

**ZMIENNOŚĆ GENETYCZNA, INDUKOWANA
U ŻYTA OZIMEGO (*Secale cereale* L.),
SOI UPRAWNEJ (*Glycine max* Merrill.)
I ASTRA CHIŃSKIEGO (*Callistephus chinensis* L. Nees)**

*Stanisław Muszyński, Marta Darlewska, Katarzyna Dobosz-Rojewska,
Alicja Wosińska*

Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wstęp

W tych przypadkach, gdy naturalna zmienność genetyczna danego gatunku nie wystarcza już dla zapewnienia dalszego postępu w hodowli nowych odmian, koniecznym jest zastosowanie metod mutacyjnych [MUSZYŃSKI 1988]. Optymalna metodyka indukowania mutacji była różna u poszczególnych gatunków. Wyodrebnienie mutantów było proste u roślin samopylnych, tj. u soi i astra chińskiego. W przypadku żyta, koniecznym było opracowanie odrębnej metodyki.

Soja należy do najbardziej wartościowych roślin uprawnych. Zajmuje pierwsze miejsce w świecie, pod względem powierzchni uprawy, wśród roślin uprawnych niezbożowych [MUSZYŃSKI 1995]. Próby introdukcji soi w Polsce podejmowane są od ponad 100 lat z miernym powodzeniem [ŁYKOWSKI 1984]. Ograniczenie możliwości uprawy soi w kraju wynika z faktu, że jest to roślina dnia krótkiego. Wczesne odmiany są bardzo niskie i wskutek tego plon nasion jest niski. Zmienność genetyczna soi jest w tym zakresie mała. W USA, Chinach, Brazylii uprawiane są odmiany o długim okresie wegetacji, późnodojrzewające, wysokie. Odmiany wysokie nie dojrzewają w naszych warunkach. Wydaje się więc celowym poszerzenie zakresu zmienności cechy wysokości roślin u wczesnych form soi [MUSZYŃSKI, DOBOSZ-ROJEWSKA 1989, 1992; DOBOSZ-ROJEWSKA, MUSZYŃSKI 1996;

MUSZYŃSKI i in. 1997b].

Celem badań było porównanie cech wysokości roślin i masy nasion z rośliny u kilku wczesnych i jednocześnie wysokich mutantów soi. Żyto pozostaje jedną z ważniejszych roślin uprawnych w Polsce. Jednym z zadań hodowli żyta jest uzyskanie odmian o krótszym źdźble. Ponieważ istniejący zakres zmienności genetycznej tej cechy jest niewielki, koniecznym było zastosowanie mutacji indukowanych.

Badania nad astrami miały na celu poznanie indukowanego zakresu zmienności genetycznej w porównaniu z istniejącą zmiennością.

Materiał i metody

Nasiona w stanie spoczynku poddano działaniu czynników mutagenicznych. Na podstawie testów siewkowych ustalono możliwie najbardziej skuteczne zakresy dawek. W przypadku soi były to neutrony prędkie w dawce 100 radów. U żyta były to mutageny chemiczne, a mianowicie azydek sodu (SA) w stężeniu 1,5; 2,0 i 2,5 mM oraz N-nitrozo-N-etylomocznik (NEU) o stężeniu 0,04%. U astrów były to promienie gamma w zakresie 6–9 kR. Materiałem wyjściowym do indukowania mutacji u soi była szwedzka odmiana Fiskeby, otrzymana z Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Napromienianie nasion neutronami prędkimi przeprowadzono w Instytucie Fizyki Jądrowej w Krakowie. U roślin wyrosłych z nasion, napromienionych dawką 100 rad, zaobserwowano 1 roślinę, która była mutacją kompleksową [MUSZYŃSKI, DOBOSZ-ROJEWSKA 1995]. W kolejnych pokoleniach potomstwa tej rośliny wyselekcjonowano mutanty o zmienionych cechach. Zgromadzono je w kolekcji, która obejmuje 57 form. Na uwagę zasługują mutanty wielkolistne o bardzo dużych liściach i zmienionym sposobie wzrostu, [MUSZYŃSKI i in. 1997b] oraz mutanty bobikowe – wysokie, silne, dojrzewające wraz z odmianami krajowymi. Rośliny pokolenia M_{11} obserwowano w doświadczeniu polowym w RZD Żelazna, na polu doświadczalnym Katedry Hodowli Roślin i Nasiennictwa.

