pracy w ciągu roku (sezonowość niektórych prac). Dane uzyskane z analizy obrazu można opracowywać komputerowo w programach przygotowanych na potrzeby oceny kiełkowania nasion (Joosen i in. 2010). Pozwolą one także na prowadzenie oceny żywotności nasion w ramach zadań RCBO.



Rysunek 6. Program Germinator curve-fitting stosowany do obliczania parametrów kiełkowania nasion testowanych w kolekcji aktywnej zasobów genowych roślin ogrodniczych
Figure 6. The Germinator curve-fitting program used to calculate the germination parameters of seeds tested in the active collection of horticultural plant genetic resources



Rysunek 7. Kiełkowanie nasion sałaty ‘Promyk’ (po 48 godzinach od nastawienia) ze zbioru z roku 1982 (A) i 2003 (B) testowanych w roku 2017 (odpowiednio po 35 i 14 latach przechowywania)
Figure 7. Germination of the ‘Promyk’ lettuce seeds (48 hours after sowing) from the 1982 harvest (A) and from the 2003 harvest (B) tested in 2017 (after 35 and 14 years of storage, respectively)



| Label | Area | Mean | Perim. | BX | BY | Width | Height | Circ. | AR | Round | Solidity |
|-------------|------|-------|--------|----|-----|-------|--------|-------|-----|-------|----------|
| Skani-1-1.j | 3773 | 170.0 | 268.1 | 23 | 22 | 112 | 44 | 0.7 | 2.6 | 0.4 | 1.0 |
| Skani-1-1.j | 3868 | 173.8 | 275.1 | 16 | 110 | 114 | 47 | 0.6 | 2.7 | 0.4 | 1.0 |
| skani-2-1.j | 3790 | 161.6 | 272.9 | 30 | 28 | 114 | 44 | 0.6 | 2.7 | 0.4 | 1.0 |
| skani-2-1.j | 4287 | 167.8 | 310.8 | 8 | 115 | 130 | 48 | 0.6 | 3.1 | 0.3 | 1.0 |

Rysunek 8. Przykład wykorzystania komputerowej analizy obrazu do klasyfikacji kiełkujących nasion ogórka – *Cucumis sativus* L. (Chojnowski i Treder, dane niepublikowane)
Figure 8. Example of using computer image analysis to classify germinated cucumber seeds – *Cucumis sativus* L. (Chojnowski and Treder, unpublished data)

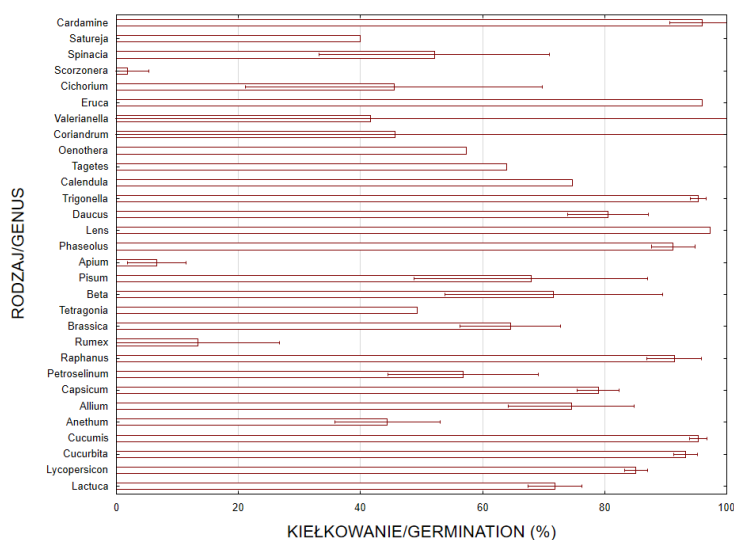
Aktualny stan kolekcji aktywnej zasobów genowych roślin ogrodniczych

Zgodnie z przedstawionymi procedurami w okresie od 2016 do 2021 roku zinwentaryzowano nasiona 2296 obiektów z 34 rodzajów zdeponowanych w IHAR–PIB. Największą liczbę stanowiły obiekty ogórka i melona (*Cucumis* spp.) – 619, następnie pomidora (*Solanum* spp.) – 554, sałaty (*Lactuca* spp.) – 412, cebuli (*Allium* spp.) – 247 oraz dyni (*Cucurbita* spp.) – 177 (tab. 1).

