

# ZMIENNOŚĆ MORFOLOGICZNA *ELYMUS HISPIDUS* (OPIZ) MELDERIS

Magdalena Szczepaniak

Zakład Systematyki Roślin Naczyniowych, Instytut Botaniki Polskiej Akademii Nauk  
im. W. Szafera, Kraków

## 1 WSTĘP

Perz siny *Elymus hispidus* (Opiz) Melderis [= *Agropyron intermedium* (Host) P. Beauv.] jest gatunkiem stosunkowo rzadkim na terenie Polski, ze względu na specyficzne wymagania siedliskowe. Reprezentuje grupę taksonów tworzących Mediterańsko-Irano-Turański element łącznikowy, które występują od terenów Azji Centralnej do obszaru śródziemnomorskiego [15]. Kozłowska [10] zaliczyła *E. hispidus* do taksonów środkowo-azjatyckich, występujących w Europie południowej i dochodzących na zachodzie do Francji i Hiszpanii. Gatunki te z reguły występują wąskim pasem na terenach polodowcowych i ich zasięg wyznaczony jest północną granicą występowania lessu. We wschodniej części zasięgu *E. hispidus* rośnie głównie w zbiorowiskach stepowych.

*Elymus hispidus* jest gatunkiem charakterystycznym dla muraw kserotermicznych ze związku *Cirsio-Brachypodium pinnati* Hadač et Klika 1944 *emend.* Krausch 1961 i dla zespołu *Thalictro-salvietum pratensis* Medw.-Korn. 1959 [13]. Zespół ten, przypominający tzw. kwietny step łąkowy, jest przede wszystkim rozpowszechniony w Polsce południowej na glebach typu czarnoziem i na rędzinach, a w postaci typowej występuje na Wyżynie Małopolskiej i Wyżynie Zachodniowołyńskiej [13]. *Elymus hispidus* rośnie także w zespołach *Adonio-Brachypodium pinnati* (Libb. 1933) Krausch 1960, uboższym florystycznie niż *Thalictro-salvietum pratensis*, oraz w *Inuletum ensifoliae* Kozł. 1925, który rozwija się na płytkich rędzinach wytworzonych z margli kredowych w Niece Nidziańskiej, na Wyżynie Lubelskiej

i Wyżynie Zachodniowołyńskiej [24]. Rzadziej jest spotykany wśród ciepłych zarośli oraz na skarpach śródpolnych lub przydrożnych. Lokalnie w Polsce południowej i wschodniej jest gatunkiem częstym, opanowującym, przy pomocy długich kłączy, rozległe obszary skrajów pól i dróg, gdzie często tworzy mieszańce z *Elymus repens* [14; własne obserwacje terenowe].

*Elymus hispidus* charakteryzuje się dużą zmiennością cech morfologicznych [3, 23]. Wybitnie zmienną cechą u *E. hispidus* jest owłosienie różnych części rośliny. Na tej podstawie wyróżnia się w jego obrębie jednostki różnej rangi – począwszy od odrębnych gatunków aż do form [3, 8, 9]. Dewey [7] podsumowując wyniki badań eksperymentalnych, przeprowadzonych na populacjach z Iranu, stwierdził, że problem podziału wewnątrzgatunkowego *E. hispidus* jest sprawą „personal taxonomic philosophy”, ale według niego należy ten gatunek traktować jako całość.

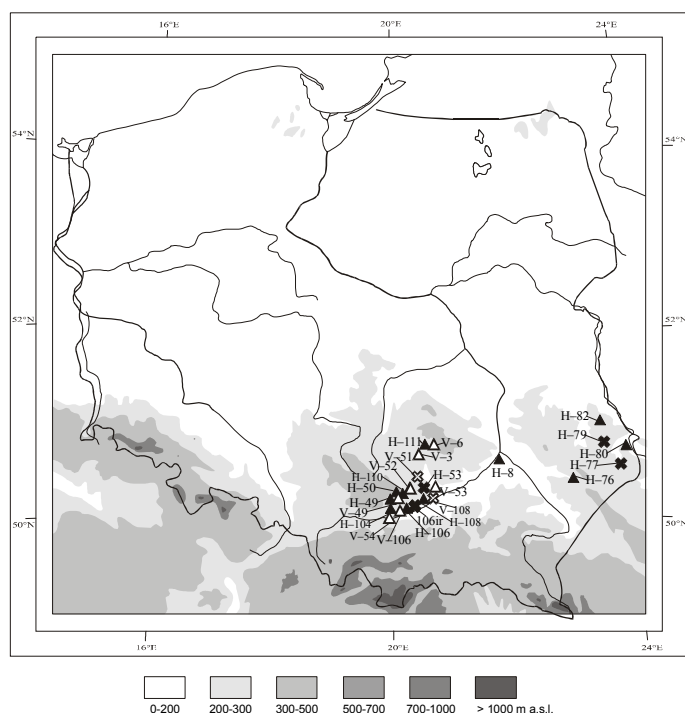
W obrębie *Elymus hispidus* Melderis [14] wyróżnił 5 podgatunków, z których w Polsce występują *E. hispidus* subsp. *hispidus* oraz *E. hispidus* subsp. *barbulatus*. Oba powyższe taksony mają najszersze zasięgi, podczas gdy występowanie pozostałych podgatunków jest ograniczone do niewielkich obszarów Europy.

Aby móc krytycznie odnieść się do różnorodnych ujęć taksonomicznych, głównym celem prezentowanej pracy była rewizja systematyczna polskich przedstawicieli *Elymus hispidus*, oparta głównie na analizach cech morfologicznych, wykonanych za pomocą metod numerycznych. Celem był również szczegółowy opis zmienności między- i wewnątrzpopulacyjnej oraz stwierdzenie występowania bądź braku naturalnych

mieszaićw międygatunkowych *E. hispidus* × *E. repens*.

## 2 MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań różnicowania morfologicznego *Elymus hispidus* został zebrany w latach 1996–2000 na 24 naturalnych stanowiskach na glebach wapiennych oraz na obrzeżach pastwisk i pól, gdzie istniało prawdopodobieństwo występowania mieszaićw międygatunkowych (rys. 1). Całkowicie rozwinięte pędy generatywne zbierano w pełni sezonu wegetacyjnego od początku lipca do końca sierpnia.



Rys. 1. Rozmieszczenie stanowisk badanych prób populacji *Elymus hispidus* (Opiz) Melderis; ▲ – *E. hispidus* var. *hispidus*, △ – *E. hispidus* var. *villosus*, ✕ – *E. ×mucronatus* nvar. *mucronatus*, ⊗ – *E. ×mucronatus* nvar. *tesquicolus*.

