

Kariologia i morfologia *Phleum arenarium* (Poaceae)

ADAM KULA i DARIUSZ KUTYNA

KULA, A. AND KUTYNA, D. 2005. Karyology and morphology of *Phleum arenarium* (Poaceae). *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 12(2): 317–325. Kraków. PL ISSN 1640-629X.

ABSTRACT: The paper presents conventional and C-band karyotype structure of *Phleum arenarium* L. – an annual representative of the *Chilochloa* section, which grows on coastal sand dunes. Two forms of this species were examined: from Castricum in Holland and from Kent in England. The observed morphological differences between the two forms, which suggest different ploidy levels, were not confirmed by the studies of the karyotype and DNA amount. Both forms proved to be diploids $2n = 2x = 14$. The karyotype of the examined species is characterized by symmetry and centromeric type of heterochromatin distribution, which is non-typical of the *Chilochloa* section.

KEY WORDS: *Phleum arenarium*, karyotype structure, heterochromatin, DNA amount

Adam Kula, Katedra Hodowli Roslin i Nasiennictwa, Akademia Rolnicza w Krakowie, ul Łobzowska 24, PL-31-140 Kraków, Polska, e-mail: rrkula@cyf-kr.edu.pl

Dariusz Kutyna, Victoria University, PO Box 14428, Melbourne City MC, Melbourne, VIC 8001, Australia, e-mail: darekut@hotmail.com

WSTĘP

Phleum arenarium L. (tymotka piaskowa) jest niewielką trawą kępkową, osiągającą jedynie od 2 do kilkunastu cm wysokości. Podobnie jak inni przedstawiciele sekcji *Chilochloa* jest gatunkiem stosunkowo słabo poznanym botanicznie i cytogenetycznie w porównaniu z szerzej znanymi przedstawicielami sekcji *Phleum*. Tymotka piaskowa jest gatunkiem jednorocznym, rosnącym na nadmorskich wydmach w europejskiej części obszaru śródziemnomorskiego oraz na terenie Maroka i Izraela. Występuje również na nielicznych stanowiskach nad Morzem Czarnym. Rośnie także na atlantyckich wybrzeżach w Europie zachodniej oraz na wybrzeżach krajów skandynawskich, głównie w zachodniej części basenu Morza Bałtyckiego. W takich krajach, jak Francja, kraje Beneluksu i w Wielkiej Brytanii gatunek ten występuje również w głębi lądu na stanowiskach piaszczystych i żwirowiskach. Mimo dość szerokiego rozprzestrzenienia jest on stosunkowo rzadki, a w niektórych krajach, jak np. w Niemczech uważany jest nawet za wymierający (CONERT 1998). W Polsce tymotka piaskowa jest efemerofitem. Po raz pierwszy została odnotowana w XIX w. w okolicach Gdańska, a w 1998 r. stwierdzono jej występowanie w Świnoujściu (ZIARNEK & FREY 2000; KORNIAK 2002).

Phleum arenarium jest gatunkiem pionierskim i darniotwórczym, preferuje gleby luźne, zasadowe, bogate w związki azotowe pozostałe po koloniach ptasich. Wycofuje się

natomiast ze stanowisk, na których pojawiają się większe ilości związków próchnicznych (CONERT 1998).

Wykształcanie klapowanych wiech kłosokształtnych, obecność trzech pręcików w kwiecie oraz wytwarzanie owalnych ziarniaków lokuje pewnie ten gatunek w sekcji *Chilochloa*, choć nie jest on dla tej sekcji taksonem typowym (HUMPHRIES 1980). Wyjątkowo TSVELEV (1984) zaliczył ten gatunek do sekcji *Achnodon* razem z *Phleum subulatum* i kilkoma innymi jednorocznymi gatunkami śródziemnomorskimi. Charakterystyczne dla tego gatunku jest wykształcanie nieowłosionych białozielonych blaszek liściowych oraz długich, w stosunku do wysokości roślin, wąskolancetowatych gęstych wiech kłosokształtnych z licznymi i krótkimi gałązkami. Morfologia jednokwiatowych kłosek jest typowa dla sekcji *Chilochloa*: plewy są jednakowej wielkości, owłosione na brzegach i zaopatrzone w bardzo krótkie wyrostki ościste (CONERT 1998; HUMPHRIES 1980).

