

Badania nad apomiksją u wybranych odmian i rodów hodowlanych *Poa pratensis*

J. NIEMANN, A. WOJCIECHOWSKI, C. ŚWITONIAK

Katedra Genetyki i Hodowli Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Studies on apomixis in choosen cultivars and breeding strains of *Poa pratensis*

Abstract. The objective of this research project were the investigations of apomixis in choosen cultivars and strains of *Poa pratensis*. The following three Polish cultivars: Alicja, Ani, Nandu as well as three breeding strains: PN/15/R, PN/60/R and PN/162/R were investigated by embryological methods to reveal the reproduction pathway in glasshouse and field conditions. Especially, macrosporogenesis, embryo development and seed formation were analysed. Under over mentioned conditions, also the seeds set after self – and open pollination as well as pollen grain viability were investigated. The obtained data showed that four genotypes i.e. Alicja, Ani, Nandu and PN/60/R seems to be facultative apomicts and two strains (PN/15/R and PN/162/R) have formed seeds only on the apomictic way.

Key words: apomixis, embryological methods, *Poa pratensis*, plants fertility, seed, embryo sac

1. Wstęp

U roślin okrytozalążkowych formowanie zygoty i dalej zarodka, a w końcowym etapie nasiona, odbywa się w wyniku procesu podwójnego zapłodnienia. Istnieją jednak gatunki, u których nasiona nie powstają w efekcie zapłodnienia (agamospermia – apomiksja). Szczegółowe dane odnośnie apomiksji u okrytozalążkowych przedstawiają m. in. ASKER i JERLING (1992). Według tych autorów apomiksja występuje u 15% rodzin w obrębie roślin okrytozalążkowych. Przy czym, najpowszechniej występuje w rodzinach *Poaceae*, *Asteraceae* i *Rosaceae*. Formowanie nasion bez zapłodnienia określane jest jako apomiktyczny sposób rozmnażania się roślin. W całym procesie formowania nasion zjawisko apomiksji może wystąpić na etapie formowania gametofitu żeńskiego (aposporia, diplosporia) jak i na etapie formowania zarodka (pseudogamia, partenogeneza di- i haploidalna). Pomimo wielu zalet apomiktycznego sposobu rozmnażania roślin, to jednak w dalszym ciągu bardzo mało wiemy o genetycznej kontroli tego zjawiska.

Wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.), wartościowa, darniowa roślina paszowa, będąca również istotnym składnikiem mieszanek trawnikowych rozmnaża się głównie na drodze apomiktycznej (MÜNTZING, 1933). U tego gatunku apomiktyczny sposób roz-

mnażania obejmuje dwa procesy: (1) formowanie gametofitu żeńskiego (woreczek zalążkowy) z wyodrębnionej komórki ośrodka zalążka, (2) formowanie w tak powstałym woreczku zalążkowym apomiktycznych nasion na drodze partenogenezy. U wiechliny łąkowej woreczek zalążkowy formowany jest na drodze aposporii tzn., że jego powstawanie nie jest poprzedzane procesem mejozy i w konsekwencji w dojrzałym woreczku zalążkowym wszystkie komórki posiadają, podobnie jak organizm macierzysty, diploidalny zestaw chromosomów. Tak powstałe diploidalne woreczki zalążkowe rozwijają się ostatecznie w żywotne nasiona tylko wtedy, gdy wcześniej nastąpi zapłodnienie niezredukowanych jąder biegunowych przez komórkę plemnikową. Zarodki znajdujące się w tych nasionach formują się w wyniku diploidalnej partenogenezy. Ten sposób reprodukcji jest często wykorzystywany przez hodowców, gdyż propaguje rozwój genotypu matecznego pozwalającego utrzymywać linie czyste, pomimo heterozygotyczności (HANNA i BASHAW 1987).