*Elymus hispidus* rozmnaża się głównie przez silnie rozgałęzione kłącza i w związku z tym za umowny okaz, spełniający określoną rolę ekologiczną w populacji i środowisku, uznawano każdy przestrzennie ograniczony pęd generatywny (porównaj [26]). Na każdym stanowisku zebrano po 25–30 okazów, w odległości co najmniej 5–6 metrów, które następnie przeanalizowano morfologicznie.

Każdy okaz z populacji lokalnej został szczegółowo przeanalizowany z uwzględnieniem 41 cech ilościowych i 20 jakościowych (dokład-

ny opis w pracy [25]). Pomiary cech kłosa i kłoska wykonano analogicznie jak w pracy [26]. Do analizy włączono rośliny w pełni rozwinięte i nie zniszczone. Ogółem biometrycznie zbadano 627 okazów *E. hispidus* pod kątem powyższych cech makro-morfologicznych. Uzyskane dane były podstawą analiz statystycznych.

Kłoski, plewy i plewki mierzono przy użyciu mikroskopu binokularnego firmy Nikon, z dokładnością do 0,01 mm.

Tabela 1. Cechy morfologiczne i ich skróty, wyodrębnione na podstawie analiz różnicowania wewnątrzgatunkowego *Elymus hispidus*.

Skrót cechy	Opis cechy
<b>ilościowe</b>	
DŻ	długość źdźbła
DK	długość kłosa
LWK	liczba węzłów kłosa
DM	długość międzywęzła w środkowej części kłosa
DKł/DM	długość kłoska środkowego / do długości międzywęzła powyżej niego
DPD	długość plewy dolnej
DPD/SzPD	długość plewy dolnej / do szerokości plewy dolnej („kształt”)
DPD/DKł	długość plewy dolnej / do długości kłoska środkowego
DPG	długość plewy górnej
DOPG	długość ości plewy górnej
DPG/DPD	długość plewy górnej / do długości plewy dolnej
DLeM	długość plewki dolnej
DOLeM	długość ości plewki dolnej
DPał	długość plewki górnej
DPał/SzPał	długość plewki górnej / do szerokości plewki górnej („kształt”)
<b>jakościowe</b>	
OwłPD	owłosienie plew (0 – brak owłosienia; 1 – plewy owłosione)
SzczLem	kształt szczytu plewki dolnej (0 – tępy; 1 – ostro zakończony)
SzczPD	kształt szczytu plew (1 – ścięte albo tępo zakończone, 2 – ostro zakończone bez ości, 3 – ostro zakończone z ością)

Analiza składowych głównych (*Principal Component Analysis* – PCA), oparta na macierzy korelacji cech morfologicznych [20], została przeprowadzona w celu stwierdzenia, czy zredukowany zbiór zmiennych (cech), wysoko skorelowanych z trzema pierwszymi głównymi składowymi, w sposób taksonomicznie istotny

grupuje badane populacje *Elymus hispidus*. Do PCA włączono, oprócz cech ilościowych, 2 cechy jakościowe, binarne, które okazały się cechami diagnostycznymi (tab. 1). Statystyczne metody wielowymiarowe są w dużym stopniu odporne na małe odstępstwa od rozkładu normalnego [11] i dlatego włączenie jednej lub dwóch cech jakościowych do podstawy analizy eksploracyjnej jest akceptowane. W PCA nie zakłada się żadnych grup *a priori*, a skupienia poszczególnych okazów z populacji tworzone są na podstawie cech (zmiennych), które wnoszą największy udział do wyjaśniania istniejącej zmienności w obrębie gatunku.

Jednoczynnikowa analiza wariancji (*one-way Analysis of Variance*; *one-way ANOVA*) została przeprowadzona w następnym etapie analizy morfometrycznej, aby przetestować hipotezę zerową, mówiącą o braku różnic pomiędzy średnimi dla cech pozwalających wyodrębnić taksonomiczne jednostki wewnątrzgatunkowe w obrębie *Elymus hispidus* oraz mieszańce międzygatunkowe [21]. Poziom istotności zmierzono testem najmniejszych istotnych różnic (NIR) oraz testem Tukeya.

W etapie końcowym zastosowano analizę dyskryminacji (*Discriminant Analysis* – DA) [20], która w odróżnieniu od ANOVA, pozwala porównywać wielowymiarowe grupy zmiennych. Do DA, z użyciem procedury postępującej krokowej, włączono cechy ilościowe i z większą dokładnością testowano wyniki uzyskane w ANOVA.

Zróznicowanie wewnątrz- i międzypopulacyjne *Elymus hispidus* oraz mieszańców przedstawiono na diagramach rozrzutu okazów w układach par cech ilościowych, gdzie zmiennymi grupującymi były diagnostyczne cechy jakościowe.

Analizy numeryczne cech biometrycznych wykonano przy użyciu pakietu programów *STATISTICA PL* (StatSoft Inc.).

### 3 WYNIKI

#### 3.1 Zmienność wewnątrzgatunkowa *Elymus hispidus*

Po wstępnym przeanalizowaniu zebranego materiału populacyjnego w PCA stwierdzono, że przypuszczalnie niektóre populacje mają charakter mieszańcowy pomiędzy *Elymus hispidus* i *E. repens*. W związku z tym do PCA, oprócz

typowych populacji *E. hispidus*, wprowadzono również populacje mieszańcowe (H-53, H-77, H-79, 106ir, T-51 oraz T-108, rys. 2, 3) oraz 4 wybrane populacje *E. repens* (R-8, R-49, R-75 i R-106), które rosły razem z *E. hispidus* w tych samych siedliskach i prawdopodobnie między nimi dochodziło do krzyżowania międzygatunkowego.