Materiałem wyjściowym do indukowania mutacji u żyta były odmiany Pancerne, Kustro i Chodan oraz ród WOB-25, otrzymane z Poznańskiej Hodowli Roślin. Przy selekcjonowaniu mutantów u żyta koniecznym było zastosowanie krzyżowania parami roślin o podobnym fenotypie, celem zachowania heterozygotyczności większości cech i uzyskania homozygotyczności cech badanych. Mutacje występowały w pokoleniu M_2 i dalszych. Najbardziej interesujące mutanty żyta utrzymywane są w kolekcji.

Przedmiotem badań były mutanty krótkoźdźbłowe, xanthina, horyzontalny, o opóźnionym starzeniu oraz linia wyjściowa Pancerne L-P. Rośliny rosły w polu. Po zbiorze wykonano opisy biometryczne wysokości roślin. Zbadano rozkłady częstości, obliczono wartości średnie i współ-

czynniki zmienności dla mutantów krótkoźdźbłowych.

Materiałem wyjściowym do indukowania mutacji u astrów było początkowo 12 odmian, potem dodano kolejnych 5 odmian. Były to wyłącznie odmiany krajowe. Nasiona uzyskano ze Stacji Hodowli Roślin Ogrodniczych, tylko w kilku przypadkach były to nasiona handlowe. Najbardziej interesujące mutanty astrów prowadzone są w kolekcji.

Wyniki i dyskusja

Spośród obserwowanych mutantów soi, na uwagę zasługują mutanty bobikowe, o wysokich i silnych pędach (tab. 1). Dysponują one znacznym potencjałem plonotwórczym. Wyróżnia się mutant 38, który wykazuje najwyższą liczbę zawiązanych nasion (142 nasiona), przy wysokości pędu głównego przekraczającego 100 cm. Mutanty przytoczone w tabeli, mogą stanowić dobre formy do hodowli nowych odmian.

Tabela 1; Table 1

Wysokość pędu głównego i liczba nasion u wybranych mutantów wysokich soi (wartości średnie z 15 roślin, pokolenie M_{11} , zbiór 1997)

Height of main stem and number of seeds in selected tall mutants of soybeans (mean values for 15 plants, M_{11} generation, harvested in 1997)

Nr mutantu Mutant	Wysokość roślin Plant height (cm)	Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant
6	115,9	88,8
3	107,1	72,8
2	104,0	95,2
38	104,0	142,7
5	103,4	92,4
7	100,3	101,4
29	99,7	123,5
31	99,7	106,1
20	97,1	97,3
10	95,3	96,1

Innym mutantem, wyróżniającym się odrębnym typem wzrostu, jest mutant wielkolistny. W odróżnieniu od tradycyjnego typu wzrostu, wszystkie jego liście jednocześnie tworzą wielkie blaszki liściowe (tab. 2). Nawet najmłodsze liście osiągają znaczne rozmiary w momencie wchodzenia rośliny w fazę generatywną. Mutant ten mógłby stanowić dobry materiał wyjściowy przy hodowli odmian wykorzystywanych na zieloną masę.

Tabela 2; Table 2

Wielkość powierzchni liścia dla mutantów wielkolistnego i półwijącego (cm²)
Leaf area (cm²) for great leaved and semi-climbing mutants of soybean

Nr kolejny liścia, licząc od góry Leaf number from the top	Mutant; Mutant	
	wielkolistny great leaved	półwijący semiclimbing
1	186,6	11,6
2	230,4	29,5
3	245,6	45,4
4	243,44	58,7
\bar{x}	226,3	36,3

Zakres zmienności wysokości roślin u badanych mutantów krótko-
źdźbłowych żyta mieścił się w przedziale od 45 do 105 cm, a u linii wyj-
ściowej L-P w przedziale od 90 do 135 cm (tab. 3).