Właściwe wykorzystanie apomiksji w hodowli wymaga poznania co najmniej trzech zagadnień związanych z apomiktycznym sposobem formowania nasion: (a) rozwoju niezredukowanego woreczka zalążkowego, (b) rozwoju zarodka w wyniku partenogenezy, (c) rozwoju bielma. Z dostępnych w tym względzie danych literaturowych wynika, że u wiechliny łąkowej apomiksja jest kontrolowana przez pojedynczy gen, którego struktura i liczba alleli nie zostały dotychczas ustalone (MATZK, 1991; BARCACCIA i wsp., 1997; 1998; MATZK i wsp., 1997). Sugeruje się również, że zarodek formuje się z niezredukowanej komórki jajowej na drodze autonomicznej partenogenezy oraz, że partenogeneza i aposporowy sposób formowania woreczka zalążkowego wykazują plejotropię (MAZZUCATO i wsp., 1996; MATZK i wsp., 1997).

Z danych literaturowych wynika, że u *Poa pratensis* zdolność formowania nasion zawierających zarodki powstałe z niezapłodnionej, diploidalnej komórki jajowej może być różna w zależności od genotypu i jest cechą w wysokim stopniu dziedziczną (BARCACCIA i wsp. 1997). Należy przy tym dodać, że u wiechliny łąkowej obserwuje się fakultatywność w sposobie formowania nasion i co się z tym wiąże procent nasion formowanych na drodze aseksualnej u poszczególnych genotypów może osiągać wartość od 69% do 100% (MAZZUCATO i wsp., 1996).

Jak dotychczas, sposób formowania nasion w polskich odmianach i rodach hodowlanych wiechliny łąkowej jest bardzo słabo poznany. Stąd też celem badań przedstawianych w niniejszej pracy było określenie sposobu formowania nasion u wybranych odmian i rodów wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.).

2. Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły 3 polskie odmiany: Alicja, Ani i Nandu oraz 3 rody hodowlane: PN/15/R, PN/60/R, PN/162/R wiechliny łąkowej. Doświadczenie założono na poletkach doświadczalnych oraz w szklarni Katedry Genetyki i Hodowli Roślin UP w Poznaniu w 2006 roku. Na materiale tym wykonano obserwacje biometryczne i analizy embriologiczne. Obserwacje biometryczne obejmowały określenie liczby kłosek w kwiatostanie i liczby ziarniaków z kwiatostanu przy samo- i obco- zapyleniu u 20

roślin w każdej analizowanej kombinacji. Ponadto, w okresie wegetacji określono termin początku kłoszenia i pylenia roślin oraz żywotność ziaren pyłku. Żywotność i wielkość ziaren pyłku oceniono w 5 preparatach dla każdego z 6 obiektów użytych w doświadczeniu. Za żywotne przyjmowano ziarna pyłku dobrze barwiące się w płynie Bellinga. Wielkość ziaren pyłku określono przy użyciu mikrometru okularowego, mierząc po 10 ziaren pyłku z preparatu. Wyniki z powyższych obserwacji biometrycznych oszacowano statystycznie przy zastosowaniu wielokrotnego testu Duncana. Makrosporogenezę, formowanie woreczka zalążkowego oraz rozwój zarodka i bielma analizowano w preparatach trwałych wykonanych metodą parafinową według FILUTOWICZA i KUŹDOWICZA (1951). W tym celu utrwalano po 3 wiechy z 5 losowo wybranych roślin z każdego z 6 badanych obiektów w terminach 10, 20 i 30 dni od wykłoszenia. Wiechy utrwalano w zmodyfikowanym utrwalczu Carnoya (6:3:1 – alkohol etylowy 95%: chloroform: kwas octowy). Barwienie preparatów parafinowych wykonano przy użyciu hematoksyliny żelazistej. Podczas analizy preparatów zwracano szczególną uwagę na przebieg makrosporogenezы, wyodrębniania się komórki somatycznej dla formowania woreczka zalążkowego oraz wystąpienia lub braku zapłodnienia komórki jajowej i komórki centralnej (jąder biegunowych).

