

Zmienność morfologiczna *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* (Poaceae) na siedliskach rolniczych

ANNA BOMANOWSKA, AGNIESZKA RZETELSKA i AGNIESZKA REWICZ

BOMANOWSKA, A., RZETELSKA, A. AND REWICZ, A. 2013. Morphological variation of *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* (Poaceae) in varied agricultural habitats. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 20(2): 185–198. Kraków. PL ISSN 1640-629X

ABSTRACT: The study was focused on the variability of morphological traits of *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* in agricultural habitats. Five populations of soft brome growing in winter barley, spring wheat, long-term cultivation of red fescue, one-year fallow, and on a balk between a winter rye field and pasture were selected for biometric studies. Seven morphological features were compared: height of tuft, number of shoots in one tuft, height of straw, height of straw up to flag leaf, length of panicle, number of panicle branches, and number of spikelets in one panicle. The studied specimens vary in terms of selected traits, both within a single site and between different sites. Individuals growing in cereals were the highest, had the longest panicles with the highest number of branches. The shortest tufts with the lowest number of shoots and a short panicle were found on one-year fallow land. Study results indicate that *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* is characterised by a high morphological plasticity in agricultural habitats.

KEY WORDS: agrocoenoses, morphological features, soft brome, variability, *Poaceae*, Poland

A. Bomanowska i A. Rewicz, Katedra Geobotaniki i Ekologii Roslin, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź; e-mail: knopikaa@biol.uni.lodz.pl, stefia@biol.uni.lodz.pl;

A. Rzetelska, ul. Wróblewskiego 59c/40, 94-035 Łódź; e-mail: agnieszkarze@interia.pl

WSTĘP

Bromus hordeaceus L. (stokłosa miękka) należy do grupy gatunków środkowoeuropejsko-śródziemnomorskich (ZAJĄC & ZAJĄC 2007). Jest trawą prawdopodobnie rodzimą dla Europy, obszaru śródziemnomorskiego i północno-zachodniej Azji (HULTÉN & FRIES 1986; ZAJĄC 1996; PEETERS i in. 2004; SCHOLZ 2008). Została zawleczona lub wprowadzona przez człowieka do Ameryki Północnej i Południowej, Australii i Nowej Zelandii, wschodniej Azji i Subantarktyki (CLAYTON i in. 2006; JUNG i in. 2006; LIANG i in. 2006; DASTGHEIB & POOLE 2010; OJA i in. 2010).

W Polsce *Bromus hordeaceus* należy do gatunków pospolitych, rosnących na nizinach i w niższych partiach gór (ZAJĄC & ZAJĄC 2001). Jest gatunkiem charakterystycznym dla rzędu *Arrhenatheretalia elatioris* (klasa *Molinio-Arrhenatheretea*; MATUSZKIEWICZ 2001).

Pospolicie występuje na siedliskach ruderalnych, m.in. na przydrożach, skrajach lasu, terenach przemysłowych, zurbanizowanych, kolejowych (LATOWSKI 2004; ROSTAŃSKI & WOŹNIAK 2007; WARCHOLIŃSKA 2008; BOMANOWSKA & WITOSŁAWSKI 2009; WOZIWODA 2010). Jest gatunkiem wyróżniającym dla ruderalnego zespołu *Hordeetum murini* (klasa *Stellarietea mediae*; MATUSZKIEWICZ 2001). Rośnie także na siedliskach segetalnych, głównie w zasiewach zbóż lub na ugorach (WARCHOLIŃSKA 1996, 1997; WĘGRZYNEK 2003; BOMANOWSKA 2005; HALINIARZ & KAPELUSZNY 2006; TOWPASZ 2007; KURUS 2010; RZY-MOWSKA & SKRAJNA 2011).

Gatunek ten wykazuje dużą plastyczność fenotypową i zmienność genetyczną (SMITH 1968; AINOUCHE i in. 1996, 1999; ZAJĄC 1996; SCHOLZ 2008; OJA i in. 2010). W świetle współczesnych badań taksonomicznych stokłosa miękka (*Bromus hordeaceus* L. s. lato) jest taksonem niejednorodnym, w obrębie którego wyróżnia się kilka podgatunków (SMITH 1968, 1980; ZAJĄC 1996; SPALTON 2001; SCHOLZ 2008). Spośród nich na siedliskach synantropijnych najbardziej rozpowszechnione są *B. hordeaceus* subsp. *hordeaceus* (= *B. mollis* L. s. str.; ZAJĄC 1996; SPALTON 2001; SCHOLZ 2008), *B. hordeaceus* subsp. *longipedicellatus* (SPALTON 2001) oraz *Bromus* *xpseudothominii* (ZAJĄC 1996). Duża plastyczność morfologiczna, poliploidalność, łatwość krzyżowania się jednostek w obrębie kompleksu, a także z innymi blisko spokrewnionymi gatunkami z tego samego rodzaju (AINOUCHE i in. 1999; SCHOLZ 2008; OJA i in. 2010), ułatwiają stokłosie miękkiej ekspansję ekologiczną i geograficzną. Gwałtowne opanowywanie przez nią siedlisk synantropijnych spowodowało, że w Kanadzie, USA, Nowej Zelandii uznawana jest za uciążliwy, odporny na herbicydy chwast, a nawet roślinę inwazyjną (GOERT 2003; CAL-IPC 2006; DASTGHEIB i in. 2003; ROLSTON i in. 2003; DASTGHEIB & POOLE 2010).