Doniesienia na temat kariologii i cytogenetyki tymotki piaskowej są bardzo skąpe. Na uwagę zasługuje publikacja ERNSTA i MALLOCHA (1994), opisująca występowanie diploidalnej liczby chromosomów $2n = 14$ oraz B-chromosomów.

Celem prezentowanej pracy było poszerzenie podstawowych wiadomości na temat cytogenetyki tego gatunku poprzez przedstawienie struktury kariotypu konwencjonalnego i prążkowego oraz podanie danych dotyczących ilości jądrowego DNA.

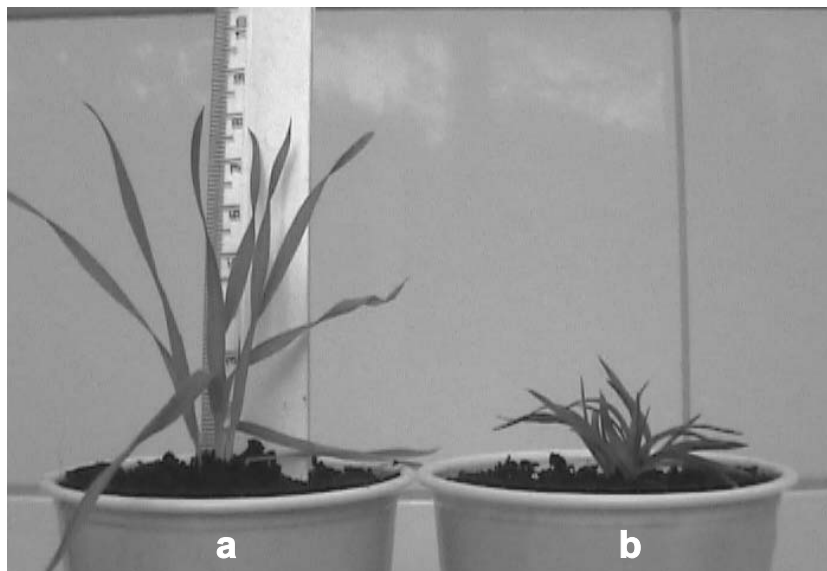
MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pochodził z Castricum w Holandii oraz z hrabstwa Kent z Anglii (RBG Kew: nr. kat. 0011341). Analiz cytogenetycznych dokonano na 30 egzemplarzach z obydwu badanych form tymotki piaskowej. Pomiar długości aparatów szparkowych wykonano u 10 losowo wybranych roślin z obu stanowisk w komórkach epidermy dolnej strony liścia (łącznie dla każdej formy zmierzono po 400 aparatów szparkowych). Chromosomy barwiono konwencjonalnie orceiną octową oraz różnicowo, metodą prążków C według JOUVE i in. (1980). Budowę kariotypu konwencjonalnego i prążkowego przedstawiono na podstawie pomiarów: 20 płytek metafazowych barwionych konwencjonalnie i 10 barwionych metodą prążków C. W kariotypach zbiorczych uwzględniono jedynie stałe prążki heterochromatynowe, występujące z częstotliwością 50%. Pominięto prążki polimorficzne z wyjątkiem występujących w okolicach obszarów NOR. Pomiarów cytometrycznych ilości jądrowego DNA dokonano na komórkach mezofilu młodych liści z użyciem cytometru przepływowego (Partec) i linii *Zea mays* CEE-777 (5,43 pg/2C) jako wzorca, zaś roztwory komórek przygotowano według metodyki GALBRAITHA i in. (1983). Dla określania ilości 2C DNA dla okazów z danego stanowiska przyjęto średnią z pomiarów 10 roślin. Pomiar cytometryczny wykonano w Pracowni Cytometrii Przepływowej pod kierunkiem prof. Elwiry Śliwińskiej w Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy. Do analizy ilości jądrowego DNA (2C) wykorzystano dane prezentowane na dwóch konferencjach (ŚLIWIŃSKA i in. 2003; KULA i in. 2004).