3. Wyniki i dyskusja

Przeprowadzone obserwacje odnośnie terminu początku kłoszenia i pylenia roślin wykazały, że dwie odmiany tj. Alicja i Ani tak w warunkach szklarniowych, jak i polowych wchodziły w fazę kwitnienia i rozpoczynały pylenie 5 dni później, w porównaniu do pozostałych badanych odmian i rodów. Dane odnośnie obserwacji biometrycznych zestawiono w tabelach 1–2. Wynika z nich, że zarówno genotyp jak i warunki środowiskowe modyfikowały liczbę kłósków w kwiatostanie oraz liczbę zawiązanych ziarniaków. W warunkach szklarniowych liczba zawiązanych ziarniaków wyrażona procentowym stosunkiem liczby ziarniaków z kwiatostanu do liczby kłósków w kwiatostanie zawierała się w zakresie od 64,6% (Alicja) do 83,7% (PN/60/R) przy samozapyleniu i od 67,8% (PN/162/R) do 77,7% (PN/60/R) przy swobodnym zapyleniu (tab. 1). W warunkach polowych wartości te wahały się od 62,0% (PN/162/R) do 80,7% (PN/60/R) przy samozapyleniu i od 67,7% (PN/15/R) do 81,4% (Ani) przy swobodnym zapyleniu (tab. 2). Jednakże, wykonana analiza wariancji przy zastosowaniu wielokrotnego testu Duncana wykazała w większości przypadków nieistotność różnic w wartości obserwowanych cech.

Żywotność ziaren pyłku była u wszystkich badanych genotypów stosunkowo wysoka, przy czym najwyższą zaobserwowano u rodu PN/15/R w warunkach szklarniowych (96,0%), a najniższą (82,1%) u rodu PN/60/R w warunkach polowych (tab. 3). Średnica ziaren pyłku wahała się od 29,0 μm (ród PN/15/R w polu) do 34,0 μm (odmiana Ani w warunkach polowych i szklarniowych). Mimo obserwowanych różnic tak w wielkości, jak i w żywotności ziaren pyłku, to jednak wykonane analizy statystyczne nie potwierdziły w większości przypadków ich istotności pomiędzy badanymi rodami i odmianami wiechliny.

Na podstawie wykonanych analiz procesu makrosporogenezy, formowania woreczka zalążkowego oraz zapłodnienia stwierdzono, że wszystkie analizowane obiekty formują nasiona na drodze apomiktycznej. U wszystkich obiektów obserwowano zakładanie się komórki archesporialnej, która wchodziła w podziały mejotyczne. Podziały te kończyły się formowaniem tetrazy (fot. 1–2). U czterech badanych obiektów tj.: Alicja, Ani, Nandu i PN/60/R obserwowano dwojaki sposób formowania woreczków zalążkowych. W pierwszym przypadku jedna z czterech makrospor powstałych po rozpadzie tetrazy przekształcała się w haploidalny 8-jądrowy woreczek zalążkowy. W takich powstałych woreczkach obserwowano proces podwójnego zapłodnienia, który ostatecznie prowadził do uformowania ziarniaków na drodze seksualnej. W drugim przypadku obserwowano degenerację makrospor i wyodrębnianie się komórki somatycznej (fot. 3–4), z której po podziałach mitotycznych formował się diploidalny, aposporowy woreczek zalążkowy (fot. 5–6). W aposporowych woreczkach zalążkowych obserwowano jedynie zapłodnienie jąder biegunowych na drodze „triplefusion”, tzn. jądra biegunowe nie zlewały się w jądro wtórne, ale jako oddzielne czekały na plemnik i następowało jednoczesne zlewanie się najprawdopodobniej dwóch jąder biegunowych z jądrem plemnikowym (fot. 7). Natomiast niezapłodniona komórka jajowa rozwijała się w diploidalny zarodek (fot. 8). Pozostałe dwarody tj. PN/15/R i PN/162/R są w bardzo wysokim stopniu apomiktyczne. Bowiem w zalążkach u roślin tych rodów obserwowano wyłącznie komórki somatyczne, z których formowały się diploidalne aposporowe woreczki zalążkowe. W woreczkach tych bardzo często obserwowano zapłodnienie jąder biegunowych oraz brak zapłodnienia komórki jajowej. Te dwa wymienione powyżej fakty, tj. formowanie woreczka zalążkowego z komórki somatycznej oraz brak zapłodnienia komórki jajowej dowodzą apomiktycznego sposobu powstania nasion. Przeprowadzone obserwacje sposobu powstawania zarodka i bielma u wiechliny łąkowej wskazują na występowanie fakultatywności odnośnie sposobu formowania nasion. Przy czym, zdolność do formowania nasion na drodze apomiktycznej wykazuje zróżnicowanie w zależności od genotypu. Wyniki uzyskane w niniejszej pracy są zgodne z wynikami otrzymanymi przez MAZZUCATO i wsp. (1996) i BARCACCIA i wsp. (1998). Według CARNERIO i wsp. (2006) u wiechliny łąkowej występuje obok seksualnego sposobu formowania nasion również apomiktyczny, w którym aposporia odgrywa kluczową rolę. MATZK i wsp. (2005), na podstawie analizy segregujących populacji *Poa pratensis* z krzyżowania i samozapylenia obligatoryjnych seksualnych i apomiktycznych roślin sugerują, że pięć głównych genów kontroluje apomiksję u tego gatunku. Różnice w ekspresji tych genów oraz w interakcji pomiędzy nimi decydują o dziedziczeniu i szerokiej zmienności sposobu reprodukcji nasion. Metody wykrywania apomiksji oraz szacowania jej poziomu są różne i zdaniem CZAPIKA (1994) oparte są one tak na analizie cech morfologicznych w polu, jak i obserwacjach cytologiczno-embriologicznych. Ze względu na to, że analizy embriologiczne, które zastosowano w niniejszej pracy dla identyfikacji apomiksji są bardzo czasochłonne i kosztowne, w przyszłości dla oceny tego zjawiska zamierza się adaptować metodę prześwietlania zalążków opracowaną przez HERR (1971) oraz tzw. test auksynowy (MAZZUCATO i wsp., 1996), który pozwoli ocenić poziom apomiksji w przypadku form fakultatywnych.