W Polsce stokłosa nie stanowi zagrożenia dla roślin uprawnych. Jej populacje są na siedliskach segetalnych na ogół mało liczne, chociaż trwale (obserwacje własne). Jednak obecnie stosowane metody uprawy, m.in. preferowanie upraw ozimych, uproszczenia w uprawie roli i nadmierne stosowanie herbicydów (MACIEJEWSKI i in. 2008; MELANDER i in. 2008) sprzyjają ekspansji traw w agrofitycenozach (KORNIAK & HOLDYŃSKI 1996; SKRZYCZYŃSKA i in. 2005; DĄBKOWSKA & ŁABZA 2010). *Anthoxanthum aristatum*, *Apera spica-venti*, *Echinochloa crus-galli*, *Elymus repens* i inne gatunki zwiększają swój udział w zachwaszczeniu pól (WĘGRZYNEK 2003; PINKE i in. 2006; SKRAJNA & SKRZYCZYŃSKA 2007; MELANDER i in. 2008), a obok nich pojawiają się nowe, dotychczas uznawane za typowo ruderalne, jak np. *Bromus sterilis*, który w ostatnim czasie rozprzestrzenił się w zasiewach zbóż (COUSENS i in. 1988; CUSSANS i in. 1994; ANDERSSON i in. 2002; MILBERG & ANDERSSON 2006; KACZ-MAREK & ADAMCZEWSKI 2007).

Obserwowane zjawisko coraz częstsze pojawiania się i utrzymywania stokłosa miękkiej na siedliskach segetalnych stało się przesłanką do przeprowadzenia badań, których celem była charakterystyka wybranych cech morfometrycznych populacji *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* rosnących w różnych siedliskach użytkowanych rolniczo i określenie ich zmienności w zależności od zajmowanych stanowisk.

MATERIAŁ I METODY

Badania terenowe przeprowadzono w sezonie wegetacyjnym 2011 r., w północno-wschodniej części województwa łódzkiego, na terenie gminy Grabów (powiat łęczycki). Materiał roślinny zebrano z pięciu stanowisk zlokalizowanych w miejscach liczego występowania *Bromus hordeaceus* (powyżej 10% pokrycia), zróżnicowanych pod względem warunków glebowych i użytkowania rolniczego (Tab. 1). Z każdej z pięciu wybranych populacji stokłosa miękkiej zebrano losowo po 30 okazów w czasie, gdy większość nasion osiągnęła dojrzałość woskową lub pełną. Na podstawie analizy cech diagnostycznych (SMITH 1968, 1980; ZAJĄC 1996; SPALTON 2001) okazy zebrane ze wszystkich stanowisk zidentyfikowano jako *Bromus hordeaceus* L. subsp. *hordeaceus* (= *B. mollis* L. s. stricto).

Tabela 1. Wykaz badanych stanowisk *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus*
Table 1. List of studied sites of *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus*

Kod stanowiska Site code	Stanowisko Locality	Współrzędne geograficzne Co-ordinates	Siedlisko/klasa gleby Habitat/soil	Data zbioru Collection date
J	Sobótka Kolonia	N 52°10'15,2" E 19°2'59,0"	uprawa jęczmienia ozimego / IVb winter barley / IVb	12.06.2011
P	Ksawerów	N 52°10'5,5" E 19°1'42,7"	uprawa pszenicy jarej / V spring wheat / V	21.06.2011
K	Ksawerówek	N 52°10'2,2" E 19°2'2,2"	wieloletnia uprawa kostrzewy czerwonej / IIIb long-term cultivation of red fescue / IIIb	21.06.2011
U	Jastrzębia	N 52°10'33,7" E 18°58'50,2"	jednoroczny ugór / VI one-year fallow / VI	21.06.2011
M	Ksawerów	N 52°9'59,9" E 19°1'55,6"	miedza między uprawą żyta ozimego a pastwiskiem / IIIa balk between a winter rye and pasture / IIIa	12.06.2011

Zmienność stokłosa miękkiej zbadano pod względem siedmiu cech morfologicznych (Tab. 2). Użyte dane morfologiczne poddano analizie statystycznej przy użyciu pakietu STATISTICA 9.0. Obliczono podstawowe charakterystyki cech: średnią arytmetyczną (\bar{x}), wartość minimalną i maksymalną, odchylenie standardowe (SD) i współczynnik zmienności (CV). Zgodność rozkładu badanych cech morfologicznych z rozkładem normalnym sprawdzono testami Shapiro-Wilka i Kołmogorowa-Smirnowa. Jednorodność

Tabela 2. Lista badanych cech *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus*
Table 2. List of studied traits of *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus*

Kod (code)	Cecha (trait)
DP	długość źdźbła – height of straw (cm)
DF	długość źdźbła do liścia flagowego – height of straw up to flag leaf (cm)
DW	długość wiechy – length of panicle (cm)
LO	liczba odgałęzień w wieszce – number of panicle branches
LK	liczba kłosek w wieszce – number of spikelets in one panicle
LP	liczba pędów w kępie – number of shoots in one tuft
HK	wysokość kępy – height of tuft (cm)

wariancji wybranych cech w badanych populacjach weryfikowano testem Levene'a. W celu ustalenia, które z badanych cech morfologicznych różnicują istotnie statystycznie poszczególne populacje zastosowano analizę wariancji dla klasyfikacji pojedynczej (ANOVA) wraz z statystyką F . Zależności pomiędzy zmiennymi testowano współczynnikiem korelacji Spearmana. Analiza składowych głównych (PCA) posłużyła do oceny zmienności wewnątrz poszczególnych populacji i między nimi (VAN EMDEN 2008).

WYNIKI

Badane populacje *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* rosnące na siedliskach rolniczych były zróżnicowane morfologicznie (Ryc. 1). Na podstawie obliczonych współczynników F stwierdzono, że wszystkie badane cechy różnicują istotnie statystycznie badane populacje, a najwyższymi wartościami statystyki F charakteryzowały się następujące cechy: wysokość kępy (HK), długość pędu generatywnego (DP) i długość pędu od węzła krzewienia do liścia flagowego (DF; Tab. 3).

Najbardziej okazałe osobniki stokłosa miękkiej rosły w zasiewach zbóż, a najwyższą średnią wysokość kępy (HK; 126,2 cm) zanotowano w populacji z jęczmienia ozimego (Ryc. 1, Tab. 4). Pozostałe populacje charakteryzowały się niższymi kępami, a najbardziej zbliżone do siebie były osobniki rosnące na miedzy i w uprawie kostrzewy czerwonej. Najmniejsze osobniki rosły na ugorze, osiągnęły średnią wysokość kępy (HK) zaledwie 40,34 cm. Jednocześnie porównywane populacje charakteryzowały się najniższą zmiennością tej cechy (Tab. 4).

