

ZBIGNIEW LAUDAŃSKI^{1, 2}**MACIEJ PROŃCZUK**¹**MARIA PROŃCZUK**²¹ Katedra Statystyki Matematycznej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie² Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Propozycja syntezy cech użytkowych w ocenie wartości trawnikowej odmian *Festuca* spp.

Proposition of turf characters synthesis for assessment of *Festuca* spp. cultivars value

W latach 1993–1998 oceniono trzydzieści odmian i rodów *Festuca* spp. pod względem cech użytkowych stosując umiarkowaną intensywną pielęgnację. Wyniki badań wykorzystano do opracowania formuły syntezy niektórych cech, w oparciu o metody analizy statystycznej. Dokonano podziału odmian na grupy pod względem wartości ogólnego aspektu estetycznego trawnika metodą k-średnich. Określano zależności korelacyjne pomiędzy ogólnym aspektem i innymi cechami użytkowymi (zadarnienie, odrastanie, doskonałość liścia i kolor). Na podstawie współczynników regresji wielokrotnej ustalano wagi cech i opracowano wskaźnik jakości darni Q_M . Uzyskane w badaniach wartości wskaźnika Q_M porównano z wartościami wskaźników proponowanymi przez innych autorów. Stwierdzono różnice w ocenie odmian wyrażonej za pomocą różnych wskaźników. Relacje pomiędzy wskaźnikami na ogół zależały od grupy odmian. Mało zgodne wyniki uzyskano, gdy oceniano odmiany o niskiej wartości ogólnego aspektu. Silniejsze współzależności pomiędzy wskaźnikami występowały, gdy oceniano odmiany o wysokiej wartości aspektu estetycznego. Opracowany wskaźnik Q_M wykazywał duży stopień podobieństwa z ogólnym aspektem estetycznym niezależnie od grupy porównywanych odmian. Wskaźnik ten może być przydatny w ocenie wartości i selekcji odmian w programach hodowlanych. Wymaga on jednak sprawdzenia na innych gatunkach traw i przy innym typie użytkowania trawnikowego.

Słowa kluczowe: cechy użytkowe, *Festuca* spp., odmiany, wskaźnik jakości darni

Thirty cultivars and selections of *Festuca* spp. were assessed regarding their turf characters under medium intensive turf maintenance during 1993–1998. The results of the assessment were the base for formula calculation of some characters synthesis using statistic methods. Tested cultivars were divided into three homogenous groups in respect to their general aesthetic aspect using cluster analysis (k-means method). Based on this division the relationships between general aesthetic aspect and other tested traits (shoot density, slow vertical re-growth, leaf fineness, and colour) were determined. The weight of particular characters in turf cultivar value was estimated by multiple linear regressions, and quality turf index Q_M has been proposed. Index Q_M was used for evaluation of turf value of cultivars and selections, and results were compared with other formula indexes proposed by other authors. Significant differences between cultivars value in the indexes were found. The relationships between the indexes mainly depended on the group of cultivars tested. Low relations among the indexes were

found with the cultivars of low turf value, and higher with the cultivars of high turf value. The proposed index Q_M was closely related to a general aesthetic aspect of cultivars, irrespective of the group of cultivars. Our results suggest that index Q_M may be useful in turf cultivars value evaluation in breeding programmes. However, it requires an additional examination using other turfgrass species and other type of turf maintenance

Key words: cultivars, *Festuca* spp., turf traits, turf quality index

WSTĘP

W hodowli odmian traw gazonowych (trawnikowych) stosowana jest ocena wielu cech, takich jak np: ogólny estetyczny aspekt, zadarnienie, odrastanie, doskonałość liścia, przezimowanie, zimozieloność (Prończuk, 1993). Specjalną grupę ocen stanowi podatność na choroby. Ocena cech służy do określenia wartości odmian, pozwala dokonać selekcji wśród ekotypów, rodów i umożliwia wybór materiałów do dalszych prac hodowlanych. W zależności od potrzeb wyniki są w różny sposób analizowane: indywidualnie lub syntetycznie (Prończuk i in., 1997).

Trawy, jako rośliny wieloletnie podlegają długim cyklom oceny. Minimalny cykl oceny wymagany przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) trwa cztery lata łącznie z rokiem zasiewu (Domański, 2001). Rok siewu traktowany jest jednak jako rok instalacji trawnika (tzw. rok 0). W Stanach Zjednoczonych Komitet Badań Naukowych (Northeastern Turfgrass Research Committee) uważa, że cykl ten powinien wynosić minimum pięć lat pełnego użytkowania (Skogley i Sawyer, 1992).

Zgromadzone wyniki stanowią z jednej strony obszerny materiał umożliwiający obiektywną ocenę wartości odmian, a z drugiej jednak stwarzają duże kłopoty przy wnioskowaniu o ich przydatności. Opierając się na średniej ogólnej z obserwacji trudno jest wytypować odmiany bezwzględnie najlepsze, ponieważ wyniki obciążone są zmiennością w sezonach, w latach, subiektywizmem oceniającego i są powiązane z innymi cechami odmian, np. podatnością na choroby (Prończuk i in., 1997; Prończuk, 2000; Prończuk i Prończuk, 2003). Wnioskowanie o wartości odmian obarczone jest zawsze pewnym błędem i wiąże się z ryzykiem „utraty” cennych obiektów.