WYNIKI I DYSKUSJA

Morfologia roślin

Badane formy tymotki piaskowej wykazywały znaczne różnice we wzroście, widoczne od pierwszych dni wegetacji aż do osiągnięcia ostatecznych rozmiarów, czyli po upływie pięciu miesięcy w czasie kwitnienia (Ryc. 1 i 2). Egzemplarze *Phleum arenarium* pochodzące



Ryc. 1. Trzymiesięczne okazy *Phleum arenarium* L., rosące w takich samych kontrolowanych warunkach. **a.** z Anglii, **b.** z Holandii

Fig. 1. Three-month-old specimens of *Phleum arenarium* L., growing in the same control conditions. **a.** from England, **b.** from Holland



Ryc. 2. Okazy zielnikowe *Phleum arenarium* L. **a.** z Anglii, **b.** z Holandii

Fig. 2. Herbarium specimens of *Phleum arenarium* L. **a.** from England, **b.** from Holland

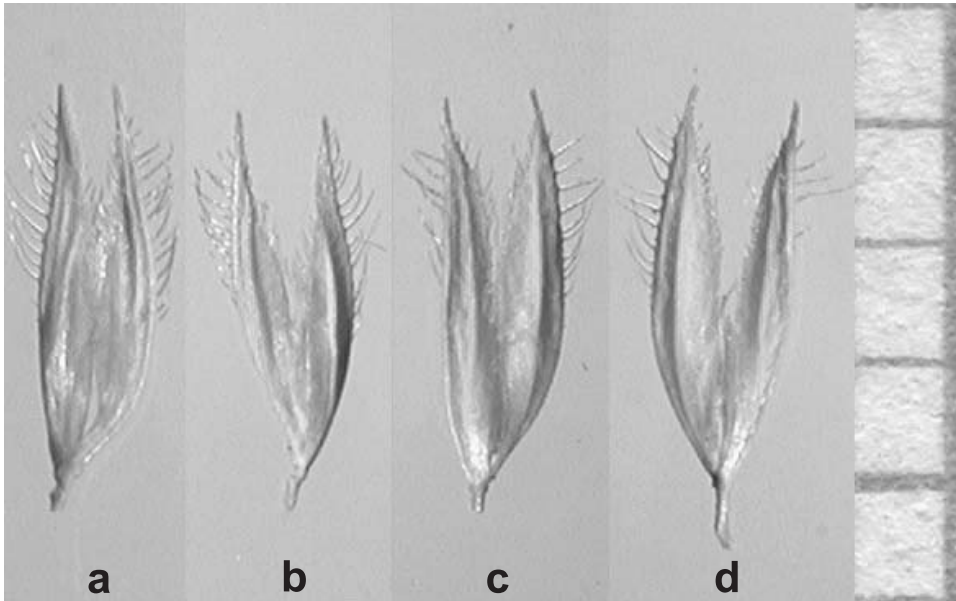
z Anglii wykształcały pędy o wysokości około 16 cm i były dwukrotnie wyższe od egzemplarzy z Holandii. Nasuwało to przypuszczenie o występowaniu różnic w stopniu ploidalności między obydwoma badanymi formami.

Aby je sprawdzić dokonano porównania długości aparatów szparkowych u badanych form, opierając się na prawidłowości, będącej wynikiem efektu nukleotypowego, polegającej na tym, że im wyższy stopień ploidalności tym większa długość tych struktur. Porównanie długości aparatów szparkowych u przedstawicieli tymotek z sekcji *Phleum* pozwalało w przeszłości na skuteczne rozróżnianie stopnia ploidalności u różnych cytotypów *P. pratense* s. lato oraz *P. commutatum* (JOACHIMIĄK & GRABOWSKA-JOACHIMIĄK 2000; JOACHIMIĄK i in. 2002). Wyniki pomiarów aparatów szparkowych u tymotki piaskowej były następujące: u okazów angielskich osiągały one średnią długość około 41 μm , natomiast u holenderskich 37 μm , a zaobserwowane różnice okazały się statystycznie istotne (Tab. 1).