W okresie tym wykonano 2219 testów oceny żywotności nasion pochodzących z inwentaryzacji. Nasiona dwudziestu z trzydziestu testowanych rodzajów osiągnęły średnie kiełkowanie na poziomie poniżej 80% (rys. 9).

Tabela 1. Liczby zinwentaryzowanych genotypów w latach 2016–2021 według rodzajów
Table 1. Number of inventoried genotypes in 2016–2021 classified by genera

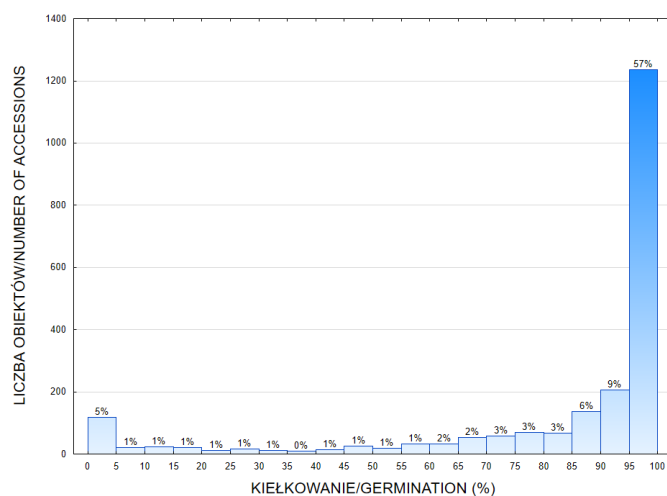
| Rodzaj; Genus | Liczba genotypów; Number of genotypes |
|---------------------|---------------------------------------|
| <i>Allium</i> | 247 |
| <i>Anethum</i> | 43 |
| <i>Anthriscus</i> | 1 |
| <i>Apium</i> | 5 |
| <i>Beta</i> | 5 |
| <i>Brassica</i> | 44 |
| <i>Calendula</i> | 3 |
| <i>Capsicum</i> | 18 |
| <i>Carum</i> | 1 |
| <i>Citrullus</i> | 15 |
| <i>Coriandrum</i> | 3 |
| <i>Cucumis</i> | 619 |
| <i>Cucurbita</i> | 177 |
| <i>Daucus</i> | 17 |
| <i>Eruca</i> | 1 |
| <i>Glycine</i> | 3 |
| <i>Helianthus</i> | 2 |
| <i>Lactuca</i> | 412 |
| <i>Lens</i> | 2 |
| <i>Lepidium</i> | 4 |
| <i>Levisticum</i> | 1 |
| <i>Nigella</i> | 1 |
| <i>Pastinaca</i> | 1 |
| <i>Petroselinum</i> | 18 |
| <i>Phaseolus</i> | 15 |
| <i>Pisum</i> | 25 |
| <i>Raphanus</i> | 12 |
| <i>Rumex</i> | 4 |
| <i>Satureja</i> | 1 |
| <i>Scorzonera</i> | 2 |
| <i>Solanum</i> | 554 |
| <i>Spinacia</i> | 7 |
| <i>Trigonella</i> | 2 |
| <i>Vicia</i> | 31 |
| Razem; Total | 2296 |



Rysunek 9. Procent kiełkowania nasion testowanych w ramach inwentaryzacji – dane uśrednione w obrębie każdego rodzaju

Figure 9. Percentage germination of seeds tested in the inventory – data averaged for each genus

Nasiona 1579 obiektów (72% badanych próbek) posiadały żywotność na poziomie powyżej 85%, co pozwala na ich dalsze długoterminowe przechowywanie (rys. 10). Pozostałe 640 wymaga jak najszybszej reprodukcji nasion z zachowaniem procedur gwarantujących odtworzenie puli genów danego obiektu. Spośród nich 118 obiektów posiada nasiona nie kiełkujące w ogóle lub kiełkujące poniżej 5%. Reprodukacja nasion tych obiektów jest praktycznie niemożliwa.