Dla zmniejszenia tego ryzyka, podejmowane są próby opracowania syntetycznych wskaźników, według których można by określić w sposób prosty wartość trawnikową danej odmiany. Powszechnie używanym wskaźnikiem wartości odmian jest „aspekt estetyczny” trawnika, oceniany wielokrotnie w ciągu roku (Anonim 1, 1997; Eucarpia, 2003). W doświadczałnictwie amerykańskim stosowany jest parametr „jakość darni” (turf quality), który jest cechą zbiorczą wielu cech (Bara i in., 1993). Smith i wsp. (1993) podają, że na jakość trawnika składają się następujące cechy: kolor, zadarnienie, wyrównanie, struktura liścia, odrastanie, ogólny aspekt, odporność na choroby i odporność na szkodniki. Skogley i Sawyer (1992), Burton (1992) oraz Heckman i Hill (1993) na pierwszym miejscu wyliczają kolor, a potem dopiero zadarnienie, wyrównania i ogólny aspekt jako cechy najważniejsze w ocenie traw gazonowych. Bardzo rozbudowany jest system oceny we Francji, gdzie oprócz comiesięcznej oceny ogólnego estetycznego aspektu brane są pod uwagę również inne cechy takie jak kolor, doskonałość liścia, wolne pionowe odrastanie (slow vertical regrowth), czystość koszenia, zimozieloność, trwałość, wyrównanie,

tolerancja na deptanie i zdzieranie (wear tolerance) oraz odporność na choroby (Anonim 2, 1991–1992; Eucarpia, 2003).

Podawane są także różne propozycje indeksowania grupy cech (Versteeg, 1996), co pozwala na ograniczenie liczby cech uwzględnianych w charakterystyce odmiany. W Polsce Domański (1997) oraz Prończuk i wsp. (1997) podejmowali próbę syntezy wyników w oparciu o główne cechy trawnikowe, którymi były: ogólny aspekt estetyczny, zadarnienie, odrastanie, doskonałość liścia i właściwości eksploatacyjne. Autorzy podają, że w zależności od kierunku hodowli należy uwzględnić jeszcze inne właściwości indywidualne genotypów.

Powyższe wskaźniki i metody są jednak skomplikowane, a niektóre proponowane cechy trudne do oceny (np. właściwości eksploatacyjne). Nadal trwają poszukiwania wskaźnika określającego wartość trawnika danego genotypu w oparciu o inne cechy niż ogólny aspekt estetyczny, ponieważ cecha ta jest obciążona najbardziej subiektywizmem osoby oceniającej.

Celem pracy było opracowanie nowej formuły syntezy niektórych cech, przy pomocy metod statystycznych, która by niwelowała i uzupełniała subiektywną ocenę odmian według ogólnego aspektu i była pomocna w ocenie wartości odmian przy użytkowaniu umiarkowanie intensywnym trawników.

MATERIAŁY I METODY

Materiał i metody polowe

Do badań wykorzystano wyniki wieloletniej oceny 30 odmian i rodów kilku gatunków i podgatunków kostrzewy (*Festuca* L.): kostrzewa czerwona rozłogowa (*Festuca rubra* L. *rubra* Hack.) — 3 odmiany i 1 ród, kostrzewa czerwona kępowa (*Festuca rubra* L. *commutata* Gaud.) — 7 odmian i 1 ród, kostrzewa półrozłogowa (*Festuca rubra* L. *trichophylla* Gaud.) — 3 odmiany oraz kostrzewa różnolistna (*Festuca heterophylla* Lam.) — 1 odmiana, kostrzewa owcza (*Festuca ovina* L.) — 5 odmian i 2 rody i kostrzewa trzcinowa (*Festuca arundinacea* Schreb.) — 2 odmiany i 5 rodów, wykonane w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie (Prończuk i in., 2003).

Doświadczenie założono latem w 1993 roku i prowadzono, stosując umiarkowanie intensywną pielęgnację, przez okres 5 lat (od 1994 do 1998). Odmiany i rody oceniano pod względem następujących cech użytkowych według metodyki Prończuk (1993): ogólny aspekt estetyczny, zadarnienie, odrastanie, doskonałość liścia (wąska blaszka liściowa) i kolor w sezonach: wiosna, lato, jesień oraz przezimowanie — wczesną wiosną, zimozieloność — w grudniu lub w styczniu oraz podatność na choroby w okresach ich silnego nasilenia. Dokładną metodykę badań polowych przedstawiono w pracy Prończuk i wsp. (2003).

Metody analizy statystycznej

Wyniki oceny odmian pod względem cech użytkowych opracowano metodą analizy wariancji według modelu liniowego układu split-plot (Wójcik i Laudański, 1989). Do porównań szczegółowych wartości średnich zastosowano wielokrotny test Tukeya. Uzyskane wartości dla cech odmian zostały wykorzystane do opracowania wskaźnika jakości

darni. Dokonano podziału odmian na grupy pod względem wartości ogólnego aspektu metodą k-średnich. W poszczególnych grupach określano zależności korelacyjne pomiędzy ogólnym aspektem i innymi cechami oraz pomiędzy zadarnieniem i innymi cechami odmian. Na podstawie analizy współczynników korelacji prostej i regresji wielokrotnej określono wagi cech. Biorąc pod uwagę wyliczone wagi zaproponowano wzór dla wskaźnika jakości darni Q_M , który określa wartość odmian. Wskaźnik ten zastosowano do oceny wartości trawnikowej odmian różnych gatunków kostrzewy. Wyniki Q_M porównano z takimi wskaźnikami jak: średni ogólny aspekt estetyczny, W_{syn} — podany przez Domańskiego (1997) oraz Q — zaproponowany przez Prończuka i wsp. (1997). Określono zależności pomiędzy wskaźnikami i badanymi cechami odmian na podstawie analizy współczynników korelacji prostej.

