

<https://doi.org/10.61308/FHGI2462>

Селекционна оценка на някои показатели за качеството на фуража при многогодишните житни треви – пасищен райграс (*Lolium perenne* L.)

Желязко Вълчинков*¹, Анелия Кътова²

Селскостопанска академия, ¹Институт по царевицата – Кнежа

Селскостопанска академия, ²Институт по фуражните култури – Плевен

*E-mail: los_23@abv.bg

Резюме: Определено е съдържанието на суров протеин, сурови влакнини и водоразтворими въглехидрати на 21 образца пасищен райграс (*Lolium perenne* L.) от колекционен питомник на Институт по фуражните култури – Плевен, за двугодишен период (2017-2018 г.), при първите три откоса. Извършена е статистическа обработка на данните, която включва регресионен, корелационен, двуфакторен дисперсионен и клъстер анализи. Резултатите показват тенденцията първи откос да е с най-ниско съдържание на суров протеин (CP) и с относително високо на сурови влакнини (CF) и най-високо на водоразтворими въглехидрати (WSC) и през двете изследвани години. При второ и трето прибиране суровият протеин се увеличава; съдържанието на сурови влакнини варира в различни граници, но като цяло намалява; количеството на водоразтворимите захари също намалява. Взаимодействието генотип – среда (образци x откоси) има недостововерен вариант и при трите изследвани показателя. Максимална стойност на суров протеин е отчетена при образец *Iljo* (CP=18,8 %) и минимална при *China* (CP=14,6 %). Не се наблюдават достоверни разлики между контролния сорт *Тетрани* (CP=16,1 %) и останалите варианти. При водоразтворимите захари и суровите влакнини се отчитат само два случая на достоверни разлики между образците. Клъстерният анализ разпределя растенията в три групи, като вторият клъстер от 8 образци е най-интересен за селекцията. Анализът добре разделя образците, както по отношение на тяхното ниво на плоидност, така и по оптималното съчетаване на трите показателя в един генотип. Наблюдава се достоверна отрицателна взаимовръзка между съдържанието на суров протеин и сурови влакнини ($r=-0,744$).

Ключови думи: пасищен райграс; химичен състав; статистически анализи

Breeding assessment of some forage quality traits in perennial grasses – perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.)

Zhelyazko Vulchinkov*¹, Aneliya Katova²

Agricultural Academy, ¹Maize Research Institute – Kneja, Bulgaria

Agricultural Academy, ²Institute of Forage Crops – Pleven, Bulgaria

*E-mail: los_23@abv.bg

Citation: Vulchinkov, Zh., & Katova, A. (2024). Breeding assessment of some forage quality traits in perennial grasses – perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Bulgarian Journal of Crop Science*, 61(2) 70-82 (Bg).

Abstract: The chemical composition of 21 accessions of *Lolium perenne* L. from the collection nursery of Institute of Forage Crops - Pleven, for three cuts each year, for the period 2017-2018, was evaluated as follows: crude protein (CP), % – according to Kjeldahl's method; crude fiber (CF), % – by Weende analysis; water-soluble carbohydrates (WSC) – according to Ermakov et al. Statistical processing of the data was performed, which

included regression, correlation, two-factor ANOVA and cluster analyses. There is a trend in both years for the first cut to be lowest in crude protein (CP); relatively high in crude fiber (CF) and highest in water soluble carbohydrates (WSC) content. In the second and third cuts, crude protein increases; crude fiber content varies within different limits, but generally decreases; and the amount of water-soluble carbohydrates also decreases. The genotype–environment (accessions x cuts) interaction had insignificant variance in all three studied traits. In terms of CP, the maximum value was reported for the Iljo variety (18.8%) and the minimum for *China* (14.6%). No significant differences were observed between the check *Tetryny* (16.1%) and the other accessions. Only two cases of significant differences were observed for CF and WSC between accessions. The cluster analysis arranges the accessions into three groups, with the second cluster of 8 accessions being the most interesting for the selection. The analysis well differentiates the accessions regarding the optimal combination of the three traits in one genotype, as well as their ploidy level. A significant negative correlation was observed between crude protein and crude fiber content ($r=-0.744$).

Key words: perennial ryegrass; chemical composition; statistical analyses

ВЪВЕДЕНИЕ

Балансираното съдържание на суров протеин (CP) сурови влакнини (CF) и водоразтворими въглехидрати (WSC) е от ключово значение за качеството на фуража, получен от многогодишните житни треви и има определящо значение за продуктивността на селскостопанските животни (Katova, 2007; Naydenova, 2009; Naydenova, 2016; Petkova et al., 2022).

