STANISŁAW MUSZYŃSKI
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego — Akademia Rolnicza w Warszawie

OSIĄGNIĘCIA I PERSPEKTYWY HODOWLI MUTACYJNEJ ROŚLIN

Hodowla mutacyjna weszła na stałe do metodyki hodowli roślin. Od momentu stwierdzenia możliwości indukowania mutacji u roślin (rok 1928) minęło już pół wieku, a od uzyskania pierwszych odmian mutacyjnych — ćwierć wieku. W okresie tym hodowla mutacyjna rozwinęła się i udoskonaliła, stając się najbardziej uniwersalną wśród metod hodowli roślin. Stosowana jest z powodzeniem u wszystkich chyba gatunków, niezależnie od sposobu rozmnażania. Stanowi to podstawową zaletę hodowli mutacyjnej. Inną, równie ważną, a może nawet ważniejszą właściwością wyróżniającą hodowlę mutacyjną jest fakt, że jako jedyna metoda hodowli roślin stwarza nową zmienność genetyczną. W miarę wyczerpywania się zmienności genetycznej, istniejącej w naturalnych zasobach genowych, zwiększać się będzie znaczenie metod mutacyjnych.

Warto na tym miejscu przypomnieć, że historia hodowli mutacyjnej notuje okresy zastoju i okresy przyśpieszonego rozwoju. Odkrywca możliwości indukowania mutacji u roślin, Stadler, odnosił się sceptycznie do wykorzystania mutacji w hodowli roślin. Stwierdził, że zaindukowane zmiany mutacyjne są niekorzystne, a więc nieprzydatne dla hodowli. Praktyczną przydatność mutacji indukowanych udowodnił dopiero Gustafsson w latach bezpośrednio poprzedzających II wojnę światową. W latach pięćdziesiątych notuje się pierwszy okres większego zainteresowania metodami mutacyjnymi na świecie. Przez pewien czas żywiono nawet nadzieje, że metody mutacyjne rozwiążą większość problemów hodowli roślin. Tak się jednak nie stało, nie uzyskano oczekiwanych wyników i nastąpił wyraźny regres w rozwoju hodowli mutacyjnej. Główną przyczyną rozczarowania był niedostateczny rozwój badań podstawowych i słaba znajomość samego zjawiska u roślin wyższych. Tym samym brak było odpowiednich podstaw do opracowania wskazówek metodycznych indukowania, selekcjonowania i wykorzystania mutantów. Powstało jednakże w tym czasie wiele wyspecjalizowanych placówek naukowo-badawczych, organizowanych zarówno w obrębie badań teoretycznych (akademie nauk i uniwersytety) jak i stosowanych (instytuty resortowe podległe ministerstwom rolnictwa). Na podkreślenie zasługuje koordynacja badań w zakresie hodowli mutacyjnej, prowadzona w skali

międzynarodowej przez Zakład Genetyki i Hodowli Roślin z siedzibą w Wiedniu. Jest to placówka interdyscyplinarna, finansowana wspólnie przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej (IAEA) oraz Organizację Rolnictwa i Wyżywienia (FAO).

Szczegółowe badania, prowadzone w wielu ośrodkach i obejmujące wszystkie ważniejsze rośliny uprawne, stworzyły dopiero podwaliny hodowli mutacyjnej. W latach siedemdziesiątych notuje się ponowny wzrost zainteresowania metodami mutacyjnymi.