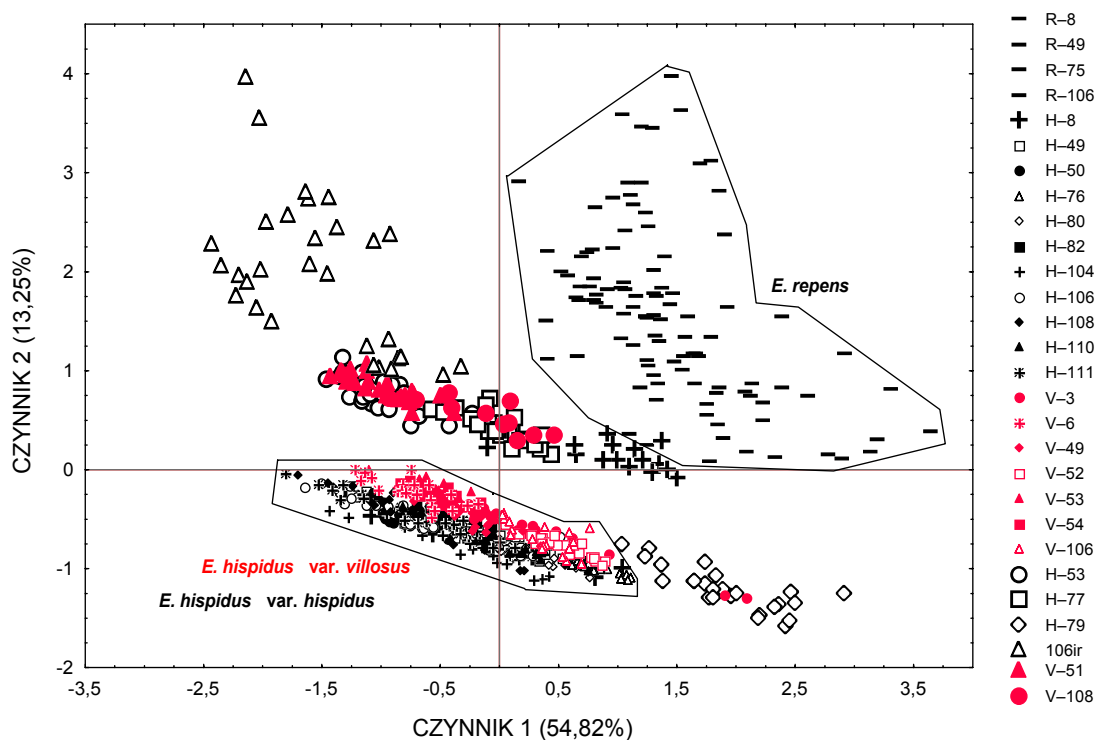
Wykazano, że 8 cech morfologicznych – 2 jakościowe (SzczLem i OwłPD) i 6 ilościowych (DPG, DOPG, DO Lem, DPD/SzPD, DPD/DKł oraz DPal/SzPal (tab. 2), w najwyższym stopniu odróżniały badane populacje *Elymus hispidus*. Wytypowane w PCA trzy czynniki wyjaśniały łącznie 78,77% całkowitej zmienności cech, z czego pierwszy czynnik opisywał 54,82%, drugi – 13,25%, natomiast trzeci – 10,70% zróżnicowania.

Tabela 2. Wyniki analizy składowych głównych (PCA) dla okazów *Elymus hispidus*, *E. repens* oraz mieszańców – wyjaśniana wariancja oraz ładunki czynnikowe dla 8 cech i 3 czynników. Pogrubiona czcionką zaznaczono wartości korelacji cech z czynnikami o  $r \geq 0,60$ . Skróty cech w tabeli 1.

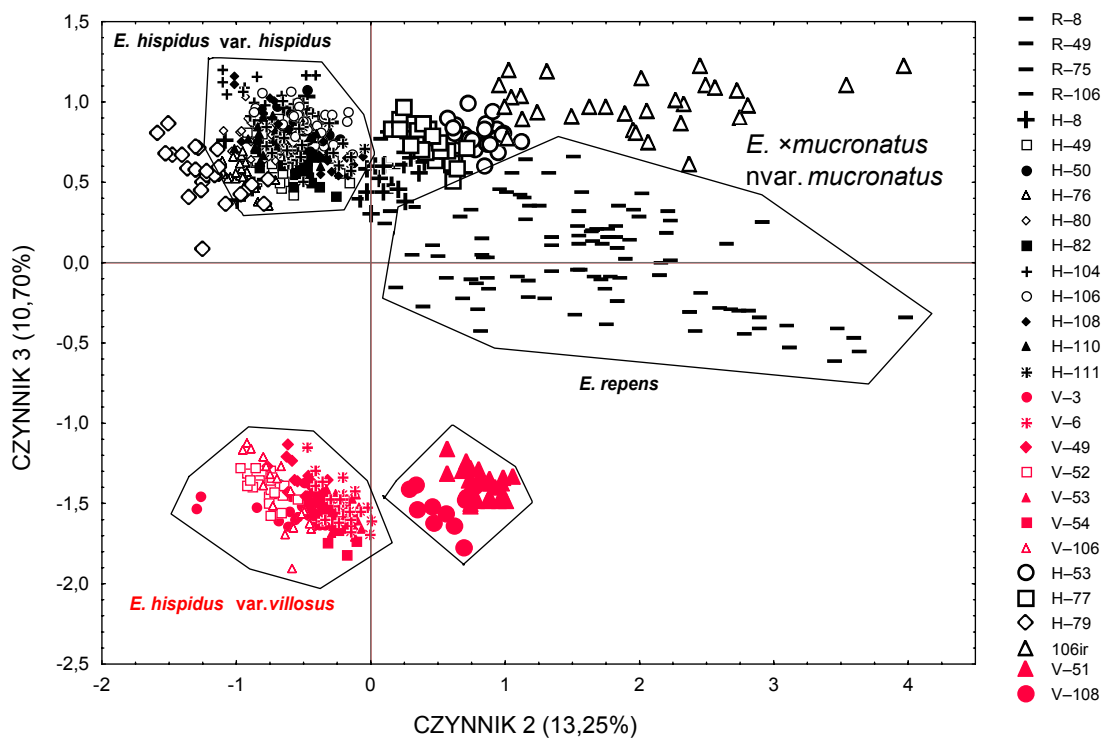
	Czynnik 1	Czynnik 2	Czynnik 3
Wyjaśniana wariancja (%)	54,82	13,25	10,70
Cechy	Ładunki czynnikowe		
DPD/SzPD	<b>0,86</b>	0,30	0,11
OwłPD	-0,19	-0,15	<b>-0,95</b>
SzczLem	0,20	<b>0,83</b>	0,10
DPG	<b>0,77</b>	0,09	0,31
DOPG	0,51	<b>0,68</b>	-0,01
DPD/DKł	<b>0,81</b>	0,34	0,02
DO Lem	0,21	<b>0,89</b>	0,16
DPal/SzPal	<b>0,79</b>	0,24	0,10

Z czynnikiem 1 silnie dodatnio skorelowane były cechy: kształtu plewy dolnej (DPD/SzPD), stosunku długości plewy dolnej do długości kłosa (DPD/DKł), kształtu plewki górnej (DPal/SzPal) oraz długości plewy górnej (DPG) (tab. 2, rys. 2).

Na diagramie rozrzutu powyższe cechy odróżniają okazy *Elymus hispidus* od *E. repens* oraz od mieszańców międzygatunkowych. W układzie cech związanych z czynnikiem 1 (tab. 2) mieszańce są podobne do *E. hispidus*. Jedynie populacja mieszańcowa H-79 pod względem tych cech jest podobna do *E. repens* (rys. 2).