Tabela 1. Płodność roślin wybranych odmian i rodów wiechliny łąkowej przy samo- i obco- zapyleniu w warunkach szklarniowych

Table 1. Fertility of Kentucky bluegrass cultivars and strains at self- and open pollination under glasshouse conditions

Odmiany, rody Cultivars, strains	Samozapylenie Self pollination			Swobodne zapylenie Open pollination		
	Średnia liczba kłosek/kwia- tostan Mean numer of florets /inflorescence	Średnia liczba ziarnia- ków/kwiatostan Mean number of grains/inflo- rescence	Kłoseki z ziarnia- kami Florets with grains (%)	Średnia liczba kłosek/kwia- tostan Mean numer of florets /inflorescence	Średnia liczba ziarnia- ków/kwiato- stan Mean number of grains/inflo- rescence	Kłoseki z ziarnia- kami Florets with grains (%)
Alicja	65 ^{a*}	42 ^a	64,6 ^a	65 ^a	48 ^a	73,8 ^a
Ani	70 ^a	49 ^a	70,0 ^{ab}	76 ^{ab}	58 ^{ab}	76,3 ^b
Nandu	95 ^b	67 ^b	70,5 ^b	91 ^{bc}	64 ^b	70,3 ^c
PN/15/R	110 ^b	79 ^b	71,8 ^b	121 ^{cde}	89 ^c	73,5 ^b
PN/60/R	80 ^a	67 ^b	83,7 ^c	112 ^d	87 ^c	77,7
PN/162/R	128	98	79,0 ^c	140 ^c	95 ^c	67,8 ^c

Analizę wariancji wykonano oddzielnie dla każdego sposobu zapylenia przy zastosowaniu wielokrotnego testu Duncana. Dane oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$. Analysis of variance was made separately for each way of pollination with Duncan's multiple range test. Date followed by the same letter do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

Tabela 2. Płodność roślin wybranych odmian i rodów wiechliny łąkowej przy samo- i obco- zapyleniu w warunkach polowych

Table 2. Fertility of Kentucky bluegrass cultivars and strains at self- and open pollination under field conditions

Odmiany, rody Cultivars, strains	Samozapylenie Self pollination			Swobodne zapylenie Open pollination		
	Średnia liczba kłosek/kwia- tostan Mean numer of florets /inflorescence	Średnia liczba ziarnia- ków/kwiatostan Mean number of grains/inflo- rescence	Kłoseki z ziarnia- kami Florets with grains (%)	Średnia liczba kłosek/kwia- tostan Mean numer of florets /inflorescence	Średnia liczba ziarnia- ków/kwiato- stan Mean number of grains/inflo- rescence	Kłoseki z ziarnia- kami Florets with gra- ins (%)
Alicja	98 ^{a*}	68 ^a	69,3 ^a	89 ^a	65 ^{ab}	73,0 ^{ac}
Ani	113 ^a	87 ^b	76,9 ^b	70 ^a	57 ^a	81,4
Nandu	99 ^a	67 ^a	67,7 ^a	106 ^b	73 ^b	68,9 ^b
PN/15/R	149 ^b	101 ^c	67,7 ^a	96 ^b	65 ^{ab}	67,7 ^b
PN/60/R	150 ^b	121	80,7 ^b	133 ^c	97 ^c	72,9 ^c
PN/162/R	158 ^b	98 ^{bc}	62,0	128 ^c	95 ^c	74,2 ^c