Dowodem skuteczności metod mutacyjnych jest liczba ponad 200 odmian roślin uprawnych, uzyskanych metodami mutacyjnymi (z wyłączeniem poliploidów i roślin ozdobnych). Dodać tu trzeba, że corocznie rejestrowane są coraz większe liczby takich odmian w wielu krajach. Według danych, zestawionych przez Zakład Genetyki i Hodowli Roślin

Tabela 1

Lista odmian mutacyjnych roślin uprawnych (wg. informacji Zakładu Genetyki i Hodowli Roślin, IAEF/FAO, Wiedeń 1979)

Zboża ogółem	— 111	Okopowe ogółem	— 3
jęczmień	— 53	ziemniak	3
ryż	— 30	Owoce ogółem	— 5
pszenica	— 20	pestkowe	4
owies	— 7	cytrusowe	1
żyto	— 1		
Motylkowe ogółem	— 17	mięta	2
orzech ziem.	6	Pozostałe ogółem	— 11
soja	5	gorczyca	— 3
łubin	4		
koniczyna	2		
Oleiste ogółem	— 6		
len	1		
słonecznik	1		
rącznik	2		
rzepak	2		
Przemysłowe ogółem	13		
bawełna	1		
tytoń	4		
trzcina cukr.	8		
Warzywa ogółem	20		
fasola	9		
pomidor	3		
groch	2		
cebula	2		
sałata	2		
papryka	2		

IAEA/FAO, obejmującego okres do roku 1978 włącznie, na 188 zarejestrowanych odmian mutacyjnych aż 111 uzyskano u zbóż (tab. 1). Wśród tych 111 odmian dominują odmiany jęczmienia [53], ryżu [30] oraz pszenicy [20]. Jest to z jednej strony dowodem znaczenia tych gatunków w skali światowej, z drugiej zaś strony — łatwości stosowania metod mutacyjnych u roślin samopylnych. Większą niż u zbóż liczbę odmian mutacyjnych uzyskano u roślin ozdobnych, które nie zostały ujęte w zestawieniu ze względu na małe znaczenie.

Liczba ponad 200 odmian mutacyjnych, otrzymanych do chwili obecnej, nie jest imponująca w porównaniu do liczby odmian, uzyskanych metodami tradycyjnymi. Jednakże o wiele większą jest liczebność mutantów, wykorzystywanych do dalszej hodowli. Można nawet powiedzieć, że obecnie olbrzymia większość mutantów wykorzystywana jest właśnie jako materiał wyjściowy do dalszej hodowli.

Zestawienie cech, jakie zostały ulepszone z pomocą metod mutacyjnych, obejmuje wszystkie ważniejsze cechy roślin uprawnych (tab. 2).

Tabela 2

Zestawienie cech, ulepszonych metodami mutacyjnymi (wg informacji Zakładu Genetyki i Hodowli Roślin, IAEA/FAO, Wiedeń 1979)

Cecha ulepszona	Liczba odmian mutacyjnych u:		
	zbóż	motylkowych	pozostałych
Wyższy plon	28	11	10
Odporność na wyleganie	25	3	—
Wczesność dojrzewania	20	10	8
Odporność na choroby	13	10	2
Zmniejszenie wysokości roślin	15	2	—
Lepsza jakość	16	3	12
Lepsza zimotrwałość	3	—	—
Zwiększenie zawartości białka	3	2	—
Zmniejszone osypywanie się	—	2	—

Pozostałe cechy ulepszone to: odporność na porastanie, odporność na suszę, zwiększone przystosowanie, większa masa 1000 nasion, zmieniona barwa nasion, zmieniona barwa ości, ułatwienie zbioru.

Na uwagę zasługują mutacje takich cech, jak wielkość plonu, zawartość białka i jego skład aminokwasowy oraz odporność na choroby. Poprawienie tych cech metodami mutacyjnymi jest łatwiejsze niż metodami rekombinacyjnymi.

Hodowla mutacyjna dzieli się już na kilka kierunków, w zależności od charakteru zaindukowanych mutacji oraz od sposobu izolacji, selekcji i wykorzystania mutantów. Wyróżnić można następujące kierunki hodowli mutacyjnej:
Indukowanie makromutacji;
Indukowanie mikromutacji;
Indukowanie mutacji biochemicznych;
Indukowanie mutacji fizjologicznych;
Indukowanie odporności;
Indukowanie aberacji chromosomowych;
Indukowanie mutacji cytoplazmatycznych;
Indukowanie przemieszczeń tkankowych;
Pokonywanie barier izolacyjnych;
Indukowanie genów wyznacznikowych (markerów);
Wykorzystanie efektu stymulacji.