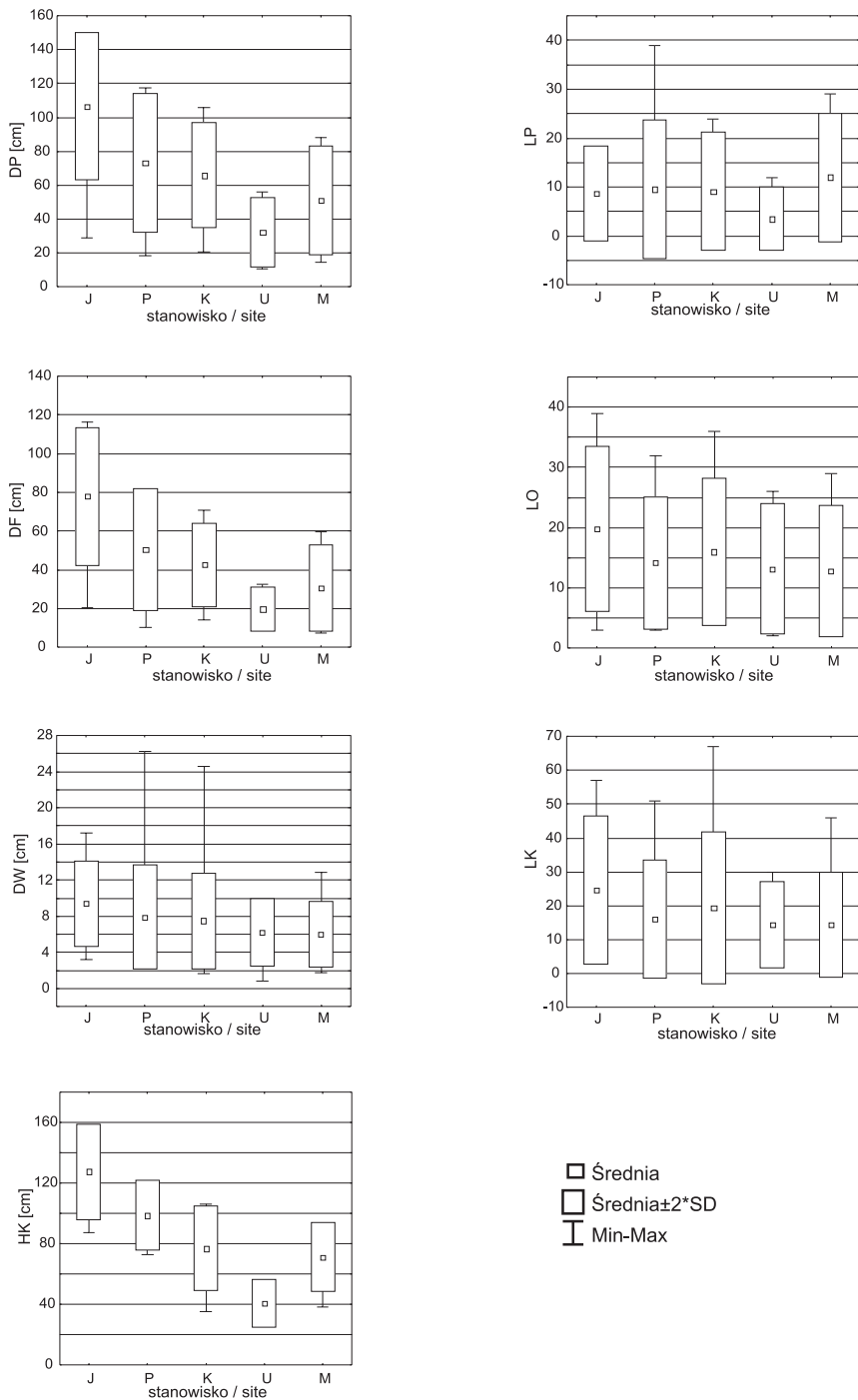
Długość pędu generatywnego (DP) i długość pędu od węzła krzewienia do liścia flagowego (DF) także były zróżnicowane (Ryc. 1). Najwyższe średnie wartości tych cech zanotowano w populacji stokłosa miękkiej rosnącej w jęczmieniu (odpowiednio: 106,55 i 75,43 cm; Tab. 4). Najniższe okazy stokłosa rosły na ugorze (DP średnio 32,46 cm; DF średnio 19,74 cm). Badane populacje stokłosa miękkiej charakteryzowały się niewielką wewnątrzpopulacyjną zmiennością tych cech (Ryc. 1).

Osobniki *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* rosnące na miedzy były najbardziej rozkrzewione, miały najwyższą średnią liczbę pędów w kępie (LP) – 11,97. Osobniki z populacji w zbożach i uprawie kostrzewy były mniej rozkrzewione, a najmniej pędów w kępie

Tabela 3. Wartości statystyki F jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) obliczone dla badanych cech morfologicznych *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* (* $p < 0,05$)

Table 3. Results of variance analysis (ANOVA), the F -statistic for studied morphological traits of *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* (* $p < 0,05$)

Cecha (trait)	F
DF	216,56*
DW	27,55*
DP	196,67*
LK	14,91*
LO	14,87*
LP	8,83*
HK	205,98*



Ryc. 1. Zakresy zmienności analizowanych cech *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus*

Fig. 1. Ranges of variation of selected traits of *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus*

Tabela 4. Charakterystyka biometryczna populacji *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* oraz zmienność ich cech. Średnia arytmetyczna (x), minimum, maksimum (min, max), odchylenie standardowe (SD), współczynnik zmienności (CV). Objasnienia skrótów w Tabeli 1 i 2