Tabela 3; Table 3

Zakres zmienności, średnie wartości i współczynniki zmienności
wysokości roślin u mutantów krótkoźdźbłowych żyta (wartości dla 80 roślin)
Variability range, mean values and coefficients of variability of the plant
heights in the shortstraw mutants of rye (values for 80 plants)

Badane formy Farms observed	Liczba roślin Number of plants	Zakres zmienności Variability range (cm)	Wartość średnia Mean Value (cm)	Współczynnik zmienności Coefficients of variability (%)
M-25	80	65–100	79,2	6,1
M-107		80–100	91,7	5,0
M-108		85–105	94,5	4,3
M-154		75–100	93,5	5,6
M-286		70–100	89,6	6,9
M-302		80–100	92,7	5,1
M-350		45–75	64,5	6,7
L-P		90–135	117,3	6,0

Zmienność wysokości roślin u mutantów została przesunięta ku
mniejszym wartościom w porównaniu do linii wyjściowej L-P. Największe
poszerzenie zakresu zmienności w wysokości roślin w kierunku niższych
wartości odnotowano u mutantu M-350. Średnia wartość wysokości roślin
u badanych mutantów żyta była niższa niż u linii wyjściowej L-P i wahała
się od 64,5–94,5 cm, a dla linii wyjściowej L-P średnia wartość wynosiła

117,3 cm. Najmniejszą średnią wartość wysokości roślin obserwowano u mutantu M-350 ($\bar{x}=64,5$ cm), a największą u mutantu M-108 ($\bar{x}=94,5$ cm). Badane mutanty nie przekraczały wysokości roślin 100 cm. Niskie średnie wartości wysokości roślin u żyta obserwował DĄBROWSKI [1981] i IZDEBSKI [1987].

Zakres współczynników zmienności od 4,3–6,9% świadczy o małej zmienności cechy wysokości roślin w badanych populacjach mutantów krótkoźdźbłowych żyta, podobnie jak i u linii wyjściowej L-P (6,0%). Niskie współczynniki zmienności wysokości roślin (od 4,3 do 6,9%) u mutantów świadczą o stałości cechy wysokości roślin w tych populacjach, jak również w populacji linii wyjściowej L-P (6,0%). Z przedstawionych danych, dotyczących zakresu zmienności, średnich wartości, współczynników zmienności wysokości roślin u badanych mutantów żyta można wyciągnąć wniosek, że istnieje podstawa wykorzystania mutantów krótkoźdźbłowych w hodowli nowych odmian jako źródło krótkoźdźbłości. Badane mutanty krótkoźdźbłe charakteryzują się korzystnym poziomem cechy masy tysiąca ziaren [DARLEWSKA 1996].

Innymi interesującymi mutantami żyta są: mutant xanthina, horyzontalny i o opóźnionym starzeniu. Mutant xanthina jest specyficznym mutantem chlorofilowym, opisanym po raz pierwszy przez Darlewską [DARLEWSKA 1997]. Rośliny mutantu xanthina są średnioniskie ($\bar{x}=110$ cm), żółte, żywotne i płodne. Zawierają mniej chlorofilu, ale jest on efektywniej wykorzystywany w procesie fotosyntezy [MUSZYŃSKI i in. 1997c].

Mutant horyzontalny o płożącym typie wzrostu, bez źdźbła głównego, o kilku źdźbłach bocznych ($\bar{x}=30$ cm), prawie niepłodny, utrzymuje się tylko w postaci heterozygot. Ten typ wzrostu uwarunkowany jest co najmniej dwoma allelami recesywnymi.

Mutant o opóźnionym starzeniu wytwarza źdźbła utrzymujące zieloną barwę do chwili zbioru, ma długi kłos ($\bar{x}=19$ cm).

U astra chińskiego najciekawsze i najbardziej wartościowe mutacje utrzymywane są w kolekcji jako swoisty bank genów, są one sukcesywnie opracowywane i wykorzystywane do badań genetycznych i prac hodowlanych. Kilka spośród uzyskanych mutacji, na tle 600 istniejących odmian astra chińskiego, jest aktualnie unikatowych. Jedną z takich mutacji jest mutacja dwubarwności (pasiastości), kwiatów promienistych [WOSIŃSKA 1984]. Do mutacji przekraczających opisy gatunku należą dwie formy o koszyczkach homogamicznych – wszystkie kwiaty w koszyczku są obupłciowe. Według dotychczasowych opisów botanicznych (Hooker) cyt. za WIT [1937], koszyczki astra chińskiego są heterogamiczne – kwiaty promieniste są słupkowe, a kwiaty dyskowe są obupłciowe [GOŁUBKOWA 1959; ROSTAŃSKI 1971]. W przypadku wyżej wymienionych mutacji, wszystkie kwiaty w koszyczku są obupłciowe, a korony kwiatów promienistych otwarte (różnią się od kwiatów dyskowych barwą, a u jednej z mutacji i kształtem). Wystąpienie pręcikowia w kwiatkach promienistych, poza aspektem teoretycznym (są to nader interesujące botaniczne formy, zapewne atawistyczne), ma

niezaprzeczalne walory praktyczne, stwarza bowiem nowe możliwości hodowlane. Na uwagę zasługuje także nieznaną dotychczas u astra chińskiego mutacja o liściach wąskich i całobrzegich, którą przedstawiono w oddzielnym opracowaniu [WOSIŃSKA 1998].