Tabela 1 (Table 1). Porównanie długości aparatów szparkowych u dwóch form *Phleum arenarium* L. z Holandii (A) i z Anglii (B) [Comparison of stomata length in two forms of *Phleum arenarium* L. from Holland (A) and England (B)]

A	B	Wynik testu Studenta (Student's test result) (P = 0,05)
długość (length) i (and) SD (μm)	długość (length) i (and) SD (μm)	
36,88 \pm 3,24	41,10 \pm 3,09	**

** różnica statystycznie istotna (statistically significant)



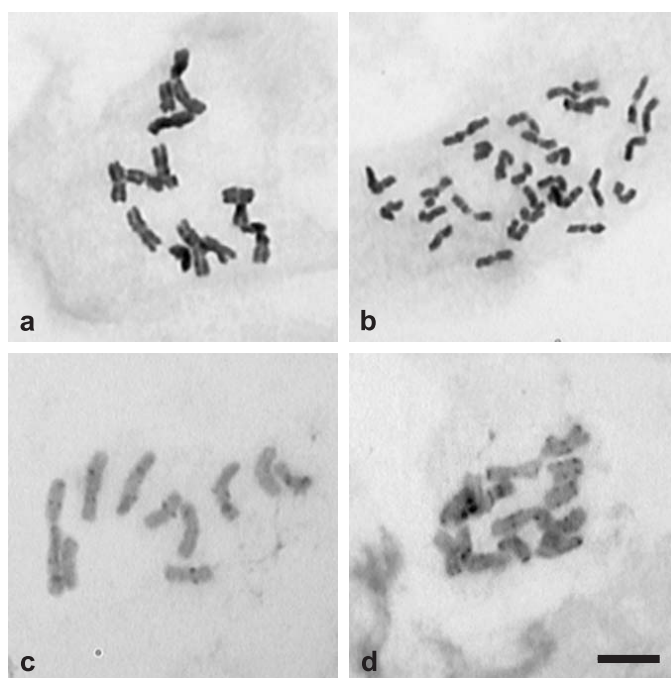
Ryc. 3. Morfologia kłosków u *Phleum arenarium* L. **a, b.** z Holandii, **c, d.** z Anglii (skala w mm)

Fig. 3. Morphology of spikelets in *Phleum arenarium* L. **a, b.** from Holland, **c, d.** from England (scale in mm)

Analiza morfologii kłosek u obydwu form była istotną częścią oznaczania roślin. Potwierdziła przynależność obydwu badanych form do *Phleum arenarium* L., przy czym nie znaleziono żadnych różnic w budowie kłosek pomiędzy nimi (Ryc. 3).

Somatyczne liczby chromosomów. Struktura kariotypu konwencjonalnego

Obydwie badane formy tymotki piaskowej okazały się diploidami – $2n = 14$ (Ryc. 4a). Tym samym nie potwierdziły się przypuszczenia dotyczące występowanie poliploidalnej liczby chromosomów u populacji angielskiej, wynikające zwłaszcza z obserwacji różnic w długościach aparatów szparkowych pomiędzy populacją angielską a holenderską. Dodać należy, że u roślin angielskich zaobserwowano jednak tetraploidalne płytki metafazowe ($2n = 28$),

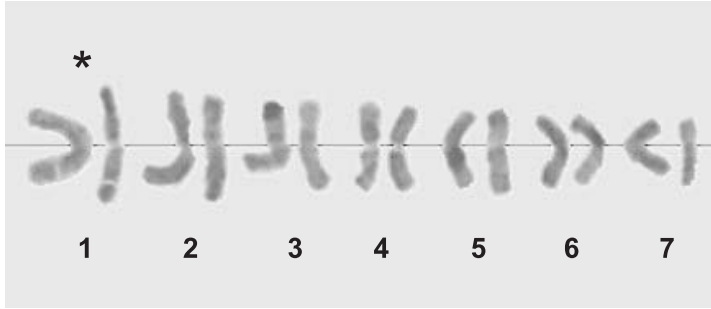


Ryc. 4. Płytki metafazowe *Phleum arenarium* L. barwione konwencjonalnie orceiną octową i metodą prążków C. **a, c.** z Holandii, **b, d.** z Anglii (skala 5 μ m)