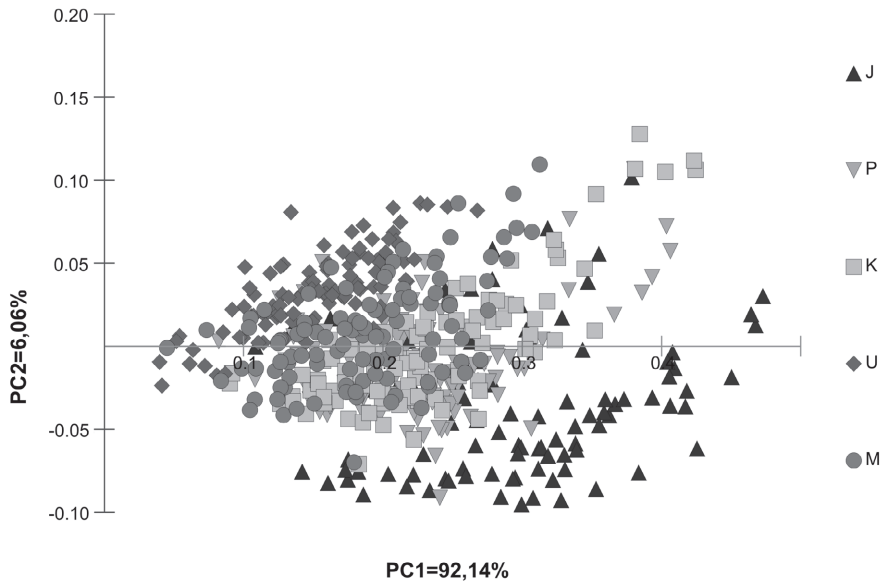
Table 4. Biometric characteristic of populations of *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* and their variability. Arithmetic means (x), minimum, maximum (min, max), standard deviation (SD) and variation coefficients (CV) of the investigated traits. Abbreviations as in Table 1 and 2

Cecha Feature		Stanowisko Locality				
		J	P	K	U	M
DP	x	106,55	73,19	65,98	32,46	51,24
	min	28,90	18,50	20,60	10,70	14,30
	max	150,20	117,30	106,10	55,80	87,90
	SD	21,66	20,57	15,55	10,21	16,09
	CV	20,33	28,10	23,56	31,47	31,39
DF	x	75,43	50,45	42,65	19,74	30,73
	min	20,30	10,20	14,10	8,80	7,30
	max	116,20	80,60	70,80	32,60	59,60
	SD	17,77	15,69	10,80	5,64	11,08
	CV	22,81	31,11	25,32	28,57	36,06
DW	x	9,11	7,92	7,49	6,26	6,03
	min	3,20	2,40	1,70	0,80	1,80
	max	17,20	26,20	24,60	9,90	12,90
	SD	2,35	2,88	2,66	1,86	1,81
	CV	24,99	36,34	35,48	29,79	30,01
LO	x	18,49	14,16	16,00	13,21	12,81
	min	3,00	3,00	4,00	2,00	3,00
	max	39,00	32,00	36,00	26,00	29,00
	SD	6,87	5,50	6,09	5,39	5,43
	CV	34,67	38,83	38,09	40,82	42,38
LK	x	22,21	16,05	16,91	14,40	14,48
	min	3,00	3,00	4,00	2,00	3,00
	max	57,00	51,00	67,00	30,00	46,00
	SD	10,92	8,73	11,23	6,38	7,74
	CV	44,16	54,41	57,65	44,28	53,47
LP	x	7,05	9,57	9,17	3,50	11,97
	min	1,00	3,00	2,00	1,00	2,00
	max	18,00	39,00	24,00	12,00	29,00
	SD	4,89	7,07	6,07	3,22	6,54
	CV	56,24	73,90	66,21	92,12	54,62
HK	x	126,20	98,37	76,61	40,34	70,89
	min	87,30	72,30	35,00	25,70	38,20
	max	150,20	117,30	106,10	55,80	87,90
	SD	15,72	11,53	13,96	7,86	11,31
	CV	12,35	11,72	18,22	19,48	15,96

Tabela 5. Wartości korelacji Spearmana dla badanych cech morfometrycznych *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus*. Wartości pogrubione są istotne dla $p < 0,05$. Objasnienia skrótów w Tabeli 2

Table 5. Values of correlation (Spearman coefficient) for studied morphological traits of *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus*. Values in bold are significant for $p < 0,05$. Abbreviations as in Table 2

Jęczmień ozimy (winter barley)							
	DP	DF	DW	LO	LK	LP	HK
DP							
DF	0,92						
DW	0,16	0,44					
LO	0,46	0,67	0,94				
LK	0,62	0,76	0,84	0,97			
LP	0,16	0,46	0,97	0,91	0,80		
HK	0,52	0,48	-0,21	-0,04	0,05	-0,03	
Pszenvica jara (spring wheat)							
	DP	DF	DW	LO	LK	LP	HK
DP							
DF	0,90						
DW	0,38	0,64					
LO	0,52	0,74	0,98				
LK	0,56	0,69	0,91	0,96			
LP	0,41	0,68	0,92	0,89	0,81		
HK	0,23	0,22	0,07	0,11	0,13	0,34	
Kostrzewa czerwona (red fescue)							
	DP	DF	DW	LO	LK	LP	HK
DP							
DF	0,74						
DW	0,49	0,79					
LO	0,67	0,84	0,96				
LK	0,77	0,83	0,90	0,98			
LP	0,43	0,73	0,94	0,88	0,81		
HK	0,14	0,26	0,31	0,25	0,20	0,56	
Ugór (one-year fallow)							
	DP	DF	DW	LO	LK	LP	HK
DP							
DF	0,86						
DW	0,80	0,95					
LO	0,86	0,96	0,98				
LK	0,87	0,95	0,97	0,99			
LP	0,70	0,90	0,97	0,93	0,92		
HK	0,55	0,71	0,79	0,72	0,71	0,89	
Miedza (balk)							
	DP	DF	DW	LO	LK	LP	HK
DP							
DF	0,94						
DW	0,54	0,75					
LO	0,63	0,79	0,98				
LK	0,64	0,76	0,92	0,97			
LP	0,43	0,63	0,93	0,92	0,89		
HK	0,16	0,24	0,43	0,44	0,45	0,70	



Ryc. 2. Obraz graficzny analizy głównych składowych PCA obliczonej dla pięciu populacji *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus*. Objasnienia skrótów w Tabeli 1

Fig. 2. Principal Component Analysis (PCA). Scatter diagram of samples from five populations of *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus*. Abbreviations as in Table 1

miały osobniki stokłosy rosnące na ugorze (średnio 3,5) i różniły się istotnie od pozostałych. Liczba pędów w kępie była też cechą bardzo zmienną w obrębie każdej z populacji, stwierdzono tu największą zmienność ($CV = 92,12$) wśród wszystkich badanych cech w wszystkich populacjach (Tab. 4).