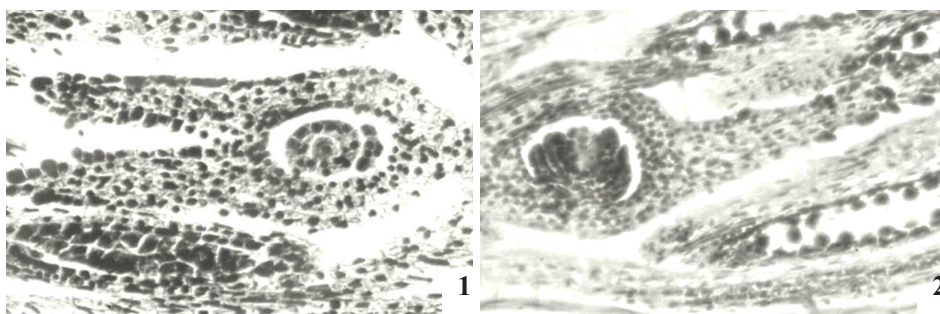
Analizę wariancji wykonano oddzielnie dla każdego sposobu zapylenia przy zastosowaniu wielokrotnego testu Duncana. Dane oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$. Analysis of variance was made separately for each way of pollination with Duncan's multiple range test. Date followed by the same letter do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

Tabela 3. Średnica i żywotność ziaren pyłku u odmian i rodów wiechliny łąkowej w warunkach szklarniowych i polowych

Table 3. Diameter and pollen grains viability in cultivars and strains of Kentucky bluegrass under glasshouse and field conditions

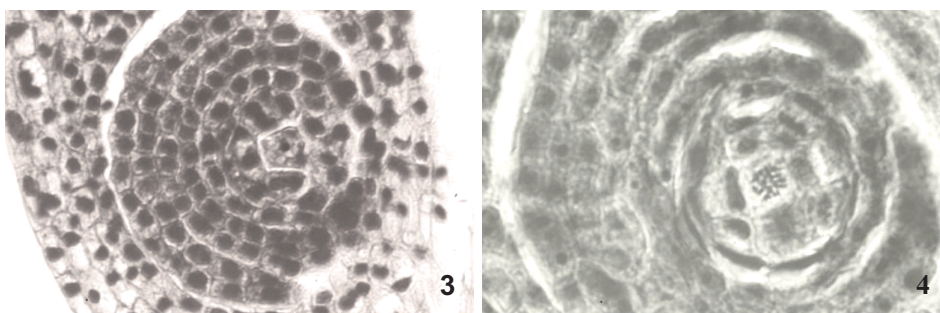
Odmiany – rody Cultivars strains	Średnica ziaren pyłku Diameter of pollen grains (μm)		Żywotność ziaren pyłku Viability of pollen grains (%)	
	szklarnia glasshouse	pole field	szklarnia glasshouse	pole field
Alicja	31,2 ^a	30,7 ^a	89,0 ^a	89,8 ^a
Ani	34,0 ^b	34,0 ^b	94,2 ^b	90,3 ^a
Nandu	29,3 ^c	29,1 ^c	88,6 ^a	92,1 ^b
PN/15/R	29,2 ^c	29,0 ^c	96,0 ^b	86,1 ^d
PN/60/R	31,2 ^a	30,1 ^a	89,8 ^a	82,1 ^c
PN/162/R	32,3 ^a	31,3 ^a	82,3 ^c	84,2 ^{cd}

Analizę wariancji wykonano oddzielnie dla każdej cechy w dwóch środowiskach przy zastosowaniu wielokrotnego testu Duncana. Dane oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $\alpha = 0,05$. – Analysis of variance was made separately for each trait in two environments with Duncan's multiple range test. Data followed by the same letter do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.