Rys. 2. Analiza składowych głównych (PCA) – diagram rozrzutu okazów prób populacji *Elymus hispidus*, *E. repens* oraz mieszańców względem czynnika 1 i 2; — — *E. repens*; czarny kolor (mniejsze symbole) – *E. hispidus* var. *hispidus*; szary (mniejsze symbole) – *E. hispidus* var. *villosus*; czarny (większe symbole) – *E. ×mucronatus* nvar. *mucronatus*; szary (większe symbole) – *E. ×mucronatus* nvar. *tesquicolus*. Poszczególne populacje zaznaczono odrębnymi symbolami graficznymi znajdującymi się w legendzie. Miejsca zbioru prób na rys. 1.



Rys. 3. Analiza składowych głównych (PCA) – diagram rozrzutu okazów prób populacji *Elymus hispidus*, *E. repens* oraz mieszańców względem czynnika 2 i 3; — — *E. repens*; czarny kolor (mniejsze symbole) – *E. hispidus* var. *hispidus*; szary (mniejsze symbole) – *E. hispidus* var. *villosus*; czarny (większe symbole) – *E. ×mucronatus* nvar. *mucronatus*; szary (większe symbole) – *E. ×mucronatus* nvar. *tesquicolus*. Poszczególne populacje zaznaczono odrębnymi symbolami graficznymi znajdującymi się w legendzie. Miejsca zbioru prób na rys. 1.

Natomiast z czynnikiem 2 silnie dodatnio były związane: długość ości (DOLem) i kształt szczytu plewki dolnej (SzczLem) oraz długość ości plewy górnej (DOPG). Względem niego wyraźnie wyróżniały się „czyste” populacje *Elymus hispidus* o tępych, bezostnych albo z krótką ostką (mukro) plewkach dolnych oraz tępych, bezostnych plewach. Przeciwny kraniec zmienności w tym układzie cech zajmowały populacje *E. repens* o mniej lub bardziej ościstych i ostro zakończonych plewkach dolnych oraz plewach. Pomiedzy gatunkami rodzicielskim grupowały się populacje mieszańcowe, które pod względem cech skorelowanych z czynnikiem 2 były podobne do *E. repens* (rys. 2, tab. 2).

Owłosienie plew (OwłPD) było bardzo silnie ujemnie skorelowane z czynnikiem 3 (tab. 2) i względem niego wyodrębniły się 2 grupy „czystych” populacji *Elymus hispidus*: pierwsza o nieowłosionych plewach *E. hispidus* var. *hispidus* oraz grupa „czystych” populacji o gęsto owłosionych plewach *E. hispidus* var. *villosus* (rys. 3). Stwierdzono, że taksony wyróżniane w obrębie *E. hispidus*, występujące na terenie Polski, różnią się tylko obecnością owłosienia plew i plewek dolnych bądź jego brakiem, i cecha ta nie jest wysoko skorelowana z innymi cechami.

Jednocześnie w czasie badań terenowych obserwowano występowanie okazów o owłosionych i nieowłosionych kłosach rosnących obok siebie, w tych samych siedliskach. Prawdopodobne jest również krzyżowanie się obu odmian *Elymus hispidus*, ponieważ w miejscach, gdzie rosły razem, zaobserwowano pojedyncze włoski na plewach i plewkach dolnych u niektórych okazów.

Zestawienie wyników ANOVA i DA dowiodło, że cechy ilościowe nie odróżniają jednoznacznie morfotypów *Elymus hispidus* (z wyłączeniem mieszańców) (tab. 3). Średnie wartości długości międzywęzła (DM), kształtu plewy dolnej (DPD/SzPD) oraz stosunku długości plewy dolnej do długości kłosa (DPD/DK1) nie różnią istotnie obu grup, wyodrębnionych w PCA (tab. 3; wartości *F*). Dodatkowo analiza dyskryminacji wykazała, że również pozostałe cechy posiadają słabą moc wyróżniającą oba morfotypy (tab. 3; wartości cząstkowej *lambda* Wilksa). Natomiast bardzo wyraźnie odmiany różnią się owłosieniem plew i plewek dolnych, co wykazano w PCA (rys. 3).

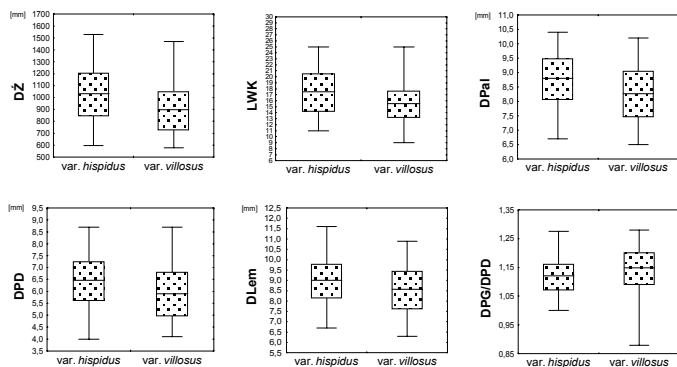
Tabela 3. Wyniki analizy wariancji i analizy dyskryminacji dla 2 odmian (morfotypów) (*df* = 1) i 442 typowych okazów (*df* = 440) *Elymus hispidus*. \* – cechy istotne statystycznie w ANOVA z *p* < 0,05. Skróty cech w tabeli 1.

Cechy	F	<i>p</i>	<i>lambda</i> Wilksa	cząstkowa <i>lambda</i> Wilksa	<i>p</i>
DŻ	69,38 *	0,00	0,69	0,97	0,0003
LWK	52,97 *	0,00	0,72	0,93	0,0000
DPal	51,88 *	0,00	0,71	0,95	0,0000
DK1/DM	39,91 *	0,00	0,67	0,99	0,0466
DPG/DPD	34,69 *	0,00	0,67	0,99	0,2302
DK	11,78 *	0,00	0,72	0,92	0,0000
DPD	54,16 *	0,00	0,67	0,98	0,0096
DLeM	35,92 *	0,00	0,66	0,99	0,9629
DM	–	0,97	0,68	0,98	0,0018
DPD/SzPD	–	0,52	0,69	0,97	0,0002
DPD/DK1	–	0,56	0,67	0,99	0,2303

Owłosienie górnej powierzchni liścia było bardzo zmienne u obu odmian *Elymus hispidus* i nie wykazywało ścisłych korelacji z innymi cechami; liście mniej lub bardziej owłosione występowały zarówno u roślin o owłosionych kłoskach jak i u roślin o kłoskach nieowłosionych.