Najdłuższe ($DW = 9,11$ cm) i najbardziej rozgałęzione ($LO = 18,49$) wiechy miały okazy rosnące w jęczmieniu, najkrótsze (6,3 cm) i najmniej rozgałęzione (12,81) stwierdzono u osobników zebranych z miedzy. Niskie wartości tych cech zanotowano także w populacji ugorowej ($DW = 6,26$ cm; $LO = 13,21$). Cechy te charakteryzowały się dość dużą zmiennością w badanych populacjach (Ryc. 1, Tab. 4).

Największą liczbę kłosek w wieszce (LK) zanotowano u osobników stokłosy zebranych z jęczmienia ozimego (22,21), najmniejszą u rosnących na miedzy (14,48) i na ugorze (14,4). Populacje z kostrzewy czerwonej i pszenicy jarej charakteryzowały się zbliżonymi wartościami tej cechy (Ryc. 1, Tab. 4). Liczba kłosek była bardzo zmienna w populacjach, zwłaszcza w populacji rosnącej w kostrzewie ($CV = 57,65$).

Badane cechy morfologiczne w przeważającej części były skorelowane dodatnio (Tab. 5). Analiza współczynników korelacji wykazała we wszystkich badanych populacjach najsilniejszą zależność ($r \geq 0,90$) między liczbą odgałęzień bocznych w wieszce (LO) a liczbą kłosek wieszce (LK), oraz całkowitą długością źdźbła (DP) a długością źdźbła do liścia flagowego (DF). Korelacja silna ($0,7 \leq r \leq 0,89$) wystąpiła między długością wiechy (DW) a liczbą jej odgałęzień (LO) oraz między długością wiechy (DW) a liczbą kłosek w wieszce (LK).

Analiza głównych składowych PCA wykazała, że badane populacje stokłosa miękkiej tworzą odrębne grupy, ale zakresy ich zmienności zachodzą na siebie (Ryc. 2). Cechy takie jak: długość źdźbła (DP) i długość źdźbła do liścia flagowego (DF) są skorelowane z pierwszą składową główną (PC 1) i najlepiej różnicują badane populacje, natomiast długość wiechy (DW), liczba odgałęzień bocznych wiechy (LO) i liczba kłosek w wiesze (LK) skorelowane są z drugą składową główną (PC 2). Pierwsza oś wyjaśnia aż 92,14% zmienności, natomiast druga oś wyjaśnia jedynie 6,06% całkowitej zmienności analizowanych cech morfologicznych.

DYSKUSJA

Zmienność morfologiczna, duża zdolność adaptacji ekologicznej i łatwość przystosowywania się do zmieniających się i często niekorzystnych warunków stanowią istotę ekspansywności wielu gatunków traw (MIZIANTY 1995; FREY 2010). Jak wskazują wyniki badań, zdarza się, że gatunek wcześniej nie stanowiący zagrożenia dla roślin uprawnych, jak np. *Bromus sterilis* (COUSENS i in. 1988; MILBERG & ANDERSSON 2006; KACZMAREK & ADAMCZEWSKI 2007) czy *Anthoxanthum aristatum* (PINKE i in. 2006; SKRAJNA & SKRZYCZYŃSKA 2007) może zacząć się gwałtownie rozprzestrzeniać i stać uciążliwym chwastem. W ostatnim czasie zaobserwowano także wzrost występowania w zasiewach zbóż gatunków traw uważanych do tej pory za zagrożone i wymierające jak *Avena strigosa* (KORNIK 1997; SKRZYCZYŃSKA i in. 2005) i *B. secalinus* (RZYMOWSKA i in. 2010; KORNIK & DYNOWSKI 2011; SKRAJNA i in. 2012; WĘGRZYNEK & NOWAK 2012).

W uprawach, poza warunkami glebowymi i klimatycznymi, na zmienność osobniczą chwastów wpływ ma gatunek i zwarcie rośliny uprawnej, a także rodzaj i intensywność zabiegów uprawnych (RZYMOWSKA & SKRZYCZYŃSKA 2007; SKRAJNA & SKRZYCZYŃSKA 2007; SKRZYCZYŃSKA i in. 2009; RZYMOWSKA i in. 2010; ZAWIEJA 2010; SKRAJNA i in. 2012). Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* charakteryzuje się wysoką plastycznością fenotypową w zależności od warunków siedliskowych i rodzaju uprawy.

Najlepsze warunki wzrostu i rozwoju *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* osiągał w zasiewach zbóż. Najwyższe były osobniki rosnące w jęczmieniu ozimym, a wiele z nich przewyższało wielkością rośliny uprawne, skutecznie konkurując z nimi o przestrzeń i światło. Miały też najdłuższe i najbardziej rozgałęzione wiechy. Równie okazały osobniki rosły w uprawie pszenicy jarej. Osobniki stokłosa miękkiej zebrane z tych dwu stanowisk niejednokrotnie osiągały wysokość znacznie wyższą niż jest to podawane w literaturze (ZAJĄC 1996; SPALTON 2001) – maksymalnie było to 150,20 cm w uprawie jęczmienia i 117,30 cm w pszenicy. Osiągnięcie takich imponujących rozmiarów ułatwiały stokłosi dobre warunki glebowe, ale także niezbyt zwarte łany zbóż (pokrycie rośliny uprawnej około 80%), w których rosła. Osobniki rosnące na miedzy i w uprawie kostrzewy, mimo żyzniejszych gleb, były nieco niższe i z reguły ich wielkość odpowiadała wartościom z literatury. Wpływ na to miała zapewne większa konkurencja innych roślin na tych stanowiskach, zwłaszcza w uprawie kostrzewy czerwonej, gdzie