Wnioski

1. Indukowanie mutacji jest skuteczną metodą poszerzenia zmienności u żyta, soi i astra chińskiego.
2. Wysokość roślin odznacza się małą zmiennością, zarówno u mutantów krótkoźdźbłowych żyta, jak i u linii wyjściowej L-P.
3. Wysokość roślin u mutantów krótkoźdźbłowych żyta jest wyraźnie mniejsza niż u linii wyjściowej L-P i nie przekracza 100 cm.
4. Mutanty krótkoźdźbłowe, xanthina, horyzontalny i o opóźnionym starzeniu są donorami nowej zmienności genetycznej w obrębie gatunku *Secale cereale* L.
5. Mutanty bobikowe soi są wysokie i dobrze zawiązują nasiona.
6. Mutant wielkolistny soi odznacza się nowym typem wzrostu, w którym wszystkie liście jednocześnie osiągają wielkość maksymalną.
7. Uzyskane u astra chińskiego mutacje poszerzają znaną dotychczas zmienność; poza aspektem teoretycznym stwarza to nowe możliwości hodowlane.
8. Indukowanie mutacji na przykładzie dwubarwności kwiatów promienistych u astra chińskiego, wskazuje na możliwość odtwarzania utraconych cech form w procesie hodowli.

Literatura

- DARLEWSKA M. 1996. Zmienność masy tysiąca ziarn u mutantów krótkoźdźbłowych żyta ozimego (*Secale cereale* L.). Biul. IHAR 200: 105–108.
- DARLEWSKA M. 1997. Zmienność cech roślin żyta (*Secale cereale* L.) wywołana działaniem azydku sodu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 439: 41–46.
- DĄBROWSKI E. 1981. Wpływ szybkich neutronów i NEU na występowanie mutacji u żyta. Praca doktorska, SGGW-AR Warszawa.
- DOBOSZ-ROJEWSKA K., MUSZYŃSKI S. 1996. Makromutacje u soi (*Glycine max* Merrill.). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 439: 37–40.
- GOŁUBKOWA F.W. 1959. Rod 1461. *Kallistefus* – *Callistephus* Cass. W: Flora ZSSR, T. 25. Praca zbiorowa pod red. B.K. Sziszkina, Izd. Akademii Nauk ZSSR, Moskwa, Leningrad: 73–77.