Cechy ilościowe słabo odróżniały morfotypy *Elymus hispidus* – średnie wartości długości źdźbła (DŻ), liczby węzłów z kłoskami w kłosie (LWK), długość plewki dolnej (DPal), długość plewy dolnej (DPD), długość plewki dolnej (DLeM) oraz stosunek długości plewy górnej do dolnej (DPG/DPD) są nieco większe u *E. hispidus* var. *hispidus*, jednak w zakresie odchyłeń standardowych oraz wartości minimalnych i maksymalnych zachodzą na siebie (rys. 4). Cechy te są istotnie różne statystycznie, jednak ze względów praktycznych nie można ich zastosować do wyróżnienia odmian *E. hispidus* bez uwzględnienia cech jakościowych, opisujących stopień owłosienia plew.

Na podstawie własnych wyników oraz wcześniejszych badań dotyczących zróżnicowania *Elymus hispidus* [2, 3, 9], ze względu na możliwość krzyżowania i brak izolacji genetycznej pomiędzy morfotypami, wysoką płodność pyłku, wytwarzanie nasion przez mieszańce oraz brak barier geograficznych i siedliskowych, uznano, że *E. hispidus* powinien być traktowany jako jeden gatunek.



Rys. 4. Średnie arytmetyczne, odchylenia standardowe, minimum i maksimum 6 cech (DŻ, LWK, DPAl, DPD, DLem i DPG/DPD), charakteryzujących odmiany *Elymus hispidus* – var. *hispidus* i var. *villosus*. Skróty cech w tabeli 1.

Ponieważ owłosienie zachowuje się w kulturach eksperymentalnych, co znaczy, że jest warunkowane genetycznie, dla praktycznych potrzeb taksonomicznych zaproponowano wyodrębnienie wewnątrzgatunkowych odmian *Elymus hispidus* występujących w Polsce: *Elymus hispidus* (Opiz) Melderis var. *hispidus*, o nieowłosionych plewach i plewkach dolnych oraz *E. hispidus* (Opiz) Melderis var. *villosus* (Hackel) Assadi, o miętko i gęsto owłosionych na całej powierzchni plewach i plewkach dolnych owłosionych w górnej części. Pomędzy tymi odmianami często spotykane są formy pośrednie.

### 3.2 Zmienność wewnątrzpopulacyjna *Elymus hispidus*

#### 3.2.1 Mieszkańce międzygatunkowe *Elymus hispidus* × *Elymus repens*

Na diagramie rozrzutu (rys. 2, 3) wyraźnie odróżniają się pośrednie okazy mieszańcowe pomiędzy *Elymus hispidus* i *E. repens*. Generalnie mieszańce morfologicznie są nieco bardziej podobne do *E. hispidus* niż do *E. repens*. Odróżniają się one jednak od obu morfotypów *E. hispidus* zaostrzonym szczytem plewki dolnej (SzczLem), często przechodzącym w ośc różnej długości (np. w populacji 106ir długość ości dochodziła do 13,2 mm). Mieszkańce od rodziców odróżnia także kształt szczytu plew (SzczPD), wykazujący duże zróżnicowanie (o podobnym kształcie jak u *E. hispidus*, ścięte albo poszarpane na szczycie, aż do bardziej wydłużonych i zastrzonych, o wydatniejszym kilu). Również cechy ilościowe, wyróżnione na podstawie PCA,

istotnie odróżniają mieszańce od odmian *E. hispidus*, co wykazano w ANOVA i DA (tab. 4).

Tabela 4. Wyniki analizy wariancji i analizy dyskryminacji dla odmian *Elymus hispidus* i mieszańców (4 grupy, df = 3) i 627 okazów łącznie (df = 623). \* – cechy istotne statystycznie w ANOVA z  $p < 0,05$ . Skróty nazw cech w tabeli 1.

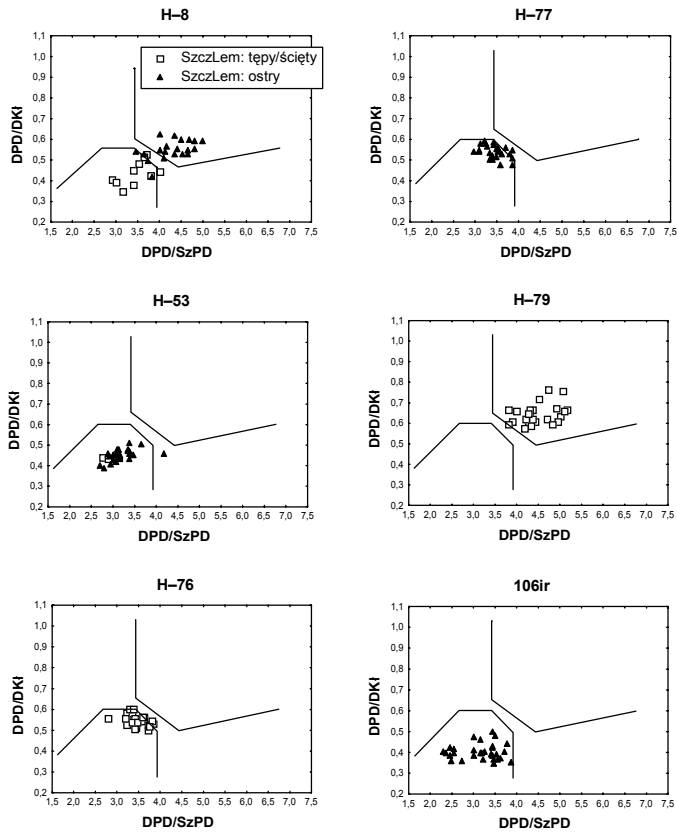
Cechy	<i>F</i>	<i>p</i>	lambda Wilksa	cząstkowa lambda Wilksa	<i>p</i>
DOLeM	96,26 *	0,00	0,70	0,62	0,0000
DPD/SzPD	49,38 *	0,00	0,47	0,92	0,0000
DPG	39,28 *	0,00	0,46	0,93	0,0000
DPD/DKl	19,82 *	0,00	0,45	0,96	0,0000
DPAl/SzPal	20,38 *	0,00	0,45	0,96	0,0000
DOPG	24,98 *	0,00	0,45	0,96	0,0000

Analizując zróżnicowanie wewnątrzpopulacyjne *Elymus hispidus* w analizie PCA (rys. 2, 3) stwierdzono, że 9 populacji *E. hispidus* var. *hispidus* (H-49, H-50, H-80, H-82, H-104, H-106, H-108, H-110, H-111) oraz 7 populacji *E. hispidus* var. *villosus* (V-3, V-6, V-49, V-52, V-53, V-54, V-106) składało się z typowych okazów. W pozostałych 7 próbach populacji (H-8, H-53, H-77, H-79, 106ir, V-51 i V-108) znalazły się typowe okazy *E. hispidus*, *E. repens* oraz okazy pośrednie.