pokrycie roślin osiągało niemal 100%. Osobniki rosnące w zbożach, kostrzewie i na miedzy charakteryzowały się także bujnym pokrojem. Pod względem tych cech istotnie od pozostałych różniły się osobniki zebrane z ugoru. Na tym stanowisku rosły najniższe i najmniej rozkrzewione osobniki, a wiele z nich wykształcało pojedyncze źdźbła. O wielkości decydowały zapewne w dużym stopniu warunki glebowe – na ugorze wzrost stokłosa ograniczały bardzo słabe gleby (VI klasa; Tab. 1). Nie jest to zgodne z wnioskami SKRAJNEJ i SKRZYCZYŃSKIEJ (2007), według których chwasty trawiaste rosnące w zwartym łąnie zboża są mniejsze, ponieważ mają znacznie ograniczone warunki rozwoju, zaś na ugorach i odłogach, ze względu na brak zabiegów odchwaszczających i konkurencji ze strony roślin uprawnych mogą osiągnąć ponadprzeciętne rozmiary. W przypadku porównywanych stanowisk stokłosa miękkiej większą rolę odgrywały warunki siedliskowe. Potwierdza to wnioski RZYMOWSKIEJ i in. (2010) oraz SKRAJNEJ i in. (2012), które badały zmienność morfologiczną innego gatunku stokłosa w zależności od zajmowanych siedlisk polnych – *Bromus secalinus*. Autorki te wykazały zależność cech morfologicznych stokłosa żytniej (zwłaszcza wielkości osobników i długości wiechy) od żyzności siedlisk.

Podobnie jak w przypadku *Bromus secalinus* (RZYMOWSKA i in. 2010; SKRAJNA i in. 2012) najbardziej zmienną cechą morfometryczną *B. hordeaceus* subsp. *hordeaceus* okazała się liczba pędów w kępie a najbardziej stałą – wysokość kępy.

Przeprowadzone badania wykazały, że stokłosa miękka posiada cechy ułatwiające jej ekspansję ekologiczną (sensu JACKOWIAK 1999) na siedliskach użytkowanych rolniczo. Gatunek ten charakteryzuje się zmiennością wszystkich analizowanych cech biometrycznych i posiada duże zdolności adaptacyjne. Stopień zmienności morfologicznej analizowanych populacji *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* może być wyrazem dynamicznego rozprzestrzeniania się tego taksonu na siedliskach polnych. Trudno przewidzieć, czy stanie się on taksonem trwale towarzyszącym uprawom, ponieważ dla gatunków krótkotrwałych, jak stokłosa miękka i inne gatunki z tego samego rodzaju, znaczenie mogą mieć sprzyjające warunki pogodowe pojawiające się sezonowo (COUSENS i in. 1988; MORAY i in. 2003; MILBERG & ANDERSSON 2006). Cechy biologii stokłosa miękkiej, jej gwałtowna ekspansja w znacznej części wtórnego zasięgu, a także obserwowana w agroflocenozach ekspansja wielu innych gatunków traw (w tym z rodzaju *Bromus*) powinna skłonić do monitorowania obecności tego gatunku w uprawach i podjęcia dalszych badań nad jego zmiennością i biologią.

LITERATURA

- AINOUCHE M., MISSET M. T. & HUON A. 1996. Pattern of genetic differentiation in two annual brome-grasses, *Bromus lanceolatus* and *B. hordeaceus* (*Poaceae*). – *Plant Systematic and Evolution* **199**: 65–78.
- AINOUCHE M., BAYER R., GOURRET J., DEFONTAINE A. & MISSET M. 1999. The allotetraploid invasive weed *Bromus hordeaceus* L. (*Poaceae*): genetic diversity, origin and molecular evolution. – *Folia Geobot.* **34**: 405–419.
- ANDERSSON L., MILBERG P., SCHÜTZ W. & STEIMANTZ O. 2002. Germination characteristics and emergence time of annual *Bromus* species of differing weediness in Sweden. – *Weed Res.* **42**: 135–147.