- IZDEBSKI R. 1987.** *Charakterystyka krótkoźdźbłowych form żyta, wyselekcjonowanych z materiałów kolekcyjnych.* Biul. IHAR 161: 77–89.
- ŁYKOWSKI B. 1984.** *Warunki klimatyczne rozwoju i plonowania soi w Polsce.* Praca habilitacyjna, SGGW-AR Warszawa.
- MUSZYŃSKI S. 1988.** *Osiągnięcia metod mutacyjnych w hodowli roślin.* CBR, Warszawa: 1–45
- MUSZYŃSKI S. 1995.** *Zdumiewająca i niedoceniona.* Nasza Ziemia 1: 32–33.
- MUSZYŃSKI S., DOBOSZ-ROJEWSKA K. 1989.** *Skutki somatyczne działania promieni gamma na nasiona soi.* W: Mutageneza w hodowli roślin. Zesz. Probl. IHAR, III Ogólnopolska Konf. Nauk.: 157–162.
- MUSZYŃSKI S., DOBOSZ-ROJEWSKA K. 1992.** *Morphological mutants induced in soybean (*Glycine max* Merrill.) by seed irradiation with fast neutrons. Reproduction biology and plant breeding.* Book of abstracts. Angers 1992: 695–696.
- MUSZYŃSKI S., DOBOSZ-ROJEWSKA K. 1995.** *Rzadki przypadek mutacji kompleksowej u soi (*Glycine max* Merrill.).* J. Applied Genetics 36 A: 173–174.
- MUSZYŃSKI S., DOBOSZ-ROJEWSKA K., WOSIŃSKA A. 1997a.** *Studia nad wykorzystaniem mutacji indukowanych w hodowli roślin.* Sympozjum PAN, Radzików: 97 s.
- MUSZYŃSKI S., HOLKA A., RUSZKOWSKI D. 1997b.** *Morfologia i anatomia mutantka wielkolistnego u soi (*Glycine max* Merrill.).* Mat. I Krajowej Konf. pt. „Hodowla roślin”, IGR PAN Poznań, 19–20.XI. 1997: 291–296.
- MUSZYŃSKI S., ŁOBODA T., DARLEWSKA M., PIETKIEWICZ S. 1997c.** *Aktywność fotosyntetyczna mutantka xanthina u żyta (*Secale cereale* L.).* Mat. I Krajowej Konf. pt. „Hodowla roślin”. IGR PAN Poznań, 19–20.XI.1997: 501–506.
- ROSTAŃSKI K. 1971.** *Callistephus* Cass. W: *Flora Polska*. T. 11. Praca zbiorowa pod red. B. Pawłowskiego i A. Jasiewicza. PWN Warszawa, Kraków: 101 s.
- WIT F. 1937.** *Contribution to Genetics of the China Aster.* Genetica. 19: 2–104.
- WOSIŃSKA A. 1984.** *Radiomutant dwubarwności kwiatów jęczyczkowych uzyskany u astra chińskiego (*Callistephus chinensis* Ness) z odmiany Dukat.* Acta Agrobotanica 37: 117–121.
- WOSIŃSKA A. 1998.** *Mutacja kształtu liści u astra chińskiego (*Callistephus chinensis* (L.) Ness.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 463: 649–660.

Słowa kluczowe: aster chiński, soja uprawna, żyto ozime, mutanty indukowane, kwiaty promieniste, kwiaty dyskowe, mutant bobikowy wielkolistny, mutant krótkoźdźbłowy, xanthina, horyzontalny i o opóźnionym starzeniu

Streszczenie

Opisano mutanty indukowane: u astra chińskiego (*Callistephus chinensis*) – mutant o koszyczkach homogamicznych (wszystkie kwiaty obupłciowe), u soi (*Glycine max*) – bobikowe o silnych pędach i wielkolistny o nowym typie wzrostu, u żyta (*Secale cereale*) – krotkoźdźbłowe, xanthina o żółtej barwie całych roślin, horyzontalny o płożącym typie wzrostu i mutanta o opóźnionym starzeniu (zielony do zbioru). Średnie wartości wysokości roślin u mutantów krótkoźdźbłowych były niższe niż u odmiany wyjściowej Pancerne L-P i nie przekraczały wysokości 100 cm. Mutant xanthina był płodny, natomiast mutant horyzontalny musi być utrzymywany i rozmnażany w stanie heterozygotycznym.

GENETIC VARIABILITY INDUCED IN WINTER RYE (*Secale cereale* L.), SOYA BEAN (*Glycine max* Merrill.) AND CHINA ASTER (*Callistephus chinensis* L. Nees)

Stanisław Muszyński, Marta Darlewska,
Katarzyna Dobosz-Rojewska, Alicja Wosińska

Department of Plant Breeding and Seed Science, Warsaw Agricultural University

Key words; china aster (*Callistephus chinensis* Nees), soya bean (*Glycine max* Merrill.), winter rye (*Secale cereale* L.), induced mutants, homogamic mutant, short-straw mutant, xanthina, horizontal, with late senescence, with great leaves, with strong stems

Summary

Optimal treatments for mutation induction were established as follows: for China aster – treating seeds with gamma rays of 6–9 rad; for soya bean – irradiating seeds with fast neutrons of 100 rad, for rye – soaking the grains in water solutions of NEU (0.04% concentration) and of SA (1.5–2.0–2.5 mM concentration). The most interesting mutants of each species are kept in collection. They include the following mutants of China aster (homogamic) of soya bean (with tall and strong stems, with great leaves) and of winter rye (short-straw mutants, xanthina, with horizontal type of growth and with late senescence, combined with long spikes).

Prof. dr. hab. Stanisław **Muszyński**
Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
ul. Nowoursynowska 166
02-787 WARSZAWA
e-mail: plewat@alpha.sggw.waw.pl