Zaobserwowano, że w obrębie mieszańców istnieje zróżnicowanie w stopniu owłosienia plew i plewek dolnych (rys. 3). Różnica pomiędzy morfotypami w pojedynczych cechach była podstawą do wyróżnienia dwóch odmian w obrębie gatunku mieszańcowego *Elymus* × *mucronatus*. Okazy mieszańcowe pomiędzy *Elymus repens* i *E. hispidus* var. *hispidus* zostały określone jako: *E.* × *mucronatus* (Opiz ex Bercht.) Conert nvar. *mucronatus* Szczepaniak, comb. nova [= *Elytrigia* × *mucronata* (Opiz) Prokudin], natomiast mieszańce pomiędzy *E. repens* a *E. hispidus* var. *villosus* określono jako *E.* × *mucronatus* (Opiz ex Bercht.) Conert nvar. *tesquiculus* (Czerniak.) Szczepaniak, comb. nova [= *Elytrigia* × *tesquicola* (Czerniak.) Prokudin]. Dla morfotypu mieszańcowego o długich ościach zaproponowano nazwę *E.* × *mucronatus* nvar. *mucronatus* forma *aristatus*.

W poszczególnych populacjach okazy rodzicielskie i mieszańce występowały w różnej ilości. I tak w populacji H-8 zanotowano większość okazów *Elymus repens*, kilka typowych okazów *E. hispidus* var. *hispidus* oraz kilka pośrednich pomiędzy nimi *E.* × *mucronatus* nvar.

*mucronatus* (rys. 5). W populacji H-53 tylko 2 okazy były typowymi okazami *E. hispidus* var. *hispidus*, natomiast reszta to mieszańce (rys. 5). Pozostałe populacje składały się wyłącznie z mieszańców *E. ×mucronatus* nvar. *mucronatus* (H-77, H-79 oraz 106ir) (rys. 5). Z dwóch populacji *E. ×mucronatus* nvar. *tesquicolus*, próbę V-108 tworzyły jedynie formy mieszańcowe, natomiast w próbie populacji V-51 znalazł się 1 okaz rodzicielski *E. hispidus* var. *villosus* (rys. 6).

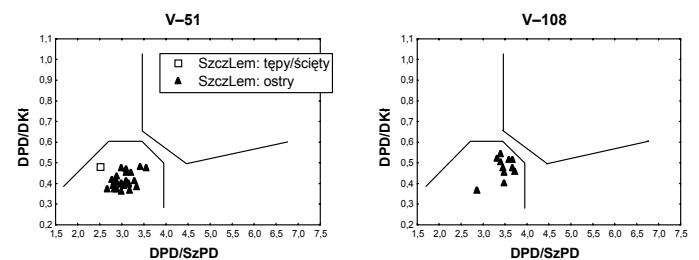


Rys. 5. Analiza zróżnicowania wewnątrzpopulacyjnego *Elymus hispidus* (razem z *E. ×mucronatus* nvar. *mucronatus*) w układzie pary cech: kształtu plewy dolnej (DPD/SzPD) / do cechy długości plewy dolnej w stosunku do długości kłoska (DPD/DKł); linią ciągłą zaznaczono zakres zmienności *E. hispidus*, linią przerywaną zakres zmienności *E. repens*, □ – okazy o tępo lub ścięto zakończonych plewkach dolnych, ▲ – okazy o ostro zakończonych plewkach dolnych. Miejsce zbioru i skróty nazw populacji na rys. 1. Skróty cech w tabeli 1.

Mieszańce wykazywały różną kombinację cech obydwu taksonów rodzicielskich. Okazy *Elymus ×mucronatus* nvar. *mucronatus* z populacji H-53, H-8 oraz 106ir charakteryzowały się ostro zakończonym szczytem plewy dolnej (SzczLem) i tą cechą nawiązywały do *Elymus repens*, natomiast pod względem kształtu tępo zakończonych plew (DPD/SzPD) i stosunku długości plewy dolnej do długości kłoska

(DPD/DKł) były podobne do *E. hispidus* var. *hispidus* (rys. 5). Inny układ cech zanotowano w populacji H-79, w której okazy w układzie pary powyżej wspomnianych cech (DPD/SzPD i DPD/DKł) wchodziły w zakres zmienności *E. repens*, ale miały ścięty szczyt plewy dolnej (SzczLem), co jest cechą charakterystyczną dla *E. hispidus* var. *hispidus* (rys. 5). Jednorodna morfologicznie próba populacji H-76 znalazła się na krańcu zakresu zmienności *E. hispidus* var. *hispidus* i charakteryzowała się ściętymi plewkami dolnymi i wydłużonymi, ostro zakończonymi plewkami, w czym nawiązywała do zmienności *E. repens* (rys. 5). Próba ta również może być mieszańcowa, ale generalnie w większości cech była podobna do *E. hispidus* var. *hispidus*, i dlatego w pracy oznaczono ją jako *E. hispidus* var. *hispidus*.

Populacje mieszańcowe *Elymus ×mucronatus* nvar. *tesquicolus* cechowały się mniejszym zróżnicowaniem morfologicznym niż *E. ×mucronatus* nvar. *mucronatus*. Tylko jeden okaz rodzicielski znalazł się w próbie V-51 (rys. 6). Na podstawie rozrzutu w układzie pary cech diagnostycznych, można stwierdzić, że *Elymus ×mucronatus* nvar. *tesquicolus* był bardziej podobny do *E. hispidus* var. *villosus* niż do drugiego rodzica – *E. repens*. Różnił się od *E. hispidus* var. *villosus* ostro zakończonymi plewkami i plewkami dolnymi, niekiedy z ościami (rys. 6).



Rys. 6. Analiza zróżnicowania wewnątrzpopulacyjnego *Elymus ×mucronatus* nvar. *tesquicolus* w układzie pary cech: kształtu plewy dolnej (DPD/SzPD) / do cechy długości plewy dolnej w stosunku do długości kłoska (DPD/DKł); linią ciągłą zaznaczono zakres zmienności *E. hispidus*, linią przerywaną zakres zmienności *E. repens*, □ – okazy o tępo lub ścięto zakończonych plewkach dolnych, ▲ – okazy o ostro zakończonych plewkach dolnych. Miejsce zbioru i skróty nazw populacji na rys. 1. Skróty cech w tabeli 1.