WYNIKI I DYSKUSJA

Charakterystykę cech użytkowych poszczególnych gatunków i odmian kostrzewy zamieszczono w innej pracy autorów (Prończuk i in., 2003). W oparciu o wartości średnie (z lat i sezonów) dla ogólnego aspektu, dokonano podziału odmian na grupy podobne metodą analizy skupień. Wydzielono trzy grupy odmian różniące się istotnie wartością estetycznego aspektu trawników (tab. 1).

Tabela 1

Charakterystyka grup odmian wyznaczonych metodą k-średnich wg ogólnego aspektu (OA)
Characteristics of cultivars group divided in respect to their aesthetic aspect (OA) according to the k-means method

Grupy Groups	Średnie wartości cech trawnikowych i grupy jednorodne Means values of turf traits and homogenous groups				
	SrOA	SrZD	SrOD	SrDL	SrK
I	5,7 a	6,4 a	6,3 a	6,5 a	6,9 a
II	6,2 b	7,3 b	5,8 a	5,1 a	8,2 b
III	7,1 c	8,3 c	8,0 b	7,4 b	7,9 b

Stwierdzono, że wydzielone grupy odmian różnią się między sobą nie tylko pod względem ogólnego aspektu estetycznego (SrOA), ale również pod względem innych cech takich jak: zadarnienie (SrZD), odrastanie (SrOD), doskonałość liścia (SrDL) i koloru (SrK). Relacje między grupami pod względem SrOA i SrZA oraz SrOD i SrDL okazały się podobne. Biorąc pod uwagę ogólny aspekt i zadarnienie odmiany tworzyły trzy różne grupy. W przypadku SrOD i SrDL wyraźnie odróżniała się grupa trzecia od dwóch pierwszych. Nieco inne tendencje ujawniły się w kolorystyce, inne zabarwienie posiadały odmiany zaklasyfikowane do grupy pierwszej w porównaniu do dwóch grup pozostałych. Podobne relacje w grupach odmian pod względem cech wskazują na możliwość kontroli jednej cechy przez drugą, a nawet możliwość ograniczenia liczby ocenianych cech. Na duży stopień podobieństwa wartości ogólnego aspektu i zadarnienia odmian, pomimo odrębnej oceny, wykonanej w nieco innym czasie i warunkach (ogólny aspekt przed koszeniem, a zadarnienie po koszeniu), zwrócili uwagę także inni autorzy w swych pracach (Prończuk i in., 1997; Prończuk i Prończuk, 2003).

Następne analizy dotyczyły ustalenia współzależności cech i określenia wagi cech w ocenie ogólnego aspektu i zadarnienia. Zakładano, że uzupełnienie cechy ogólnego aspektu oceną zadarnienia mogłoby ograniczyć subiektywizm osoby wykonującej obserwacje. Analizę wykonano w obrębie wydzielonych grup odmian. Uzyskane współczynniki korelacji podano w tabeli 2.

Tabela 2

Współczynniki korelacji pomiędzy ocenianymi cechami użytkowymi odmian *Festuca* spp. w grupach wyznaczonych metodą k-średnich wg ogólnego aspektu
Coefficients of correlation between evaluated turf traits of *Festuca* spp. cultivars separated into three groups by the k- means method according to their general aspect

Cechy Traits	Grupa I (n = 10) Group I		Grupa II (n = 7) Group II		Grupa III (n = 13) Group III	
	średni ogólny aspekt mean general aspect	średnie zadarnienie mean shoot density	średni ogólny aspekt mean general aspect	średnie zadarnienie mean shoot density	średni ogólny aspekt mean general aspect	średnie zadarnienie mean shoot density
1	2	3	4	5	6	7
Ogólny aspekt — wiosna General aspect — spring	0,808**	0,720*	0,724	0,702	0,502	0,753**
Ogólny aspekt — lato General aspect — summer	0,929***	0,380	0,872*	0,848*	0,597*	-0,201
Ogólny aspekt — jesień General aspect — autumn	-0,613	-0,697*	0,471	-0,240	0,847**	0,450
Średni ogólny aspekt Mean general aspect	1,000	0,508	1,000	0,562	1,000	0,567*
Zadarnienie — wiosna Shoot density — spring	0,530	0,949***	0,021	0,009	0,426	0,952***
Zadarnienie — lato Shoot density — summer	0,693*	0,900***	0,521	0,967**	0,594*	0,879***
Zadarnienie — jesień Shoot density — autumn	-0,467	0,159	0,634	0,860*	0,647*	0,960***
Średnie zadarnienie Mean shoot density	0,508	1,000	0,562	1,000	0,550*	1,000

c.d. Tabela 2

1	2	3	4	5	6	7
Odrastanie Slow re-growth	-0,415	-0,772**	0,088	-0,619	0,418	0,754**
Doskonałość liścia Leaf fineness	-0,290	-0,766**	-0,124	-0,764*	0,077	0,748**
Kolor Colour	0,460	-0,097	0,277	0,851*	0,460	0,283
Zimozieloność Winter greenness	-0,765**	-0,649*	-0,193	0,229	0,577*	0,136
Przezimowanie Overwintering	0,475	-0,101	-0,319	-0,851*	0,478	0,671**
Pleśń śniegowa ¹⁾ Snow mould	-0,296	-0,480	-0,242	-0,868*	0,614*	0,797***
<i>Helminthosporioza</i> ¹⁾ Leaf spot	0,328	0,873***	0,370	0,917**	0,225	-0,399
Różowa plamistość ¹⁾ Pink patch	0,083	0,875***	0,226	0,889**	0,241	-0,420
Głownia plamista ¹⁾ Blister smut	-0,395	0,492	0,185	0,464	0,376	0,591*