Rysunek 10. Histogram liczby testowanych obiektów sklasyfikowanych w zależności od kiełkowania nasion

Figure 10. Histogram of the number of tested accessions classified according to seed germination

Uwzględniając wyniki oceny żywotności nasion oraz liczbę nasion zgromadzonych dla każdego zinwentaryzowanego obiektu, w latach 2018–2021 odesłane zostały z powrotem do kolekcji bazowej IHAR–PIB nasiona 368 obiektów z inwentaryzacji oraz dodatkowo próbki bazowe 179 obiektów, których nasiona uzyskano podczas reprodukcji (tab. 2). W wypadku nasion dyni do kolekcji aktywnej i bazowej włączono wyłącznie nasiona z reprodukcji (tab. 2), gdyż liczba nasion z inwentaryzacji była zbyt mała. Oprócz prób nasion przeznaczonych do kolekcji aktywnej w IO–PIB w Skierniewicach oraz do kolekcji bazowej w IHAR–PIB w Radzikowie, dla obiektów włączonych do kolekcji aktywnej przygotowano po dwa duplikaty bezpieczeństwa przesłane do KCRZG IHAR–PIB, w celu umieszczenia ich w banku genów w odległej lokalizacji geograficznej oraz do depozytu w Światowym Banku Nasion na wyspie Svalbard.

Tabela 2. Liczba genotypów które zostały włączone w latach 2018–2021 do kolekcji bazowej i kolekcji aktywnej w wyniku prowadzonej inwentaryzacji i regeneracji genotypów

Table 2. Number of genotypes that were included in the base collection and active collection in the years 2018–2021 as a result of the inventory and regeneration of genotypes

| Rodzaj; Species | Liczba genotypów z inwentaryzacji; Number of genotypes from inventory | Liczba genotypów z reprodukcji; Number of genotypes from reproduction | Łączna liczba genotypów; Total number of genotypes |
|---------------------|---|---|--|
| <i>Allium</i> | 12 | 0 | 12 |
| <i>Capsicum</i> | 3 | 0 | 3 |
| <i>Cucumis</i> | 107 | 22 | 129 |
| <i>Cucurbita</i> | 0 | 105 | 105 |
| <i>Lactuca</i> | 104 | 1 | 105 |
| <i>Solanum</i> | 142 | 51 | 193 |
| Razem; Total | 368 | 179 | 547 |

Nasiona obiektów zgromadzonych w kolekcji aktywnej zasobów genowych roślin ogrodniczych są dostępne dla zainteresowanych odbiorców do celów hodowlanych, naukowych i edukacyjnych w ramach wielostronnego systemu dostępu i podziału korzyści (MLS) po zaakceptowaniu standardowej umowy o transferze materiałów (SMTA). Mogą być również udostępniane rolnikom, ogrodnikom i hobbystom do celów prywatnych, po zaakceptowaniu uproszczonej umowy o przekazaniu materiałów (MTA).

Literatura

- Alercia A., Diulgheroff S., Mackay M. 2015. FAO/Bioversity Multi-Crop Passport Descriptors V.2.1. Bioversity International, FAO, 11 s.
- Côme D., Thévenot C. 1982. Environmental control of embryo dormancy and germination. W: Khan A.A. (red.), The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination. Elsevier Biomedical Press, s. 271–298.
- Ellis R.H., Hong T.D., Roberts E.H. 1985. Handbook of seed technology for genebanks, vol. 1. Principles and methodology. Handbooks for Genebanks 2. IBPGR, 210 s.
- Engels J.M.M., Visser L. (red.) 2003. A guide to effective management of germplasm collections. Handbooks for Genebanks 6. IPGRI, 174 s.
- FAO 2014. Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Revised edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 168 s.
- GRIN-Global INHORT 2022. Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy. <https://grin-global.inhort.pl/>
- GRIN-Global Project 2022. Germplasm Resource Information Network. Agricultural Research Service of USDA, Global Crop Diversity Trust, Bioversity International. <https://www.grin-global.org/>
- ISTA 2021. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association
- Joosen R.V.L., Kodde J., Willems L.A.J., Ligterink W., van der Plas L.H.W., Hilhorst H.W.M. 2010. GERMINATOR: a software package for high-throughput scoring and curve fitting of Arabidopsis seed germination. *Plant Journal* 62(1): 148–159. DOI: 10.1111/j.1365-313x.2009.04116.x.

Praca została wykonana w ramach zadania celowego 1.3 „Prowadzenie kolekcji aktywnej nasion zasobów genowych roślin ogrodnictwa”, finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.