- BOMANOWSKA A. 2005. Occurrence of grasses in segetal habitats in the Kampinos National Park (central Poland). – W: L. FREY (red.), Biology of grasses, s. 151–158. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- BOMANOWSKA A. & WITOSŁAWSKI P. 2009. Share and diversity of grasses in synanthropic floras of major towns in Central Poland. – W: L. FREY (red.), Grass research, s. 81–94. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- CAL-IPC 2006. California Invasive Plant Inventory. – Cal-IPC Publications 2006-02. California Invasive Plant Council, Berkeley, CA. Available: www.cal-ipc.org (data wejścia: 20.05.2012).
- CLAYTON W. D., VORONTOVA M. S., HARMAN K. T. & WILLIAMSON H. 2006. GrassBase – The Online World Grass Flora. Available: <http://www.kew.org/data/grasses-db.html>. (data wejścia 21.01.2013).
- COUSENS R., FIRBANK L. G., MORTIMER A. M. & SMITH R. G. R. 1988. Variability in the relationship between crop yield and weed density for winter wheat and *Bromus sterylis*. – J. Appl. Ecol. **28**: 1033–1044.
- CUSSANS G. W., COOPER F. B., DAVIES D. H. K. & THOMAS M. R. 1994. A survey of the incidence of the *Bromus* species as weeds of winter cereals in England, Wales and parts of Scotland. – Weed Res. **34**: 361–368.
- DASTGHEIB F. & POOLE N. 2010. Seed biology of brome grass weeds (*Bromus diandrus* and *B. hordeaceus*) and effects of land management. – New Zealand Plant Protection **63**: 78–83.
- DASTGHEIB F., ROLSTON M. P. & ARCHIE W. J. 2003. Chemical control of brome grasses (*Bromus* spp.) in cereals. – New Zealand Plant Protection **56**: 227–232.
- DĄBKOWSKA T. & ŁABZA T. 2010. Gatunki z rodziny *Poaceae* w uprawach zbóż na wybranych siedliskach Polski południowej w ostatnich 25 latach (1981–2006). – Fragm. Agron. **27**(2): 47–59.
- FREY L. 2010. Grasses in Poland: invincible, but threatened. – Biodiv. Res. Conserv. **19**: 93–102.
- GOERT 2003. Invasive Species in Garry Oak and Associated Ecosystems in British Columbia. – Garry Oak Ecosystems Recovery Team, Victoria, BC. Available: <http://www.goert.ca/> (data wejścia: 21.01.2013).
- HALINIARZ M. & KAPELUSZNY J. 2006. Flora segetalna wybranych parków krajobrazowych na terenie województwa lubelskiego. – Pam. Puł. **143**: 67–74.
- HULTÉN E. & FRIES M. 1986. Atlas of North European vascular plants. North of the Tropic of Cancer **1–3**. s. xvi + 1172. Koeltz Scientific Books, Köningstein.
- JACKOWIAK B. 1999. Modele ekspansji roślin synantropijnych i transgenicznych. – Phytocoenosis **11**(N.S.) Sem. Geobot. **6**: 1–20.
- JUNG M.-J., LIAO G.-I. & KUOH CH.-S. 2006. Notes of alien *Bromus* grasses in Taiwan. – Taiwania **51**(2): 131–138.
- KACZMAREK S. & ADAMCZEWSKI K. 2007. *Bromus sterilis* – chwast ekspansywny, kielkowanie i prognoza szkodliwości. – Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, Sect. E, **62**(2): 18–22.
- KORNIAK T. 1997. *Avena strigosa* (*Poaceae*) in north-eastern Poland. – Fragm. Florist. Geobot. **42**(2): 201–206.
- KORNIAK T. & DYNOWSKI P. 2011. *Bromus secalinus* (*Poaceae*) – zanikający czy rozprzestrzeniający się chwast upraw zbożowych w północno-wschodniej Polsce? – Fragm. Florist. Geobot. Polon. **18**(2): 341–348.
- KORNIAK T. & HOŁDYŃSKI Cz. 1996. Ekspansja chwastów należących do rodziny traw (*Poaceae*) w północno-wschodniej Polsce. – Zesz. Nauk. Akad. Techn.-Roln., Bydgoszcz, Ser. Rolnictwo **196**(38): 95–101.
- KURUS J. 2010. Zachwaszczenie pól sąsiadujących z wieloletnimi odłogami na dwóch typach gleb. – Fragm. Agron. **27**(2): 84–93.

- LATOWSKI K. 2004. Rośliny naczyniowe terenów kolejowych Wielkopolskiego Parku Narodowego. Część I. Skład i właściwości na odcinku Stęszew – Luboń. – *Morena* **11**: 61–84.
- LIANG L., GUANGHUA Z. & AMMANN K. H. 2006. *Bromus* Linnaeus, Sp. Pl. 1: 76. 1753. – *Flora of China* **22**: 371–386.
- MACIEJEWSKI T., PUDEŁKO J. & PALUSZKIEWICZ-FLAK H. 2008. Wpływ czynników siedliskowych i agrotechnicznych na zachwaszczenie pszenicy ozimej i jęczmienia ozimego. – *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* **48**(4): 1453–1457.
- MATUSZKIEWICZ W. 2001. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. *Vademecum Geobotanicum* **3**. s. 537. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- MELANDER B., HOLST N., JENSEN P. K., HANSEN E. M. & OLSEN J. E. 2008. *Apera spica-venti* populations dynamics and its impact on crop yield as affected by tillage, crop rotation and herbicide programmes. – *Weed Res.* **48**: 48–57.
- MILBERG P. & ANDERSSON L. 2006. Evaluating the potential northward spread of two grass weeds in Sweden. – *Acta Agriculturae Scandinavica Sect. B–Soil and Plant Science* **56**: 91–95.
- MIZIANTY M. 1995. Trawy – grupa roślin, która odniosła ewolucyjny sukces. – *Wiad. Bot.* **39** (1–2): 59–70.
- MORAY R., BÜCHSE A. & HURLE K. 2003. *Bromus* species in winter wheat-population dynamics and competitiveness. – *Comm. Appl. Biol. Sci. Ghent University* **8**: 341–352.
- OJA T., OJA T. & ZIMMERMANN K. 2010. Genetic variation of *Bromus hordeaceus* s. lato (*Poaceae*) over its core distribution range. – *Ann. Bot. Fennici* **47**: 161–174.
- PEETERS A., VANBELLINGHEN C. & FRAME J. 2004. Wild and sown grasses. Profiles of a temperate species selection: ecology, biodiversity, and use. s. 314. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Blackwell Publishing, Rome.
- PINKE G., PÁL R., KIRÁLY G., SZENDRÖDI V. & MESTERHÁZY A. 2006. The occurrence and habitat conditions of *Anthoxanthum puelii* Lecoq & Lamotte and other Atlantic-Mediterranean weed species in Hungary. – *J. Plant Dis. Protect.* **20**: 587–596.
- ROLSTON M. P., ARCHIE W. J., REDDY K & DASTGHEIB F. 2003. Grass weed control and herbicide tolerance in cereals. – *New Zealand Plant Protection* **56**: 220–226.
- ROSTAŃSKI A. & WOŹNIAK G. 2007. Trawy (*Poaceae*) występujące spontanicznie na terenie nieużytków przemysłowych. – *Fragm. Florist. Geobot. Polon. Suppl.* **9**: 31–42.
- RZYMOWSKA Z. & SKRAJNA T. 2011. Segetal flora of the Łuków Plain. – *Acta Agrobot.* **64**: 93–108.
- RZYMOWSKA Z. & SKRZYCZYŃSKA J. 2007. Niektóre cechy biologiczne *Agrostemma githago* L. i *Centaurea cyanus* L. w różnych siedliskach Wysoczyzny Siedleckiej. – *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, Sect. E*, **62**(2): 82–89.
- RZYMOWSKA Z., SKRZYCZYŃSKA J. & AFFEK-STARCZEWSKA A. 2010. Występowanie i niektóre cechy morfologiczne *Bromus secalinus* L. w agrocenozach Podlaskiego Przełomu Bugu. – *Fragm. Agron.* **27**(2): 135–144.
- SCHOLZ H. 2008. Some comments on the genus *Bromus* (*Poaceae*) and three new species. – *Willdenowia* **38**: 411–422.
- SKRAJNA T. & SKRZYCZYŃSKA J. 2007. Wybrane cechy biologiczne i występowanie *Anthoxanthum aristatum* Boiss. na Wysoczyźnie Kałuszyńskiej. – *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, Sect. E, Agricultura* **62**: 145–156.
- SKRAJNA T., KUBICKA H. & RZYMOWSKA Z. 2012. Phenotypic variation in relation to seed storage protein polymorphism in *Bromus secalinus* L. (*Gramineae*) populations from north-eastern Poland. – *Pol. J. Ecol.* **60**, 1: 41–55.