¹⁾ Odporność; Resistance

Analiza współczynników korelacji potwierdziła, że istnieje silny związek pomiędzy ogólnym aspektem i zadarnieniem. Oceny cech wykonywane w sezonach wskazały na różną siłę tego związku. Stwierdzono tendencję do ujemnej zależności pomiędzy ogólnym aspektem, a odrastaniem i doskonałością liścia zarówno w I, jak i II grupie odmian. W III grupie zależność ta była dodatnia, ale nieistotna. Silniejsze związki korelacyjne cech: odrastania i doskonałości liści występowały z zadarnieniem, ale podobnie jak w przypadku ogólnego aspektu, były one ujemne w I i II grupie, a dodatnie w III grupie odmian. Trętowski i Wójcik (1988) podają, że ujemne korelacje między cechami oznaczają powiązanie wysokich wartości jednej cechy z niskimi drugiej i odwrotnie.

Wyniki analizy świadczyły o różnych zależnościach cech odmian z chorobami. Ujawniono np. silniejszy wpływ chorób na ocenę zadarnienia niż na ocenę ogólnego aspektu (tab. 2). Różnice te mogły się wiązać z różnym terminem wykonywania obserwacji — zadarnienie po koszeniu, a ogólny aspekt przed koszeniem. Uszkodzenia darni spowodowane przez choroby mogą być czasem maskowane przez odrastające trawy.

Współczynniki korelacji pomiędzy ogólnym aspektem i kolorem we wszystkich grupach odmian były dodatnie, ale nieistotne ze względu na małą liczbę porównywanych obiektów w poszczególnych grupach odmian. Wartość współczynników korelacji w grupach mieściła się w zakresie od 0,277 do 0,460.

Opracowanie nowego wskaźnika (wzoru syntezy cech) na podstawie analizy współczynników korelacji okazało się trudne, ponieważ poza zadarnieniem zależność ogólnego aspektu od innych cech była niejednoznaczna — różne były relacje tej cechy z innymi w grupach odmian. Ponadto wartość ogólnego aspektu była powiązana z chorobami, które występowały z różnym nasileniem w latach (Prończuk i in., 2003).

Podjęto więc próbę określenia zależności pomiędzy cechami przy zastosowaniu analizy regresji wielokrotnej. Poszukiwano modelu regresji opisującego zależność ogólnego aspektu od czterech cech obligatoryjnych, ocenianych trzykrotnie w roku (w sezonach), którymi były: zadarnienie, odrastanie, doskonałość liścia i kolor. Uznano, że inne cechy takie jak podatność na choroby (oceniane nieregularnie w sezonie wegetacji), choć ważne w ocenie wartości odmian mieszczą się (wpływają ujemnie) w już dokonanej ocenie wartości ogólnego aspektu i zadarnienia, na co wskazują współczynniki korelacji zamieszczone w tabeli 2.

W poszukiwaniu modelu przydatna okazała się „krokowa regresja liniowa bez stałej” (tab. 3).

Tabela 3

Poszukiwanie modelu regresji liniowej wielokrotnej opisującej zależność ogólnego aspektu (OA- jako zmiennej zależnej), od innych niezależnych cech użytkowych odmian *Festuca* spp.
Result of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between general aesthetic aspect (OA- dependent variable) and other independent traits of *Festuca* spp. cultivars

Krok Step	Cechy Traits	Współczynniki regresji Regression coefficients	Błąd standardowy Standard error	T emp. T value	Istotność Significance P-value	Przedział ufności dla współczynników regresji Confidence interval for regression coefficients	
						dolna granica minimum	górną granicę maximum
1	ZA ¹⁾	0,681	0,075	9,025	0,000	0,526	0,836
	OD ²⁾	-0,070	0,171	-0,407	0,688	-0,422	0,282
	DL ³⁾	0,011	0,102	1,099	0,282	-0,098	0,323
	K ⁴⁾	0,145	0,052	2,779	0,010	0,038	0,253
2	ZA	0,661	0,056	11,884	0,000	0,547	0,775
	DL	0,072	0,026	2,778	0,010	0,019	0,126
	K	0,138	0,048	2,852	0,008	0,038	0,237

¹⁾ Zadarnienie; Density of turf — compactness

²⁾ Odrastanie; Slow re-growth

³⁾ Doskonałość liścia; Leaf fineness

⁴⁾ Kolor; Colour

Na podstawie współczynników regresji w drugim etapie analizy (2 krok) i analizy wartości przedziałów ufności dla współczynników odnoszących się do poszczególnych cech stwierdzono, że o wyglądzie trawnika decyduje w około 70% zadarnienie (współczynnik regresji 0,661), 20% udziału ma jego zabarwienie (współczynnik regresji 0,138) i 10% doskonałość liścia (współczynnik regresji 0,072). Jest to zgodne z opinią Bartosiewicza (1977), który twierdził, że o wartościach estetycznych trawnika decydują głównie: jednolitość, gładkość powierzchni i żywo-zielona barwa. Szybkość odrastania przy częstym koszeniu nie ma dużego wpływu na wygląd trawnika, na co wskazały współczynniki regresji w I etapie analizy (tab. 3)