Indukowanie makromutacji oznacza indukowanie dziedzicznych zmian morfologicznych, łatwo dostrzegalnych przy obserwacji wizualnej. Mutacje te dotyczą genów głównych i dziedziczą się zgodnie z klasycznymi schematami mendlowskimi.

Pierwsze odmiany mutacyjne jęczmienia, uzyskane w Szwecji przez Gustafssona, a mianowicie odmiany Pallas i Mari, stanowią bezpośrednie rozmnożenie makromutantów typu erectoides. Mutacja ta polegała na skróceniu oraz na zwiększeniu sztywności źdźbeł przy nieznacznym zwiększeniu plonowania. Wartościowe makromutanty krótkoźdźbłowe uzyskano również u pozostałych zbóż, w tym również u żyta. Mutanty o zwartym pokroju typu compactoides zostały wykorzystane m.in. w hodowli drzew owocowych. Mutanty barwy kwiatów dały początek wielu odmianom roślin ozdobnych.

Obecnie makromutanty rzadko znajdują zastosowanie jako nowe odmiany, najczęściej natomiast są wykorzystywane jako materiał do hodowli rekombinacyjnej.

Mikromutacje dotyczą cech ilościowych. Wielu autorów jest zdania, że indukowanie mikromutacji stwarza większe możliwości ulepszania odmian aniżeli indukowanie makromutacji. Indukowanie mikromutacji wymaga bowiem stosowania niższych dawek, a zaindukowane zmiany nie są tak drastyczne. Przykładem klasycznym hodowli mikromutacyjnej są odmiany orzeszków ziemnych, uzyskane przez Gregory'ego w Stanach Zjednoczonych, odznaczające się wyższym plonem. Godnymi uwagi są również prace K. Borojević i Scossirolliego nad pszenicą.

Mutacje biochemiczne zostały wyróżnione z uwagi na specyfikę ich identyfikacji. Do tej grupy należą takie zmiany, jak zwiększenie zawartości białka ogólnego oraz zmiana składu aminokwasowego tego białka.

Pod tym względem szczególne znaczenie mają wyniki uzyskane u zbóż. Początek temu kierunkowi dały mutanty spontaniczne kukurydzy, opaque-2 i floury-2, które zawierały znacznie więcej lizyny w nasionach. W kolekcji form prymitywnych jęczmienia znaleziono jedną (tzw. Hiproly) o wysokiej zawartości białka. Okazało się następnie, że możliwe jest zwiększenie zawartości białka i zmiana jego składu aminokwasowego również w wyniku indukowania mutacji. Podjęte w tym kierunku prace w wielu krajach dały wyniki pozytywne, szczególnie korzystne u jęczmienia i ryżu. Uzyskano bowiem mutanty nie tylko o większej zawartości aminokwasów egzogennych, jak np. lizyny. Tak np. mutant jęczmienia Nr 1508, otrzymany w Risφ Dania, odznacza się o 50% większą zawartością lizyny przy dobrym wypełnieniu ziarna.

Zastosowanie analizy aktywacyjnej do oznaczania zawartości białka w nasionach stworzyło bardzo korzystne warunki dla hodowli w kierunku zwiększenia zawartości białka u roślin. Analiza aktywacyjna jest szczególnie przydatna w hodowli mutacyjnej. Umożliwia ona analizę nieniszczącą niewielkich próbek ziarna, a nawet pojedynczych nasion, w bardzo krótkim okresie czasu. Dzięki temu można przeanalizować duże liczebnie materiały hodowlane, jakimi są np. pokolenia mutacyjne. Skrócenie czasu trwania analiz jest szczególnie ważne u zbóż ozimych, u których okres między zbiorami a siewem jest zazwyczaj krótki.