Analiza zmienności wewnątrzpopulacyjnej *Elymus hispidus* wykazała, że często na jednym stanowisku występują obok siebie zarówno typowe, rodzicielskie odmiany *E. hispidus* var. *hispidus* oraz *E. hispidus* var. *villosus*, a także

mieszające *E. ×mucronatus* nvar. *mucronatus* i *E. ×mucronatus* nvar. *tesquicolus*. Mieszające charakteryzują się większą zmiennością morfologiczną niż *E. hispidus*, ale generalnie są bardziej do niego podobne niż do *E. repens*.

#### 4 Dyskusja

*Elymus hispidus* według poszczególnych autorów zaliczany był do różnych rodzajów [16]. Löve [12] stosując genomową koncepcję gatunku, utworzył nawet dla tego gatunku i gatunków pokrewnych odrębny rodzaj *Trichopyrum* Å. Löve z formułą genomową EES (E=J). Nazwa *Trichopyrum* nie została jednak uwzględniona jako obowiązująca w zbiorczych opracowaniach [5, 6]. Również w czasie przeprowadzonych badań biosystematycznych stwierdzono, że *E. hispidus* nie odróżnia się od pozostałych gatunków *Elymus* na tyle, by tworzyć dla tego taksonu odrębny rodzaj [17]. Mając powyższe na uwadze w niniejszej pracy zastosowano nazwę *Elymus hispidus*.

Skrajne podejścia w sposobie potraktowania zróżnicowania wewnątrzgatunkowego *Elymus hispidus*, reprezentowane są przez ujęcie morfotypu nieowłosionego i owłosionego jako dwóch odrębnych, różnych wiekowo gatunków [8], a z drugiej strony uznanie ich jedynie za formy *E. hispidus* [9].

W czasie niniejszych badań stwierdzono, że owłosienie plew i plewek dolnych zachowuje się u roślin w kulturach eksperymentalnych, natomiast owłosienie górnej i dolnej strony liści jest cechą zmienną w obrębie gatunku i nie można jej skorelować z owłosionym kłosem. Zaobserwowano również różny stopień owłosienia kłosów, od bardzo gęsto owłosionych do owłosionych przez pojedyncze włoski. Taki wzór zmienności może być spowodowany brakiem barier genetycznych i krzyżowaniem pomiędzy morfotypami owłosionym i nieowłosionym. Brak wyraźnej granicy pomiędzy morfotypami i występowanie wszystkich możliwych form przejściowych pomiędzy skrajnymi formami, nie daje podstaw do wyróżnienia jednostek wewnątrzgatunkowych wysokiej rangi, a tym bardziej do wyodrębnienia dwóch różnych gatunków. Jest to zgodne z poprzednimi badaniami [3], gdzie wykazano, że morfotypy mogą krzyżować się bez większych przeszkód, mejoza

jest regularna, a mieszające są jedynie nieco mniej płodne od rodziców.

Jak wynika z prezentowanych rezultatów badań, oba morfotypy *Elymus hispidus* rosną razem w tych samych siedliskach, dlatego nie spełnione jest kryterium *Międzynarodowego Kodeksu Nomenklatury Botanicznej* dotyczące podstaw wyróżnienia podgatunków, zdefiniowane przez Du Rietza: „podgatunek to grupa osobników tworząca mniej lub bardziej wyraźny regionalny wariant gatunku; jest to zatem rasa geograficzna, ekotyp, topodem lub genoekodem” (za [22]). Dla wyróżniających się morfotypów *E. hispidus* można natomiast zastosować definicję odmiany: „jest to grupa osobników tworząca mniej lub bardziej wyraźny lokalny wariant gatunku”. We *Flora Europaea* (1964-1980) z niższych jednostek wewnątrzgatunkowych uwzględnione zostały tylko podgatunki. Często jednak nie odzwierciedla to faktycznych kryteriów zmienności wewnątrzgatunkowej. Wydaje się, że w przypadku *E. hispidus* zaistniała taka sytuacja i bardziej odpowiednie byłoby obniżenie rangi jednostek wewnątrzgatunkowych i przypisanie im statusu odmiany, co zostało zaproponowane przez Assadiego [2, 3]. Jednocześnie, co warto podkreślić, *E. hispidus* osiąga na terenie Polski północną granicę zasięgu i wzór zmienności gatunku może tutaj kształtować się inaczej niż w centrum zasięgu. W związku z powyższymi uwagami stwierdzono występowanie w Polsce *Elymus hispidus* (Opiz) Melderis var. *hispidus* [= *Agropyron intermedium* (Host) P. Beauv. subsp. *intermedium*] oraz *E. hispidus* (Opiz) Melderis var. *villosus* (Hack.) Assadi [= *Agropyron intermedium* subsp. *trichophorum* (Link) Rchb. ex Hegi]. W badaniach taksonomicznych prowadzonych w różnych grupach roślin można w ostatnim czasie zauważyć tendencje do obniżania rangi jednostek wewnątrzgatunkowych, co prawdopodobnie lepiej odzwierciedla istniejący poziom i typ zmienności w pewnych grupach roślin [4, 22].

Stwierdzenie stosunkowo częstego występowania naturalnych mieszańców pomiędzy *Elymus hispidus* i *E. repens* we wcześniejszych badaniach [18, 19], zostało potwierdzone w niniejszej pracy i dowodzi, że nie ma całkowitych mechanizmów izolacji, które uniemożliwiałyby przekazywanie genów pomiędzy populacjami obu gatunków. Jest to zjawisko charakterystyczne dla całego rodzaju *Elymus* i w związku

z tym zaproponowano nawet dla tworzących go taksonów, określenie „rekombinacyjnej puli genowej”, w obrębie której homologiczne fragmenty genomów, pochodzące od wspólnych przodków, powodują łatwość krzyżowania międzygatunkowego i powstawanie płodnych mieszańców [1]. Występowanie płodnych mieszańców pomiędzy *E. hispidus* i *E. repens* zostało również potwierdzone podczas własnych badań.