Opierając się na wynikach powyższej analizy zaproponowano wzór dla wskaźnika jakości darni Q_M :

$$Q_M = \frac{7 \times ZA + 2 \times K + 1 \times DL}{10}$$

Wskaźnik Q_M zastosowano do oceny odmian różnych gatunków kostrzew, a wyniki porównano z wcześniej podanymi wskaźnikami jakości darni przez Domańskiego (1997) oraz Prończuka i wsp. (1997). Do porównań dołączono także ocenę wyrażoną średnim ogólnym aspektem estetycznym trawników odmian. W tabeli 4 zamieszczono wyniki wartości trawnikowej wyrażone za pomocą różnych wskaźników w obrębie trzech grup odmian wydzielonych wcześniej metodą skupień.

Przy zastosowaniu wskaźnika W_{syn} według Domańskiego (1997) wartość odmian zawierała się w zakresie od 4,6 do 6,3, według ogólnego aspektu odmiany mieściły się w zakresie od 5,3 do 7,8, natomiast przy użyciu wskaźników: Q według Prończuka i współautorów (1997) oraz nowo proponowanego Q_M zakres u odmian był podobny i lokował się od 6,1 do 8,6. Zwrócono uwagę, na różnice w rankingu odmian w zależności od zastosowanego wskaźnika. W grupie pierwszej np. odmiany kostrzewy owczej: Niko i Sima zostały zaliczone na podstawie ogólnego aspektu do grupy odmian mało przydatnych na trawniki, podczas gdy inne wskaźniki wskazywały na ich istotnie wyższą wartość, przekraczającą nawet (wg Q) średnią dla grupy drugiej. Podobna tendencja wystąpiła w drugiej grupie dla odmian: kostrzewy rozłogowej Bar FRR-286T i kostrzewy różnolistnej Sawa. Także w trzeciej grupie można było dostrzec różnice w waloryzacji odmian przez poszczególne wskaźniki. Według ogólnego aspektu, np. najlepszymi odmianami w tej grupie były: Bar FO-9A2 i Nimba. Podobny ranking wartości odmian w tej grupie otrzymano stosując wskaźnik W_{syn} , natomiast dwa pozostałe wskaźniki Q i Q_M świadczyły o istotnie najwyższej wartości takich odmian, jak Melody, Enjoy i Bargreen. Natomiast Bar FO-9A2 i Nimba zaliczono do odmian o średniej wartości w tej grupie.

Powyższe przykłady wskazują, że ogólny aspekt estetyczny, a także czasem wskaźnik W_{syn} nie charakteryzują w pełni wartości odmian. Opierając się, np. jedynie na średnim ogólnym aspekcie można utracić w hodowli cenne pod względem innych cech obiekty. Ocena ogólnego aspektu estetycznego zależy w dużym stopniu od indywidualnych odczuć osoby prowadzącej obserwację (jak się trawnik podoba). Dlatego w hodowli podejmowane są próby poszukiwania wskaźników opartych na innych cechach istotnie wpływających na wygląd trawnika. Wskaźniki te powinny eliminować subiektywizm obserwatora lub uzupełniać ocenę ogólnego aspektu. Domański (1997) przy konstruowaniu wskaźnika brał pod uwagę ogólny aspekt (A_0), zadarnienie (Z) i intensywność odrastania (I_0). Jednocześnie podał wagę tych cech: $A_0 = 1$, $Z = 2/3$, $I_0 = 2/3$. Brak jest jednak w pracy informacji, na jakiej podstawie autor te wagi określił. Jako „drugą kategorię elementów przydatnych do syntetycznej oceny wartości użytkowej odmian” autor uznał „wartości cech eksploatacyjnych”. Do nich zaliczył: „zwartość systemu korzeniowego, tolerancję na tratowanie, tolerancję na niskie koszenie, czystość murawy po skoszeniu, tolerancję na oszczędne nawożenie itp.” Wartość wynikającą z właściwości eksploatacyjnych ujmując on jako zespół cech (W_e). Cechy eksploatacyjne w analizie wskaźników nie zastały ujęte, ponieważ w badaniach własnych nie były oceniane.

Tabela 4

Wartość trawnikowa odmian *Festuca* spp. w wydzielonych grupach, wyrażona różnymi wskaźnikami jakości darni

Turf value of *Festuca* spp. cultivars, in separated groups, evaluated using different indexes of turf quality