Do ważnych osiągnięć tego kierunku należą mutanty soi pozbawione inhibitorów enzymów proteolitycznych oraz mutanty jęczmienia o znacznie zredukowanej zawartości związków proantocjanogennych i katechin, dzięki czemu nie jest konieczna stabilizacji chemiczna w procesie produkcji piwa.

Wyjątkowo interesującego mutanta biochemicznego uzyskano u mięty. Skład olejków aromatycznych tego mutanta przypomina skład olejków u róż. Mutant ten, który pachnie jak róża, nazwany został miętą różaną. Poza zmienionym składem olejków, mutant odznacza się również wysoką wydajnością tych olejków.

Mutacje fizjologiczne wymagają również specyficznych metod izolacji i selekcji. Znaczenie tych mutantów w hodowli roślin jest coraz większe. Zmiany mutacyjne obejmują zmiany reakcji roślin na warunki środowiska, jak np. zmiana wymagań fotoperiodycznych czy termicznych, jak również zmiana czasu trwania poszczególnych faz rozwojowych. Wymienić tu można mutanty soi, uzyskane przez Lityńskiego, które kiełkują w niższej temperaturze. Do kategorii tej zaliczyć trzeba też mutanta pszenicy, otrzymanego przez Starzyckiego i Sowę, o przedłużonym okresie wypełniania ziarna.

Wyodrębnić trzeba także z powodu specyficznej procedury selekcjonowania mutantów indukowanie odporności. Mutanty odporne na cho-

roby otrzymane zostały u wielu roślin, m.in. u jęczmienia, owsa, ryżu, pszenicy. Przykładem klasycznym jest jednak wyhodowanie odmiany mięty odpornej na więdnięcie, powodowane przez grzyba *Verticilium albo-atrum*. Formy uprawne nie zawierają genów odporności na tego patogena. Przeniesienie odporności z gatunku dzikiego *(Mentha crispa)* do mięty uprawnej *(M. piperita)* powodowało duży spadek plonu oraz istotne pogorszenie jego jakości. Natomiast hodowla mutacyjna umożliwiła uzyskanie odmiany odpornej o zwiększonym plonie olejków o doskonałej jakości.

Indukowanie aberacji chromosomowych znalazło zastosowanie przy przenoszeniu określonych odcinków chromosomowych, w których zlokalizowane są określone geny, np. odporności, z gatunków dzikich do uprawnych. Przeniesienie całych genomów czy nawet tylko poszczególnych chromosomów z gatunku dzkiego do uprawnego odbija się niekorzystnie na plonie i jego jakości. Dlatego też najbardziej celowym jest przeniesienie możliwie niewielkiego fragmentu tego chromosomu, zawierającego pożądany gen odporności. Pionierem tego kierunku jest Sears, który przeniósł gen odporności na rdzę z gatunku dzikiego — kozieńca *(Aegilops umbellulata)* do pszenicy uprawnej *(Triticum aestivum)*.

Kierunek ten obejmuje również wykorzystanie aberacji chromosomowych do rekonstrukcji kariotypu. W ten sposób skonstruowano nowe kariotypy u bobu (*Vicia faba* f. *major*) i u jęczmienia. Tego typu prace zapoczątkowane zostały przez Riegera i Michaelisa.

Indukowanie mutacji cytoplazmatycznych przyniosło sukcesy w postaci mutantów z cytoplazmatyczną niepłodnością męską, uzyskanych u ryżu i u innych roślin. Jest to ważne z uwagi na możliwość wykorzystania mutantów w hodowli heterozyjnej.

Przemieszczenia (translokacje) tkankowe odpowiedzialne są za większość zmian mutacyjnych u roślin rozmnażanych wegetatywnie. Zjawisko to zostało opisane po raz pierwszy u ziemniaków przez Asejewą. Dokładne badania nad tym zjawiskiem przedstawili następnie Satina i Blakeslee, a także Bergmann oraz Dermen. Wiele odmian roślin ozdobnych powstało właśnie w wyniku przemieszczeń tkankowych. Wykorzystanie tego zjawiska w hodowli roślin sadowniczych zapoczątkowała Pratt w Kanadzie.