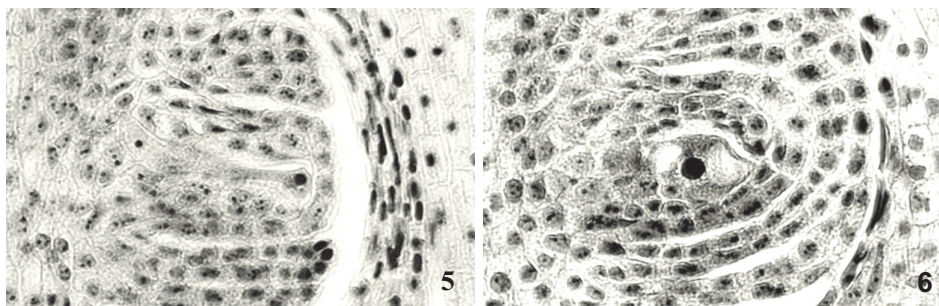
Fot. 1–2. Przekrój podłużny przez kwiat wiechliny łąkowej; 1 – w ośrodku zalążka widoczna komórka archesporialna, 2 – tetradą makrospor.

Phot. 1–2. Longitudinal section Kentucky blue-grass flower; 1 – archesporial cell in the ovule, 2 – tetrad of microspores.



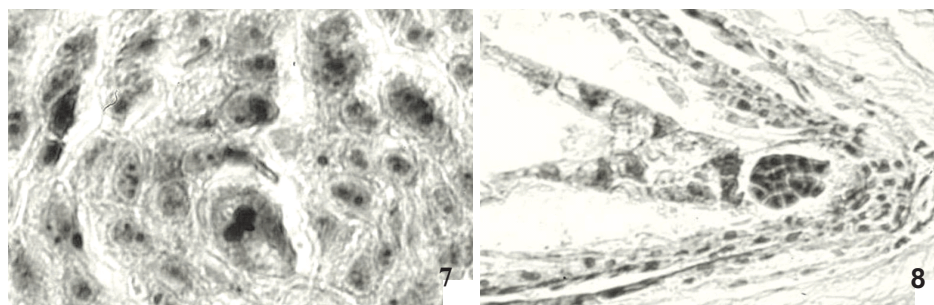
Fot. 3–4. Zalążki z wyróżnicowaną komórką somatyczną; 3 – interfaza, 4 – metafaza.

Phot. 3–4. Ovules with visible somatic cell; 3 – interphase, 4 – metaphase.



Fot. 5–6. Woreczki zalążkowe powstałe z komórki somatycznej; 5 – woreczek 2-jądrowy, 6 – aparat jajowy w 8-jądrowym woreczku zalążkowym.

Phot. 5–6. Embryo sacks developed from somatic cells; 5–2-nuclei embryo sack, 6 – egg apparatus in 8-nuclei embryo sack.



Fot. 7. Zapłodnienie jąder biegunowych

Phot. 7. Fertilization of polar nuclei

Fot. 8. Wielokomórkowy zarodek i bielmo w aposporowym woreczku zalążkowym.

Phot. 8. Multi cell embryo and endosperm in aposporous embryo sack.

Fot. 1–8. Makrosporoogeneza i apomiktyczny sposób formowania zarodka u *P. pratensis*.

Phot. 1–8. Macrosporoogenesis and apomictic way of embryo formation in *P. pratensis*.

4. Wnioski

- Cztery analizowane genotypy wiechliny łąkowej tj: Alicja, Ani, Nandu i ród PN/60/R wykazywały fakultatywność w sposobie formowania ziarniaków. Pomimo, że w wielu przypadkach obserwowano formowanie archesporu w ośrodku zalążka, który ulegał podziałom mejotycznym, to jednak u większości badanych genotypów to nie z makrospor, a z komórek somatycznych powstawał diploidalny woreczek zalążkowy (aposporowy).
- Dwa badane rody hodowlane tj. PN/15/R oraz PN/162/R wytwarzały nasiona wyłącznie na drodze apomiktycznej.