## 5 PODSUMOWANIE

- ◆ Na podstawie wielowymiarowej analizy zmienności cech morfologicznych przedstawiono nową dla Polski systematykę *Elymus hispidus* oraz mieszańców międzygatunkowych:

*Elymus hispidus* (Opiz) Melderis

var. *hispidus*

var. *villosus* (Hack.) Assadi

*Elymus* ×*mucronatus* (Opiz ex Bercht.) Conert  
nvar. *mucronatus* Szczepaniak, comb. nova

*Elymus* ×*mucronatus* (Opiz ex Bercht.) Conert  
nvar. *mucronatus* Szczepaniak f. *aristatus*, comb. nova

*Elymus* ×*mucronatus* (Opiz ex Bercht.) Conert  
nvar. *tesquicolus* (Czerniak.) Szczepaniak, comb. nova

- ◆ W obrębie *Elymus hispidus* wyróżniono odmiany (do tej pory w Polsce uznawane jako odrębne gatunki bądź podgatunki), różniące się istotnie obecnością bądź brakiem owłosienia plew i plewek dolnych. Cechy ilościowe nie różnią wyraźnie odmian *E. hispidus*.
- ◆ Obie odmiany *Elymus hispidus* osiągają na terenie Polski północną granicę zasięgu i rosną obok siebie w tych samych siedliskach, przy czym rzadszy jest *E. hispidus* var. *villosus*.
- ◆ Stwierdzono występowanie trwałych i ekspansywnych mieszańców pomiędzy *Elymus repens* i *E. hispidus* var. *hispidus* oraz pomiędzy *E. repens* i *E. hispidus* var. *villosus*, i ustalono ich pośredni charakter. *Elymus* ×*mucronatus* nvar. *mucronatus* charakteryzuje się większym różnicowaniem morfologicznym niż *E. ×mucronatus* nvar. *tesquicolus*.
- ◆ Mieszańce są bardziej morfologicznie podobne do *E. hispidus* niż do *E. repens*. Stwierdzono, że okazy rodzicielskie i mieszańcowe są najbar-

dziej podobne w obrębie jednej populacji, co świadczyłoby o zachodzących procesach introgresji.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Agafonov, A. V. 1994. The principle of Recombination Gene Pools (RPG) and Introgression Gene Pools (ITG) in the biosystematic treatment of *Elymus* species. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Triticeae Symposium – Logan*: 254–260.
- 2) Assadi, M. 1996. A taxonomic revision of *Elymus* sect. *Ceasptosae* and sect. *Elytrigia* (Poaceae, Triticeae) in Iran. *Willdenowia* 26: 251–271.
- 3) Assadi, M. 1998. Biosystematic studies of the *Elymus hispidus* (Poaceae: Triticeae) group in Iran. *Nord. J. Bot.* 18: 483–492.
- 4) Boonkerd, T., Saengmanee, S., Baum, B. R. 2002. The varieties of *Bauhinia pottsii* G. Don in Thailand (*Leguminosae-Caesalpinioideae*). *Pl. Syst. Evol.* 232: 51–62.
- 5) Brummitt, R. K. (ed.). 1992. Vascular plant families and genera. Royal Botanic Gardens, Kew. 804 pp.
- 6) Clayton, W. D., Renvoize, S. A. 1986. Genera Graminum. Grasses of the world. Her Majesty's Stationery Office, London. 389 pp.
- 7) Dewey, D. R. 1978. Intermediate wheatgrasses of Iran. *Crop Sci.* 18(1): 43–48.
- 8) Dubovik, O. N. 1976. Novye materialy k izuceniu roda *Elytrigia* Desv. *Nov. Syst. Pl. Vasc. (Kiev)*: 7–28.
- 9) Jarvie, J. K. 1992. Taxonomy of *Elytrigia* sect. *Caesptosae* and sect. *Junceae* (Gramineae: Triticeae). *Nord. J. Bot.* 12(2): 155–169.
- 10) Kozłowska, A. 1927 [1929]. Naskalne zbiorowiska roślin na Wyżynie Małopolski. *Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU ser. A/B* 67: 325–373.
- 11) Legendre, P., Legendre, L. 1998. Numerical ecology. Elsevier, Amsterdam. xv + 853 pp.
- 12) Löve, Á. 1986. Some taxonomical adjustments in Eurasian wheatgrasses. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich* 87: 43–52.
- 13) Matuszkiewicz, W. 1984. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wyd. 2. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa. ss. 298.
- 14) Melderis, A. 1980. *Elymus* L. W: T. G. Tutin, V. H. Heywood, N. A. Burges, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters, D. A. Webb (ed.), *Flora Europaea*. 5. Alismataceae to Orchidaceae (Monocotyledones). Cambridge University Press, Cambridge. pp. 192–198.
- 15) Meusel, H., Jäger, E., Weinert, E. 1965. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. G. Fischer, Jena. 583 (Text) + 258 (Karten) pp.
- 16) Mizianty, M., Frey, L., Szczepaniak, M. 1999. The *Agropyron-Elymus* complex (Poaceae) in Poland: nomenclatural problems. *Fragm. Flor. Geobot.* 44(1): 3–33.
- 17) Mizianty, M., Frey, L., Szczepaniak, M. 2001. The *Agropyron-Elymus* complex (Poaceae) in Poland: biosystematics. W: L. Frey (ed.), *Studies on grasses in Poland*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków. pp. 25–77.
- 18) Prokudin, Yu. N., Druleva, I. V. 1971. Pro gibridnu prirodu piriju zaostrenogo (*Elytrigia mucronata* (Opiz) Prokudin). *Ukr. Bot. Žurn.* 28(6): 712–717.

- 19) Prokudin, Yu. N., Druleva, I. V. 1972. O gibridnoji prirode pyreja stepnogo (*Elytrigia tesquicola* Prokudin). *Bot. Žurn.* 57(5): 495–500.
- 20) Sneath, P. H., Sokal, R. R. 1973. Numerical taxonomy. W. H. Freeman, San Francisco. xv + 573 pp.
- 21) Sokal, R. R., Rohlf, F. J. 1981. Biometry. Ed. 2. W. H. Freeman, New York. 859 pp.
- 22) Stace, C. A. 1993. Taksonomia roślin i biosystematyka. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa. ss. 340.
- 23) Szabó, A. T. 1979. Wheatgrass variability (*Agropyron*, sect. *Elytrigia*) in a native collection from Transylvania, Romania. I. *Agropyron intermedium* complex. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.* 10: 89–99.
- 24) Szczepaniak, M. 2001. The *Agropyron-Elymus* (Poaceae) complex in Poland: occurrence of the *Elymus hispidus* subsp. *hispidus* i subsp. *barbulatus*. W: L. Frey (ed.), Studies on grasses in Poland. pp. 177–193. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- 25) Szczepaniak, M. 2002. Biosystematyka *Elymus repens* (L.) Gould i *Elymus hispidus* (Opiz) Melderis w Polsce. Praca doktorska, Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków. ss. 181.
- 26) Szczepaniak, M. 2003. Krytyczne studia taksonomiczne nad *Elymus repens* (L.) Gould. W: Zastosowania metod statystycznych w badaniach naukowych. StatSoft Polska. Kraków. ss. 65-74.