Indukowanie genów wyznacznikowych znalazło zastosowanie w analizie genetycznej wielu roślin i okazało się bardzo pomocne przy ustalaniu sprzężeń.

Działając czynnikami mutagennymi na organy generatywne roślin, pokonano w kilku przypadkach bariery izolacyjne, uniemożliwiające krzyżowanie odrębnych gatunków. Umożliwiło to uzyskanie postępu hodowlanego w tych gatunkach. Mechanizm tego zjawiska nie został jesz-

cze wyjaśniony. W najprostszym przypadku mutują geny samoniezgodności. Odgrywają tu rolę bliżej nieznane procesy fizjologiczne, które są odpowiedzialne za istnienie niezgodności, a które ulegają modyfikacji pod wpływem czynników mutagennych. Do znacznych sukcesów przy krzyżowaniu różnych gatunków traw dodać trzeba nowe, dotyczące krzyżowania różnych gatunków pomidorów, a także drzew leśnych z rodzaju *Chamaecyparis.*

Praktyczne wykorzystanie stymulacji jest przedmiotem kontrowersji po dziś dzień. Spotyka się zarówno głosy entuzjastyczne jak i zupełnie sceptyczne, negujące w ogóle istnienie zjawiska stymulacji. W najczęstszych przypadkach, obserwowany efekt stymulacji jest bardzo krótkotrwały, ograniczający się do krótkiego okresu bezpośrednio po działaniu czynników mutagennych. Poza tym w większości przypadków efekty stymulacyjne są trudne do powtórzenia, zarówno jeśli chodzi o wystąpienie jak również pod względem stopnia przejawienia się tego zjawiska. Wydaje się jednak, że zjawisko stymulacji zasługuje na poważne potraktowanie i przeprowadzenie dokładnych studiów. Przed kilku laty powstała nawet międzynarodowa grupa robocza do badania zjawiska stymulacji u kilku wybranych roślin uprawnych. Wyniki tych badań, prowadzonych na identycznych obiektach, a także w analogicznych warunkach w różnych ośrodkach badawczych powinny przyczynić się do wyjaśnienia tego kontrowersyjnego zjawiska.

Z innych ciekawszych osiągnięć metodyki indukowania mutacji, uzyskanych w ostatnich latach, wymienić należy szerokie zastosowanie mutagenów chemicznych. Okazało się, że niektóre z nich, jak np. związki nitrozowe i inne substancje alkilujące, indukują o wiele wyższe frekwencje mutacji od uzyskiwanych z pomocą czynników fizycznych. Notuje się również coraz powszechniejsze wykorzystywanie do indukowania mutacji neutronów prędkich, które stały się łatwo dostępne wraz z dużym wzrostem liczby cyklotronów i generatorów neutronów.

Godnym uwagi jest również opracowanie metod indukowania i selekcji mutantów u roślin obligatorycznie obcopylnych, takich jak np. żyto czy cebula.

Na uwagę zasługuje także opracowaanie nowych testów siewkowych, umożliwiających dokładne ustalenie stopnia redukcji wzrostu u siewek roślin dwuliściennych po działaniau promieni jonizujących. Jak wiadomo, testy siewnikowe przeprowadzane są celem określenia tzw. dawek optymalnych, stosowanych do indukowania mutacji.

Opracowano i z powodzeniem zastosowano nową metodykę indukowania mutacji u roślin rozmnażanych wegetatywnie, tzw. metodę pączków przybyszowych (adventitious bud technique). Metoda ta polega na napromienianiu sadzonek liściowych. Tworzące się pączki przybyszowe

powstają z reguły pojedynczych komórek epidermy. W ten sposób cała roślinka powstaje z pojedynczej komórki epidermy. Natomiast przy działaniu czynnikami mutagennymi na sadzonki pędowe, a więc na stożki wzrostu, rozwijające się z nich rośliny są najczęściej chimerami. Fakt ten utrudnia bardzo izolację i selekcję mutantów u roślin rozmnażanych wegetatywnie. Stosując nową metodę, uzyskano wiele wartościowych mutantów u roślin ozdobnych, przy tym klasycznym przykładem jest fiołek alpejski *(Saintpaulia).*