Fig. 4. Metaphase plates of *Phleum arenarium* L. stained with acetic orceine and C-banded. **a, c.** from Holland, **b, d.** from England (scale 5 μ m)

które stanowiły około 3% w puli analizowanych metafaz (Ryc. 4b). Podkreślenia wymaga również fakt braku B-chromosomów u obydwu badanych form *Phleum arenarium*, pomimo że rośliny holenderskie pochodziły dokładnie z tego samego obszaru, na którym wcześniej chromosomy dodatkowe były notowane u tego gatunku (ERNST & MALLOCH 1994).

Nie zaobserwowano większych różnic w wielkości i morfologii chromosomów metafazowych u obydwu form, dlatego sporządzono dla nich jeden kariotyp zbiorczy. W jego



Ryc. 5. Kariogram konwencjonalny jednej z analizowanych płytek metafazowych okazu *Phleum arenarium* L. z Holandii
Fig. 5. Conventional karyotype of one of the analysed metaphase plates of *Phleum arenarium* L. specimen from Holland

Tabela 2 (Table 2). *Phleum arenarium* L. z Europy Zachodniej (from Western Europe) – kariotyp konwencjonalny (conventional karyotype)

	1*	2	3	4	5	6	7
T	17,06 ± 0,38	18,65 ± 0,59	15,08 ± 0,34	13,49 ± 0,29	13,10 ± 0,37	11,91 ± 0,26	10,71 ± 0,28
L	9,52 ± 0,33	9,92 ± 0,32	7,94 ± 0,22	7,14 ± 0,14	7,54 ± 0,24	6,75 ± 0,20	5,95 ± 0,20
S	7,54 ± 0,29	8,73 ± 0,31	7,14 ± 0,16	6,35 ± 0,17	5,56 ± 0,21	5,16 ± 0,18	4,76 ± 0,16
C	1,26 ± 0,36	1,14 ± 0,09	1,11 ± 0,10	1,13 ± 0,09	1,36 ± 0,25	1,31 ± 0,27	1,25 ± 0,24

Długość chromosomów kalkulowana w procentach w stosunku do długości haploidalnego zespołu chromosomów ± SD; T – długość całkowita, L – dłuższe ramię, S – krótsze ramię, C – stosunek ramion (L/S) (The length of chromosomes calculated in % of the length of the haploid chromosome set ± SD; T – total length, L – longer arm, S – shorter arm, C – arm ratio (L/S))

* – numer chromosomu (chromosome number)

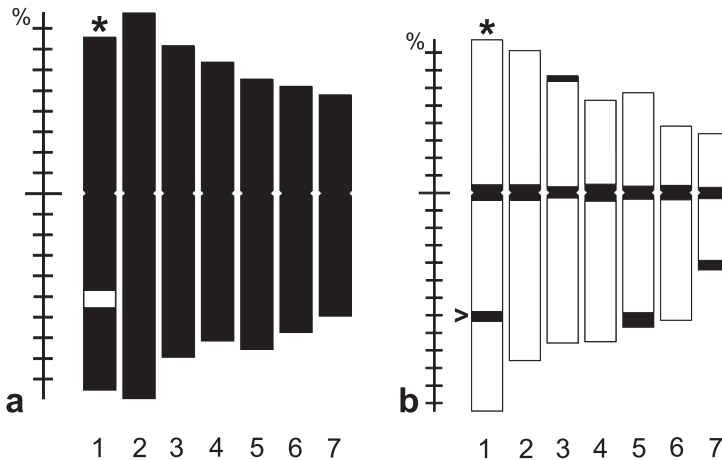


Fig. 6. *Phleum arenarium* L. **a.** kariotyp konwencjonalny, **b.** prążkowy. * oznacza chromosomy SAT; > oznacza polimorficzny prążek interkalarny przy organizatorze jąderka, reszta to prążki stałe (o frekwencji co najmniej 50%)