- SKRZYZYŃSKA J., ŁUGOWSKA M. & SKRAJNA T. 2009. Wybrane cechy morfologiczne *Polygonum lapathifolium* subsp. *lapathifolium* w zależności od gatunku rośliny uprawnej. – Pam. Puł. **150**: 265–271.
- SKRZYZYŃSKA J., RZYMOWSKA Z. & STACHOWICZ P. 2005. *Avena strigosa* Schreb. w agrocenozach Podlaskiego Przełomu Bugu. – Acta Agrobot. **58**: 243–253.
- SMITH P. M. 1968. The *Bromus mollis* aggregate in Britain. – Watsonia **6**: 327–334.
- SMITH P. M. 1980. *Bromus* 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*), s. 182–189. Cambridge University Press, Cambridge.
- SPALTON L. M. 2001. A new subspecies of *Bromus hordeaceus* L. (*Poaceae*). – Watsonia **23**: 525–531.
- TOWPASZ K. 2007. Trawy (*Poaceae*) w zbiorowiskach synantropijnych Płaskowyżu Kolbuszowskiego. – Fragm. Florist. Geobot. Polon. Suppl. **9**: 43–50.
- VAN EMDEN H. 2008. Statistics for terrified biologists. s. xiii + 343. Blackwell Publishing, USA, UK, Australia.
- WARCHOLIŃSKA A. U. 1996. Flora i roślinność segetalna Parku Krajobrazowego Wzniesień Łódzkich. – Ochr. Przyr. **53**: 131–145.
- WARCHOLIŃSKA A. U. 1997. Flora i roślinność Sulejowskiego Parku Krajobrazowego. Część I. Flora segetalna. – Acta Agrobot. **50**(1–2): 163–180.
- WARCHOLIŃSKA A. U. 2008. Vascular plants flora of the railway grounds of Zduńska Wola. – Folia Biol. Et Oecol. **4**: 95–110.
- WĘGRZYNEK B. 2003. Grasses in segetal communities in the Silesian Upland. – W: L. FREY (red.), Problems of grass biology, s. 495–502. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- WĘGRZYNEK B. & NOWAK T. 2012. *Bromus secalinus* L. na Wyżynie Śląskiej – tendencje dynamiczne w świetle 15 lat obserwacji. – W: M. SZCZEPANIAK & B. PASZKO (red.), X Ogólnopolskie spotkanie naukowe Biologia traw. Materiały konferencji, Kraków, 15–16 listopada 2012, s. 76. Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków.
- WOZIWOŁA B. 2010. Różnorodność gatunkowa flory roślin naczyniowych w różnowiekowych lasach na gruntach porolnych na przykładzie traw. – Studia i Materiały CEPL **12**, 2(25): 405–416.
- ZAJĄC A. & ZAJĄC M. (red.) 2001. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce. s. xii + 714. Nakładem Pracowni Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- ZAJĄC A. & ZAJĄC M. 2007. Fitogeografia traw występujących w Polsce. – W: L. FREY (red.), Księga polskich traw, s. 169–188. Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków.
- ZAJĄC E. U. 1996. Kompleks *Bromus mollis* (*Poaceae*) w Polsce. – Fragm. Florist. Geobot. Polon. **3**: 3–9.
- ZAWIEJA J. 2010. Wybrane cechy biologii *Echinochloa crus-galli* w zależności od miejsca występowania. – Fragm. Agron. **27**(2): 171–176.

SUMMARY

The study was focused on the variability of morphological traits of *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* in various agricultural habitats. The investigations were conducted in central Poland (Grabów municipality, Łódzkie province). Five populations of soft brome were selected for biometric studies (Table 1). From each site, 30 specimens of brome grass were randomly collected. Seven morphological features were analysed (Table 2).

Morphological data were subjected to statistical analysis. Mean values for individual traits, standard deviation, and coefficient of variation were calculated. The data were analysed by one-way analysis of

variance (ANOVA) with F - statistics, and principal component analysis (PCA). Relations between pairs of traits was tested with Spearman's correlation coefficient.

The analysis demonstrated that the studied populations of soft brome vary in terms of selected morphometric traits, both within a single site and between different sites. Individuals from populations growing in winter barley were the highest, had the longest panicles with the highest number of branches, and the highest number of spikelets in one panicle. The shortest tufts with the lowest number of shoots and a short panicle were found on one-year fallow land. Individuals growing on the balk had the highest number of shoots, but the panicles were the shortest and had the lowest number of branches on the panicle. A large variation was observed in the number of shoots in one tuft and number of spikelet in one panicle. The smallest variation was found in the high of tuft. The greatest variation in the analyzed traits was found for the population of soft brome growing on fallow land, and the lowest range of variation in biometric traits was found for the population growing on the balk. The analysis demonstrated that high of straw and high of straw up to flag leaf were traits significantly differentiating all the populations. Analysis of relations between pairs of traits has shown that the majority of them were positively correlated. For all analyzed populations the strongest correlation ($r \geq 0.70$) was found between the number of branches in the panicle and the number of spikelets in one panicle, between the high of the straw and the high of the straw up to flag leaf, between length of the panicle and number of panicle branches, and between length of the panicle and number of spikelets in one panicle.

Study results indicate that *Bromus hordeaceus* subsp. *hordeaceus* is characterised with a high morphological plasticity in agricultural habitats.

Przyjęto do druku: 01.10.2013 r.