Literatura

- ASKER S.E., JERLING L., 1992. Apomixis in plants. CRC Press Inc Boca-Raton, Florida, USA.
- BARCACCIA G., MAZZUCATO A., BELARDINELLI A., PEZZOTTI M., LUCRETTI S., FALCINELLI M., 1997. Inheritance of parental genomes in progenies of *Poa pratensis* L. from sexual and apomictic genotypes as assessed by RAPD markers and flow cytometry. *Theory of Applied Genetics*, 95, 516-524.
- BARCACCIA G., MAZZUCATO A., BELARDINELLI A., PEZZOTTI M., LUCRETTI S., FALCINELLI M., 1998. Inheritance of parental in *Poa pratensis* L.: auxin test and AFLP linkage analyses support monogenic control. *Theory of Applied Genetics*, 97, 74-82.
- CARNEIRO V.T.C., DUSI D.M.A., ORTIZ J.P.A., 2006. Apomixis: occurrence, application and improvements. *Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology*, 1, 564-571.
- CZAPIK R., 1994. How to detect apomixis in Angiospermae. *Polish Botanical Studies*, 8, 13-21.
- FILUTOWICZ A., KUŹDOWICZ A., 1951. Mikrotechnika roślinna. PWRiL, Warszawa.
- HANNA W.W., BASHAW E.C., 1987. Apomixis: its identification and use in plant breeding. *Crop Science*, 27, 1136-1139.
- HERR J.M., 1971. A new clearing-squash technique for the study of ovule development in angiosperms. *American Journal of Botany*, 58, 785-790.
- MATZK F., 1991. New efforts to overcome apomixis in *Poa pratensis* L. *Euphytica*, 55, 65-72.
- MATZK F., OERTEL C., ALTENHOFER P., SCHUBERT I., 1997. Manipulation of reproductive systems in *Poaceae* to increase efficiency in crop breeding and production. *Trends in Agronomy*, 1, 19-34.
- MATZK F., PRODANOVIC S., BAUMLEIN H., SCHUBERT I., 2005. The inheritance of apomixis in *Poa pratensis* confirms a five locus model with differences in gene expressivity and penetrance. *The Plant Cell*, 17, 13-24.
- MAZZUCATO A., DEN NIJS A.P.M., FALCINELLI M., 1996. Estimation of parthenogenesis frequency in Kentucky bluegrass with auxin-induced parthenocarpic seeds. *Crop Science*, 36, 9-16.
- MÜNTZING A., 1933. Apomictic and sexual seed formation in *Poa*. *Hereditas*, 17, 133-154.
- NOGLER G.A., 1984. Gametophytic apomixis. W: *Embryology of Angiosperms*. B.M. Johri ed. Berlin-Springer Verlag, 475-518.

Studies on apomixis in chosen cultivars and breeding strains of *Poa pratensis*.

J. NIEMANN, A. WOJCIECHOWSKI, C. ŚWITONIAK

Department of Genetics and Plant Breeding, Poznan University of Life Sciences

Summary

The objective of this research project were the investigations of apomixis in chosen cultivars and strains of *Poa pratensis*. The following three Polish cultivars: Alicja, Ani, Nandu as well as three breeding strains: PN/15/R, PN/60/R and PN/162/R were investigated by embryological methods to reveal the reproduction pathway in glasshouse and field conditions. Especially, macrosperogenesis, embryo development and seed formation were analysed. Under over mentioned conditions, also the seeds set after self- and open pollination as well as pollen grain viability were

investigated. The obtained data showed that four genotypes i.e. Alicja, Ani, Nandu and PN/60/R seems to be facultative apomicts and two strains (PN/15/R and PN/162/R) have formed seeds only on the apomictic way. In facultative apomicts it was found that in many cases both archesporia and the somatic cells were formed in the ovules, but embryo sacs developed mostly from the somatic cells. In such embryo sacs only fertilization of the polar nuclei was observed, while the unfertilised egg cell was developed into the diploid embryo. In PN/15/R and PN/162/R strains only aposporous embryo sacs were formed from somatic cells.

Recenzent – Reviewer: *Zbigniew Zwierzykowski*

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

Dr Janetta Niemann

Katedra Genetyki i Hodowli Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

ul. Wojska Polskiego 71c, 60-625 Poznań

e-mail: niemann@up.poznan.pl