Lp No	Gatunek Species	Odmiana Cultivar	Wskaźniki jakości darni Turf quality indexes			
			SrOA ¹⁾	W _{syn} ²⁾	Q ³⁾	Q _M ⁴⁾
grupa I — group I						
1	<i>F. ovina</i>	Witra	5,3	4,6	6,4	6,1
2	<i>F. ovina</i>	Niko	5,6	5,0	7,1	6,9
3	<i>F. ovina</i>	Espro	5,6	4,6	6,2	6,2
4	<i>F. o. tenuifolia</i>	Sima	5,7	5,0	7,1	6,8
5	<i>F. ovina</i>	KRH-11	5,7	4,7	6,3	6,2
6	<i>F. ovina</i>	Mimi	5,7	4,7	6,4	6,3
7	<i>F. r. rubra</i>	Jagna	5,8	4,7	6,4	6,5
8	<i>F. arundinacea</i>	RA-1854	5,8	4,5	5,7	6,6
9	<i>F. arundinacea</i>	RA 1806	5,8	4,5	5,7	6,6
10	<i>F. r. rubra</i>	Leo	5,9	4,8	6,4	6,7
Średnia dla grupy I Mean for group I			5,7	4,7	6,7	6,5
grupa II — group II						
11	<i>F. arundinacea</i>	Bartes	6,1	4,8	6,0	7,1
12	<i>F. r. rubra</i>	Bar FRR-286T	6,2	5,3	7,3	7,4
13	<i>F. heterophylla</i>	Sawa	6,2	5,1	7,0	7,0
14	<i>F. arundinacea</i>	Villageoise	6,2	4,8	6,1	7,2
15	<i>F. arundinacea</i>	Bar FA2AB	6,2	4,9	6,1	7,2
16	<i>F. arundinacea</i>	Bar FA0855	6,3	4,9	6,1	7,2
17	<i>F. arundinacea</i>	Bar FA214	6,5	5,2	6,5	7,3
Średnia dla grupy II Mean for group II			6,2	5,0	6,4	7,2
grupa III — group III						
18	<i>F. r. trichophylla</i>	Barlotte	6,7	5,6	7,6	7,5
19	<i>F. r. rubra</i>	Ensylva	6,8	5,5	7,5	7,5
20	<i>F. r. trichophylla</i>	Dawson	6,9	5,8	7,9	8,0
21	<i>F. r. commutata</i>	Bargreen	6,9	6,0	8,5	8,5
22	<i>F. r. commutata</i>	Baroxi	6,9	6,0	8,3	8,3
23	<i>F. r. commutata</i>	RA-41	7,0	5,8	8,0	7,9
24	<i>F. r. commutata</i>	Aida	7,1	6,3	8,2	8,2
25	<i>F. r. commutata</i>	Baruba	7,2	6,1	8,4	8,2
26	<i>F. r. commutata</i>	Melody	7,3	6,3	8,6	8,6
27	<i>F. r. commutata</i>	Enjoy	7,3	6,2	8,6	8,6
28	<i>F. r. trichophylla</i>	Barcrown	7,4	6,2	8,3	8,4
29	<i>F. r. commutata</i>	Nimba	7,7	6,2	8,1	8,4
30	<i>F. o. duriuscula</i>	Bar FO-9A2	7,8	6,3	8,2	8,3
Średnia dla grupy III Mean for group III			7,1	6,0	8,1	8,2
NIR $\alpha = 0.05$ — HSD $\alpha = 0.05$			0,4	0,2	0,3	0,3

¹⁾ Średni ogólny aspekt estetyczny oceniany wiosną, latem i jesienią; Mean general aesthetic aspect assessed in spring, summer and autumn

²⁾ Wskaźnik według Domańskiego (1997); Quality index according to Domański (1997)

³⁾ Wskaźnik według Prończuka i in. (1997); Quality index according to Prończuk et al. (1997)

⁴⁾ Własna propozycja; Own proposition

Prończuk i wsp. (1997) opracowali formułę przeliczeniową cech, którą nazwano wskaźnikiem jakości darni Q, oparli ją na analizie współczynników korelacji pomiędzy ogólnym aspektem i pozostałymi cechami. Na podstawie tej analizy określono „wagi” cech mających wpływ na ogólny estetyczny aspekt trawnika, którymi okazały się zadarnienie, odrastanie i doskonałość liścia.

Przy konstrukcji formuły Q_M oparto się wyłącznie na wadze cech wynikającej z analizy regresji wielokrotnej. Oprócz zadarnienia i doskonałości liścia uwzględniono kolor. Zabarwienie liści jest cechą, która jest uważana za bardzo ważną w Ameryce (Skogley i Sawyer, 1992; Burton, 1992; Smith i in., 1993; Bara i in., 1993). W przedstawionych badaniach cecha: zabarwienie trawnika (kolor) wykazywała tendencje do dodatnich zależności z ogólnym aspektem, co wskazuje na jej związek z wyglądem trawnika. Badane odmiany kilku gatunków kostrzewy różniły się znacznie pod względem tej cechy, szczególnie wyróżniały się pod tym względem odmiany kostrzewy owczej (grupa I), na co zwrócili uwagę w pierwszej części pracy Prończuk i wsp. (2003).

Podjęto także próbę określenia współzależności pomiędzy wskaźnikami i ocenianymi cechami. Gdy analizę przeprowadzono na wszystkich odmianach ($n = 30$) współczynniki korelacji były dodatnie i wysoko istotne (tab. 5).

Tabela 5

Współczynniki korelacji pomiędzy wartością trawnikową odmian *Festuca* spp. w wydzielonych grupach, wyrażoną różnymi wskaźnikami jakości darni
Coefficients of correlation between turf value of *Festuca* spp. cultivars in separated groups, expressed by different indexes of turf quality

Wskaźniki jakości darni Indexes of turf quality	SrOA ¹⁾	W_{syn} ²⁾	Q ³⁾
Razem grupy (n = 30) Total for groups (n = 30)			
W_{syn}	0,943***		
Q	0,838***	0,961***	
Q_M ⁴⁾	0,947***	0,955***	0,886***
Grupa I (n = 10)			
W_{syn}	0,004		
Q	-0,283	0,950***	
Q_M	0,533	0,556	0,330
Grupa II (n = 7)			
W_{syn}	0,458		
Q	0,066	0,888**	
Q_M	0,579	0,523	0,237
Grupa III (n = 13)			
W_{syn}	0,776***		
Q	0,488	0,833***	
Q_M	0,592*	0,873***	0,961***