Fig. 6. *Phleum arenarium* L. **a.** conventional karyotype, **b.** C-band karyotype. * marks SAT chromosomes; > marks the polymorphic intercalary band by the nucleolar organizer, others are bands observed with higher frequency (at least 50%)

skład wchodzi jedynie słabo zróżnicowane morfologicznie chromosomy metacentryczne. Dlatego kariotyp tego gatunku jest prawie idealnie symetryczny (Ryc. 5 i 6; Tab. 2) Zgodnie z poglądami STEBBINSA (1971) kariotyp o takiej strukturze należy uznać za pierwotny w stosunku do kariotypów asymetrycznych, zawierających chromosomy o zróżnicowanej morfologii.

Struktura kariotypu prążkowego

U wszystkich analizowanych okazów *Phleum arenarium* stwierdzono ten sam centromerowy typ dystrybucji heterochromatyny. Nie zaobserwowano istotnych różnic w udziale poszczególnych frakcji heterochromatyny w budowie kariotypu obydwu badanych form (Ryc. 4c, d). Dlatego, podobnie jak w przypadku kariotypu konwencjonalnego, sporządzony został dla nich jeden prążkowy kariotyp zbiorczy (Tab. 3; Ryc. 6b). Zwraca uwagę stosunkowo wysoka zawartość heterochromatyny w kariotypie (8,28 %) i jego podobieństwo do kariotypu *P. commutatum* [2x] – alpejskiego przedstawiciela tymotek z sekcji *Phleum* (KULA 2005a). U dwóch typowych przedstawicieli sekcji *Chilochloa*: *P. phleoides* i *P. hirsutum* występuje odmienny, telomerowy typ dystrybucji heterochromatyny i zwykle niska (około 4%) zawartość heterochromatyny w kariotypie (KULA 2005a, b). Niektóre doniesienia wskazują, że *P. arenarium* może być jedynym przedstawicielem sekcji z centromerowym układem prążków heterochromatynowych (JOACHIMIĄK 2005).

Tabela 3 (Table 3). *Phleum arenarium* L. z Europy Zachodniej (from Western Europe) – kariotyp prążkowy (C-band karyotype)

	1	2	3	4	5	6	7
T	21,13 ± 0,39	17,65 ± 0,53	15,23 ± 0,37	13,76 ± 0,20	13,38 ± 0,33	11,08 ± 0,22	7,77 ± 0,27
L	12,43 ± 0,39	9,56 ± 0,25	8,58 ± 0,26	8,49 ± 0,30	7,68 ± 0,19	7,30 ± 0,18	4,40 ± 0,15
TB					0,82 ± 0,06		0,53 ± 0,05
IB	0,54 ± 0,05						
S	8,70 ± 0,32	8,09 ± 0,29	6,65 ± 0,13	5,27 ± 0,17	5,70 ± 0,28	3,78 ± 0,12	3,37 ± 0,15
TB			0,33 ± 0,05				
C	1,43 ± 0,12	1,18 ± 0,06	1,29 ± 0,08	1,61 ± 0,31	1,35 ± 0,29	1,93 ± 0,16	1,31 ± 0,11
CB	0,87 ± 0,07	0,85 ± 0,11	0,60 ± 0,20	0,94 ± 0,04	0,73 ± 0,07	0,79 ± 0,11	0,60 ± 0,16

Długość chromosomów kalkulowana w procentach w stosunku do długości haploidalnego zespołu chromosomów ± SD; T – długość całkowita, L – dłuższe ramię, S – krótsze ramię, C – stosunek ramion (L/S).TB – prążek telomerowy, CB – prążek centromerowy, IB – prążek interkalarny (The length of chromosomes calculated in % of the length of the haploid chromosome set ± SD; T – total length, L – longer arm, S – shorter arm, C – arm ratio (L/S), TB – telomeric band, CB – centromeric Band, IB – intercalary band)