Interesujące jest porównanie regionalne, a więc wg państw, w których uzyskano odmiany mutacyjne (tab. 3). Czołówkę stanowią te państwa, w których stosunkowo wcześnie powstały specjalne ośrodki naukowo-badawcze, zajmujące się wykorzystaniem energii atomowej w rolnictwie. We wszystkich tych ośrodkach poczesne miejsce zajmuje hodowla

Tabela 3

Lista krajów, w których uzyskano odmiany mutacyjne, wg stanu z października 1978 r. (wg. informacji Sekcji Genetyki i Hodowli Roślin, IAEA/FAO, Wiedeń 1979)

Kraj	Liczba odmian	Kraj	Liczba odmian
Indie	28	Korea Płd.	3
USA	23	Argentyna	3
Japonia	17	Holandia	2
ZSRR	16	Burma	2
Szwecja	15	Austria	2
Czechosłowacja	9	Francja	2
Włochy	9	Tajland	2
Chiny — Taiwan	8	Bułgaria	1
Wielka Brytania	6	Norwegia	1
RFN	6	Dania	1
Bangladesz	6	Indonezja	1
Finlandia	5	Węgry	1
Kanada	5	Pakistan	1
Australia	3	Wybrzeże K. Sł.	1
Filipiny	3	Belgia	1
NRD	3		

roślin. Są to takie kraje, jak USA, ZSRR, Japonia, Indie, Holandia, Włochy, RFN, Czechosłowacja i NRD. Dziwi brak Polski w tym zestawieniu. Trzeba jednak przyznać, że już w latach pięćdziesiątych pojawiają się w literaturze rolniczej wzmianki i artykuły na temat wykorzystania mutacji w hodowli roślin. Później jednak obserwuje się pewien zastój. Co

prawda, już w roku 1957 Dobrowolski opisał próby indukowania mutacji u jęczmienia, które zakończyły się sukcesem. W roku 1958 wpisano do rejestru odmianę Urbanowicki, uzyskaną przy wykorzystaniu mutantów zaindukowanych promieniami X. Na następne odmiany czekaliśmy bardzo długo, aż do roku 1979, kiedy wpisano do rejestru dwie odmiany mutacyjne grochu. Odmiana Wąsaty jest mutantem indukowanym, natomiast odmiana Sum uzyskana została przy użyciu Wąsatego. Obie te odmiany uzyskał zespół pod kierunkiem prof. Jaranowskiego i dr Kiełpińskiego. Dodać można jeszcze dwie odmiany złocieni *(Chrysanthemum)*, jakie zgłoszono do rejestru w roku 1978. Te odmiany otrzymano w SGGW-AR (dr Guzewski i autor artykułu).

Trzeba jednak stwierdzić, że badania w zakresie mutagenezy roślin wyższych prowadzone są w Polsce w zbyt małej skali. Największy zakres prac hodowlanych reprezentowany jest w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Prowadzone są tam prace nad wykorzystaniem mutacji indukowanych w hodowli pszenicy, jęczmienia, owsa, soi i bobiku. W innych ośrodkach zakres prac mutacyjnych jest znacznie mniejszy. Badania podstawowe z tej dziedziny prowadzone są przede wszystkim w Instytucie Genetyki i Hodowli SGGW-AR w Warszawie. W latach 1963—70 istniał tam Zakład Genetyki Radiacyjnej przy Katedrze Hodowli Roślin, którym kierował prof. Starzycki. Podczas reorganizacji uczelni w roku 1970 przekształcono ten zakład w zespół mutagenezy, istniejący do chwili obecnej. W zespole tym uzyskano szereg wartościowych wyników. Tak np. opracowano pierwszy polski podręcznik hodowli mutacyjnej roślin. Zaproponowano uproszczenie systemu klasyfikacji mutacji chlorofilowych. Stosując napromienianie nasion neutronami termicznymi, otrzymano interesujące mutanty u zawieratki ogrodowej allotetraploidalnej *(Petunia hybrida superbissima)*. Opracowano metodykę indukowania mutacji w odmianach populacyjnych żyta i uzyskano wartościowe mutanty krótkoźdźbłowe. Niektóre z tych mutantów miały cechy struktury plonu na poziomie odmian wyjściowych oraz zwiększoną zawartość białka w nasionach. Prowadzono badania nad indukowaniem mutacji u roślin rozmnażanych wegetatywnie na przykładzie złocieni *(Chrysanthemum)* i tulipanów *(Tulipa)*, jak również u roślin ozdobnych rozmnażanych generatywnie, samo- i obcopylnych. Podjęto badania również nad roślinami strączkowymi.