Istotne przy * $P = 0,05$; ** $P = 0,01$; *** $P = 0,001$

Significant at * $P = 0,05$; ** $P = 0,01$; *** $P = 0,001$

¹⁾ Średni ogólny aspekt estetyczny oceniony wiosną, latem i jesienią; Mean general aesthetic aspect assessed in spring, summer and autumn

²⁾ Wskaźnik według Domańskiego (1997); Quality index according to Domański (1997)

³⁾ Wskaźnik według Prończuka i in. (1997); Quality index according to Prończuk et al. (1997)

⁴⁾ Własna propozycja; Own proposition

Inne relacje ujawniły się, gdy określano zależności w poszczególnych grupach odmian. W pierwszej grupie odmian analiza wskazała na silny związek jedynie pomiędzy Q i W_{syn} . Najbliższy ogólnemu aspektowi w tej grupie, okazał się wskaźnik Q_M ($r = 0,533$). Wskaźnik ten miał także tendencje do podobieństwa z pozostałymi wskaźnikami. Podobne relacje pomiędzy wskaźnikami występowały w grupie II odmian. W grupie III większość zależności korelacyjnych okazała się wysoko istotna. Nieistotny był jedynie współczynnik korelacji pomiędzy SrOA i Q, ale wartość tego współczynnika, w porównaniu do poprzednich grup odmian, była dość wysoka ($r = 0,488$).

Tabela 6

Współczynniki korelacji pomiędzy wskaźnikami jakości darni i ocenianymi cechami użytkowymi odmian *Festuca* spp. w wydzielonych grupach
Correlation coefficients among indexes of turf quality and assessed turf characters of *Festuca* spp. cultivars in separated groups

Cechy Characters	Wskaźniki Indexes	SrOA ¹⁾	W_{syn} ²⁾	Q ³⁾	Q_M ⁴⁾
Grupa I (n = 10) — group I (n = 10)					
SrZA ⁵⁾		0,508	-0,451	-0,633*	0,385
OD ⁶⁾		-0,415	0,874***	0,974***	0,174
DL ⁷⁾		-0,290	0,901***	0,972***	0,164
K ⁸⁾		0,460	0,562	0,373	0,902***
Grupa II (n = 7) — group II (n = 7)					
SrZA		0,562	-0,255	-0,619	0,567
OD		0,088	0,907**	0,991***	0,238
DL		-0,124	0,755*	0,969***	0,029
K		0,277	-0,370	-0,668	0,502
Grupa III (n = 13) — group III (n = 13)					
SrZA		0,550*	0,874***	0,962***	0,962***
OD		0,418	0,689**	0,896***	0,821***
DL		0,077	0,499	0,813***	0,727**
K		0,460	0,399	0,373	0,530

Istotne przy * P = 0,05; ** P = 0,01; *** P = 0,001

Significant at * P = 0.05; ** P = 0.01; *** P = 0.001

¹⁾ Średni ogólny aspekt estetyczny oceniony wiosną, latem i jesienią; Mean general aesthetic aspect assessed in spring, summer and autumn

²⁾ Wskaźnik według Domańskiego (1997); Quality index according to Domański (1997)

³⁾ Wskaźnik według Prończuka i in. (1997); Quality index according to Pronczuk et al. (1997)

⁴⁾ Własna propozycja; Own proposition

⁵⁾ Średnie zadarnienie ocenione wiosną, latem i jesienią; Mean shoot density assessed in spring, summer and autumn

⁶⁾ Odrastanie; Slow re-growth

⁷⁾ Doskonałość liścia; Leaf fineness

⁸⁾ Kolor; Colour

Analizując związek poszczególnych wskaźników z ocenianymi cechami stwierdzono, że ogólny estetyczny aspekt (SrOA) we wszystkich grupach odmian wykazywał jedynie tendencje do dodatniego związku z takimi cechami jak: zadarnienie i kolor w grupie I i II, oraz zadarnienie, odrastanie i kolor w grupie III.

Wskaźnik W_{syn} posiadał silne związki korelacyjne: z odrastaniem we wszystkich grupach, z doskonałością liścia w grupie I i II oraz z zadarnieniem w grupie III. Analiza

wskazała także na tendencję do dodatniej zależności tego wskaźnika od koloru w grupie I i III oraz doskonałości liścia w grupie III. Współczynniki korelacji pomiędzy W_{syn} i zadarnieniem w grupie I i II oraz kolorem w II grupie okazały się ujemne.

Wskaźnik Q wykazywał związek z odrastaniem i doskonałością liścia we wszystkich grupach, a z zadarnieniem tylko w grupie III. Stwierdzono także tendencje do dodatniej zależności tego wskaźnika od koloru w I i III grupie oraz tendencje do ujemnej zależności z zadarnieniem w I i II grupie i z kolorem w grupie II.

Proponowany wskaźnik Q_M wykazywał dodatnie związki ze wszystkimi cechami, ale wysoko istotne były: z kolorem ($r = 0,902^{***}$) w grupie I oraz z zadarnieniem, odrastaniem i doskonałością liścia w grupie III. Zaznaczyły się także silniejsze, choć nieistotne związki tego wskaźnika z zadarnieniem i kolorem w grupie II oraz z kolorem w grupie III.