Analiza ilości jądrowego DNA

U badanego gatunku stwierdzono występowanie niewielkiej ilości jądrowego DNA – około 2,9 pg. Różnice w ilościach DNA pomiędzy obydwoma populacjami tymotki piaskowej okazały się statystycznie nieistotne (Tab. 4). Podobne ilości DNA zaobserwowano u dwóch innych jednorocznych gatunków śródziemnomorskich z sekcji *Chilochloa* – u *Phleum*

Tabela 4 (Table 4). Porównanie ilości jądrowego DNA u dwóch form *Phleum arenarium* L. z Holandii (A) i z Anglii (B) [Comparison of nuclear DNA amount in two forms of *Phleum arenarium* L. from Holland (A) and England (B)]

A DNA (2C) i (and) SD (pg)	B DNA (2C) i (and) SD (pg)	Wynik testu Studenta (Student's test result) (P = 0,05)
2,857 ± 0,126	2,912 ± 0,019	–

– różnica statystycznie nieistotna (statistically not significant)

montanum (2,9 pg) i *P. graecum* (3,2 pg). Natomiast zdecydowanie większe ilości DNA zanotowano u dwóch wieloletnich przedstawicieli omawianej sekcji: u *P. phleoides* (3,6 pg) oraz *P. hirsutum* (3,8 pg) (ŚLIWIŃSKA i in. 2003; KULA i in. 2004). Związek pomiędzy niewielką ilością jądrowego DNA, a krótkim cyklem wegetacji i występowaniem gatunku na obszarze o łagodnych zimach stwierdzono także u innych gatunków traw (BENNETT 1998).

WNIOSKI

Wyraźne różnice morfologiczne w wysokości roślin i długości aparatów szparkowych stwierdzone pomiędzy dwiema analizowanymi populacjami *Phleum arenarium* z Europy zachodniej wskazują na ich zróżnicowanie genetyczne.

Nie znalazło ono potwierdzenia w analizach cytogenetycznych. Obie populacje są diploidalne, o identycznej strukturze kariotypu i zbliżonych ilościach jądrowego DNA. Występowanie w kariotypie tymotki piaskowej jedynie chromosomów metacentrycznych o zbliżonych wielkościach, co powoduje symetryczność kariotypu, wskazuje na pierwotność tego gatunku.

Natomiast zaobserwowana centromeryczna dystrybucja heterochromatyny (nie stwierdzona dotąd u innych przedstawicieli sekcji *Chilochloa*) w powiązaniu z jednorocznnością, specjalizacją siedliskową i niewielką ilością jądrowego DNA świadczy o jego ewolucyjnym zaawansowaniu. Nasuwa to wniosek, że *Phleum arenarium* jest, taksonem starym, ale młodszym ewolucyjnie od typowych przedstawicieli sekcji *Chilochloa*: *P. phleoides* i *P. hirsutum*.

Podziękowania. Pragniemy podziękować pani prof. Elwirze Śliwińskiej za wykonanie pomiarów ilości jądrowego DNA oraz panu prof. W. H. O. Ernstowi z Holandii i Bankowi Nasion KEW z Wielkiej Brytanii za dostarczenie ziarniaków tymotki piaskowej.

LITERATURA

- BENNETT M. D. 1998. Plan genome values: How much do we know? – Proc. Natl. Acad. Sci. USA **95**: 2011–2016.
- CONERT H. J. 1998. *Phleum*. – W: Gustav Hegi Illustrierte Flora von Mitteleuropa, I/3, s. 190–206. Parey Buchverlag, Berlin – Hamburg.
- ERNST W. H. O. & MALLOCH A. J. C. 1994. Biological flora of the British Isles. *Phleum arenarium* L. (*Phalaris arenaria* Willd.; *Chilochloa arenaria* P. Beauv.). – J. Ecol. **82**: 403–413.