Badania teoretyczne nad zagadnieniami mutagenezy roślin wyższych prowadzone są również w Instytucie Genetyki Roślin w Poznaniu i w Instytutach Genetyki i Hodowli Roślin Akademii Rolniczych w Poznaniu i Krakowie. Szersze badania radiobiologiczne, obejmujące także zagadnienia mutagenezy roślin, prowadzone są w Zakładzie Radiobiologii

Instytutu Fizyki Jądrowej w Krakowie, gdzie przystosowano cyklotron do napromieniania nasion neutronami prędkimi.

Wymienić trzeba również prace hodowlane, prowadzone na stacjach w Poznańskiej Hodowli Roślin, Krakowskiej Hodowli Roślin i niektórych innych. Od niedawna rozpoczęto też badania w tym zakresie na Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, a także w Instytucie Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach.

Wydaje się jednak, że zakres tych wszystkich prac jest za mały, jak na zadania i możliwości polskiej hodowli roślin. Zbyt mało jest zwłaszcza badań podstawowych, bez których nie można myśleć o szerszym wykorzystaniu mutagenezy w hodowli roślin.

LITERATURA

1. Becker G.: PNR Nr 5; 116, 1955.
2. Birecka H.: PNR Nr 2; 131, 1965.
3. Cullinan F. D.: PNR Nr 6; 81, 1956.
4. Delone N. L., Chwostowa W. W.: Biul. IHAR Nr 4; 99, 1956.
5. Grzesik H.: Biul. IHAR Nr 3/4; 59, 1973.
6. I.A.E.A. Manual on mutation breeding. 2nd ed. Vienna, 1977.
7. Jaranowski J.: PNR Nr 2; 129, 1961.
8. Kuźdowicz A.: Biul. IHAR Nr 1/2; 5, 1965.
9. Młyniec W.: PNR Nr 4; 84, 1963.
10. Muszyński S.: PNR Nr 2; 15, 1967.
11. Muszyński S.: PNR Nr 2; 71, 1968.
12. Muszyński S.: Zarys hodowli radiacyjnej roślin. PWRiL, W-wa 1970, II wyd. w druku.
13. Muszyński S.: PNR Nr 5; 29, 1971.
14. Muszyński S.: Hodowla Roślin — Biuletyn Branżowy Nr 5; 8, 1975.
15. Muszyński S.: Mutageneza neutronowa. IFJ Kraków, 1980, s. 17—21.
16. Nybom N.: PNR Nr 3; 113, 1957.
17. Pieniążek J.: PNR Nr 6; 93, 1956.
18. Starzycki S.: Biul. IHAR Nr 1/2; 3, 1970.
19. Starzyński K.: Postępy Techniki Jądrowej 15; 1237, 1971.
20. Święcicki W. K.: Hodowla Roślin — Biuletyn Branżowy Nr 1; 1, 1980.
21. Tomaszewski Z.: Biul. IHAR Nr 5/6; 3, 1964.

Literatura w języku polskim, obejmująca artykuły dyskusyjne na temat hodowli mutacyjnej roślin (jako wyjątek podano podręczniki wydane przez IAEA).