Konstrukcja wskaźnika jakości darni Q_M jest oparta o podstawowe cechy odmian, które oceniano systematycznie — 3 razy w roku przy umiarkowanie intensywnym użytkowaniu trawników. W hodowli, w zależności od wyznaczonego celu, analizowane są również inne indywidualne cechy odmian. Prończuk i Prończuk (2003) podają, że cechy takie jak przezimowanie, średni ogólny aspekt, wskaźnik jakości Q i zimozieloność są cechami, które powinny być uwzględniane w hodowli odmian przeznaczonych na trawniki umiarkowanie intensywnie użytkowane.

PODSUMOWANIE

Powyższe badania wykazały, że ocena wartości trawnikowej odmian za pomocą ogólnego aspektu estetycznego jest niewystarczająca. Syntetyczne wskaźniki mogą stanowić jej uzupełnienie. Mogą zwrócić uwagę hodowcy na inne wartościowe cechy u genotypów, np. zdolność do zagęszczania darni, zabarwienie czy doskonałość liścia (wąską blaszkę liściową).

Stwierdzono różnice w ocenie wartości odmian przez poszczególne wskaźniki. Ich podobieństwo zależało od grupy odmian badanych. Mało zgodne wyniki uzyskano, gdy oceniano odmiany o niskim aspekcie estetycznym trawników. W grupie odmian, które charakteryzowały się najwyższą wartością trawników, występowały silne związki korelacyjne pomiędzy wieloma wskaźnikami.

Proponowany wskaźnik jakości darni Q_M był najbliższy średniemu ogólnemu aspektowi estetycznemu wśród porównywanych wskaźników, a otrzymane wartości dla odmian wykazywały tendencje podobieństwa do wartości wyrażonych za pomocą pozostałych wskaźników niezależnie od grupy porównywanych odmian. Wskaźnik ten może być przydatny w ocenie wartości odmian, rodów i ekotypów przy stosowaniu umiarkowanie intensywniej pielęgnacji trawników. Wymaga jednak sprawdzenia na innych gatunkach traw gazonowych i przy innym typie użytkowania trawnikowego.

Metody statystyczne takie jak metoda k-średnich i regresja wielokrotna okazały się bardzo przydatne w określaniu wagi cech i opracowaniu wskaźnika jakości darni.

LITERATURA

- Anonim 1. 1997. Turfgrass seed. The Sport Turf Research Institute Bingley: 16 pp.
- Anonim 2. 1991–1992. Bulletin des Variétés Graminées à gazon. Ministère de l'Agriculture et de la Forêt. République Française: 179 pp.
- Bara R. F., Dickson W. K., Murphy J. A., Smith D. A., Funk C. R. 1993. Performance of Kentucky bluegrass cultivars and selections in New Jersey turf trials. Rutgers Turfgrass Proc. of the New Jersey Turfgrass Expo, Atlantic City: 49—93.
- Bartosiewicz A. 1977. Urządzanie terenów zieleni. Wyd. Szkoln. i Pedagog., Warszawa: 1 — 404.
- Burton G. W. 1992. Breeding improved turfgrasses. In: Turfgrass. Waddington R.N. et al., (eds.). Agronomy Monograph 32: 769 — 776.
- Domański P. 1997. Koncepcja nowoczesnej oceny odmian traw w Polsce. Biul. Oceny Odmian. 28: 29 — 35.
- Domański P. 2001. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. Trawy darniowe kostrzewa czerwona, wiechlina łąkowa, życica trwała. COBORU Słupia Wielka, z. 1189: 1 — 40.
- Eucarpia 2003. Systems of variety evaluation. Workshop presentations. 25th Fodder Crops and Amenity Grasses Section Meeting Brno, Czech Rep. Book of abstracts: 117 — 127.
- Heckman J. R., Hill W. J. 1993. Moving practices and turf color. Rutgers Turfgrass Proc. of the New Jersey Turfgrass Expo, Atlantic City: 21 — 23.
- Prończuk M. 2000. Choroby traw — występowanie i szkodliwość w uprawie na nasiona i użytkowaniu trawnikowym. Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR 4: 1 — 183.
- Prończuk S. 1993. System oceny traw gazonowych. Biul. IHAR 186: 127 — 132.
- Prończuk S., Prończuk M., Żyłka D. 1997. Metody syntetycznej oceny wartości użytkowej traw gazonowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 457: 125 — 133.
- Prończuk S., Prończuk M. 2003. Zmienność cech u odmian *Poa pratensis* L. w umiarkowanym intensywnym użytkowaniu trawnikowym. Biul. IHAR 225: 265 — 276.
- Prończuk M., Prończuk M., Laudański Z., Prończuk S. 2003. Porównanie gatunków i odmian *Festuca* spp. w wieloletnim użytkowaniu trawnikowym. Biul. IHAR 225: 239 — 257.
- Skogley C. R., Sawyer C. D. 1992. Field research. In: Turfgrass. Waddington R. N. et al., (eds.). Agronomy Monograph 32: 589 — 614.
- Smith D. A., Bara R. F., Dickson W. K., Sun S., Funk C. R. 1993. Performance of fine fescue cultivars and selections in New Jersey turf trials. Rutgers Turfgrass Proc. of the New Jersey Turfgrass Expo, Atlantic City: 138 — 166.
- Trętowski J., Wójcik A. R. 1988. Metodyka doświadczeń rolniczych. WSRP Siedlce. 1 — 538.
- Versteeg F. 1996. Turfresearch in the Netherlands. Abstr. XXVI International Turfmeeting. Papendal, the Netherlands: 1 — 2.
- Wójcik A. R., Laudański Z. 1989. Planowanie i wnioskowanie statystyczne w doświadczałnictwie. PWN, Warszawa. 1 — 317.