- GALBRAITH D. W., HARKINS K. R., MADDOX J. R., AYRES N. M., SHARMA D. P. & FIROOZABADY E. 1983. Rapid flow cytometric analysis of the cell cycle in intact plant tissues. – *Science* **220**: 1049–1051.
- HUMPHRIES C. J. 1980. *Phleum* L. – W: T. G. TUTIN, V. H. HEYWOOD, N. A. BURGESS, D. M. MOORE, D. H. VALENTINE, S. M. WALTERS & D. A. WEBB (red.), *Flora Europaea* **5**. *Alismataceae* to *Orchidaceae* (*Monocotyledones*), p. 239–241. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- JOACHIMIĄK A. & GRABOWSKA-JOACHIMIĄK A. 2000. Stomatal cell length and ploidy level in four taxa belonging to the *Phleum* sect. *Phleum*. – *Acta Biol. Cracov. Ser. Bot.* **42**: 103–107.
- JOACHIMIĄK A., KLOS J., KULA A. & STEWART A. 2002. The length of stomatal cells in four cytotypes of *Phleum* from New Zealand Collection. – *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **488**: 267–272.
- JOACHIMIĄK A. 2005. Heterochromatin and microevolution in *Phleum*. – W: A. K. SHARMA & A. SHARMA (red.), *Plant genome. Biodiversity and Evolution*. **2B**: Phanerogams, s. 89–117. Science Publishers Inc., Enfield, New Hampshire.
- JOUVE N., DIEZ N. & RODRIGUEZ M. 1980. C-banding in 6x-Triticale × *Secale cereale* L. hybrid cytogenetics. – *Theor. Appl. Genetics* **57**: 75–79.
- KORNIĄK T. 2002. Trawy synantropijne. – W: L. FREY (red.), *Polska księga traw*, s. 277–300. Instytut Botaniki im W. Szafera, Polska Akademia Nauk, Kraków.
- KULA A. 2005a. Kariologia i morfologia gatunków z rodzaju *Phleum*. – *Zesz. Nauk. Akad. Roln. w Krakowie* **418**: 7–171.
- KULA A. 2005b. Struktura kariotypu *Phleum hirsutum* (*Poaceae*). – *Fragm. Flor. Geobot. Polonica* **12**(1): 135–142.
- KULA A., ŚLIWIŃSKA E., ŻUREK G. & JOACHIMIĄK A. 2004. Struktura genomu w rodzaju *Phleum*. – W: VI Ogólnopolskie Spotkania Naukowe „Biologia traw”, s. 27. Kraków, 18–19 listopada 2004.
- STEBBINS G. L. 1971. Chromosomal evolution in higher plants. s. 216. Edward Arnold, London.
- ŚLIWIŃSKA E., KULA A., JOACHIMIĄK A. & STEWART A. 2003. Genome size in the genus *Phleum*. – W: Application of Novel Cytogenetic and Molecular Techniques in Genetics and Breeding of the Grasses, International Workshop, Poznań: Polska, 1–2 kwietnia 2003.
- TSVELEV N. N. 1984. Grasses of the Soviet Union. **1**. s. 568. A. A. Balkema, Rotterdam.
- ZIARNEK K. & FREY L. 2000. Nowe stanowisko *Phleum arenarium* (*Poaceae*) na wybrzeżu bałtyckim. – *Fragm. Flor. Geobot. Polonica* **7**: 368–370.

SUMMARY

Phleum arenarium is the only species in the *Phleum* genus which is adapted to life in sandy coastal areas. It possesses free panicles, typical of the *Chilochloa* section, but with short, densely situated branches, which makes it similar to representatives of the *Phleum* section. The species is not a type taxon for the *Chilochloa* section, however in systematic divisions it is most often placed in this section. In the examined specimens from two localities in Western Europe diploid chromosome number $2n = 14$ was established. Almost identical symmetrical karyotype and diploid chromosome number indicate primeval character of this species. On the other hand, centromeric type of heterochromatin distribution, which has not been recorded in other representatives of the *Chilochloa* section, with relatively big content of this fraction in the karyotype structure, as well as narrow habitat specialization, are rather progressive characteristics. Thus, most probably, *P. arenarium* is an old taxon, yet evolutionally younger than the typical representatives of the *Chilochloa* section: *P. phleoides* and *P. hirsutum*.

Przyjęto do druku: 16.06.2005 r.