Селекцията на качество при многогодишните треви започва на много по-късен етап от тази по продуктивност на фураж и семена (Katova, 2005). Една от главните задачи при нея е повишаването на енергийна стойност на $> 0,8$ крѐмни единици на килограм сухо вещество и минимум 13% съдържание на суров протеин (по Bondarev et al., 2002). За сравнение през края на 80-те години на миналия век хранителната стойност на 1 kg сено в България е равен на 0,48 крѐмни единици и с по-ниски стойности на протеина (Agricultural encyclopedia of BAS, 1987). По-нискокачественият фураж води до повишени разходи и оскъпяване на крайната продукция (Shpakov et al., 2002). Повишаване качеството на фуража подобрява и неговата смилаемост, която е една от основните цели в това селекционно направление (Fulkerson et al., 2003), като същевременно затруднява получаването на по-висок добив (продуктивност) на суха маса,

поради отрицателните корелации между тях (Posselt, 1994).

Английският райграс (*Lolium perenne* L.) е типична многогодишна, пасищна и сенокосна, фуражна трева с отлични хранителни качества. Съдържа по-малко лигнини и други сурови влакнини (CF), което го прави културата с най-висока средна смилаемост (> 70 %) на органичното вещество в сравнение с останалите многогодишни житни треви (Pavlov, 1996; Naydenova et al., 2003; Purwin et al., 2016). Същият този показател, както и съдържанието на водоразтворими въглехидрати (Schubiger & Lehman, 1998; Marais et al., 1993; Gilliland, 2002), са по-силно изявиени при тетраплоидните ($4n$) сортове, в сравнение с диплоидните ($2n$), което доказва полиплоидизацията като ефективен инструмент за селекционен напредък при тази култура (Gilliland et al., 2002; Rauf et al., 2021). При широкомащабни проучвания на съдържанието на суров протеин (CP) при пасищния райграс за условията на Югозападна Азия (над 560 образеца от 66 локации) Mut et al. (2017) съобщават за средна стойност на този показател от 14% с диапазон от 7 до 21 % и среден коефициент на вариране от 16,4 %. Съдържанието на водоразтворими въглехидрати (WSC) от средно 170 g/kg суха маса (или $\sim 17\%$) нарежда пасищния райграс на първо място сред многогодишните житни треви, като трябва да се има предвид, че то много силно зависи от условията на отглеж-

дане и средата (Mc Donald, 1981; Katova, 2005; Olszewska, 2021). Генетичното вариране при този признак е по-голямо в сравнение със суровия протеин и смилаността. По данни на Fulkerson et al. (2003) съдържанието на водоразтворими захари има по-висока наследяемост, в сравнение с другите качествени показатели. Това се потвърждава и от по-скорошни изследвания на Gallagher et al. (2015).

Naydenova et al. (2003) предлагат регресионни уравнения за прецеждане оценката на *in-vitro* смилаността на фуражите, получени от различни многогодишни житни треви, както и за 5 показателя на химичния състав: суров протеин; сурови влакнини, неутрално детергентни влакнини; киселинно детергентни влакнини и киселинно детергентен лигнин. Тези регресионни уравнения са разработени за шест вида култури, като конкретно за пасищния райграс точността на оценките на суровия протеин и суровите влакнини е висока. Carlier et al. (2011) посочват границите на референтните стойности за суров протеин, сурови влакнини и водоразтворими въглехидрати при най-използваните фуражни житни треви.

Цел на настоящето проучване е да се направи оценка на химичния състав на образци английски райграс от колекцията на Института по фуражните култури (ИФК) – Плевен, относно съдържанието на суров протеин, сурови влакнини и водоразтворими въглехидрати.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

През 2015 г. в опитното поле на ИФК-Плевен е създаден колекционен питомник (КП) от 21 образца пасищен райграс (*Lolium perenne* L.) (Таблица 1) – сортове (ди- и тетраплоидни) и екотипове, с индивидуално разположение на растенията, чрез разсад, при разстояние 50/50 cm, всеки образец е представен от 50 индивидуални растения (25 за фураж и 25 – за семена). Прибиранията на суха маса са осъществявани в опита за фураж. Експери-

ментите са изведени при неполивни условия. Прибирането на свежата зелена маса е индивидуално, чрез ръчно покосяване със сърп на височина 5-7 cm., за всяко растение. Първото прибиране (откос) е във фаза начало на изкласяване, съобразно групите на зрелост, а следващите отави са на приблизително 4 седмичен интервал. Отчетени са показатели за качеството на фуража от двугодишен период (2017 и 2018 г.). За анализ са използвани средни за всеки образец растителни проби от първите три откоса по години, изсушени при 60° C до постоянно тегло. Изсушените проби преди анализ са смлени с мелница “Retsch SM 100”.

Химични анализи: Химичният състав на всякака проба е определен, както следва:

- Суров протеин (CP), % – по метода на Келдал (CP=N x 6,25), по Sandev (1979);
- Сурови влакнини (CF), % – чрез *Weende* анализ (Van Soest, 1964);
- Водоразтворими въглехидрати (WSC) – по Ermakov et al. (1987).

Статистическа обработка: Статистическата обработка на данните включва регресионен, корелационен, двуфакторен дисперсионен (Hallauer, 1988) и клъстер (Ward, 1963) анализи. Изчисленията и обработката на данните са извършени с компютърните програми *Microsoft Excel* и *SPSS 25*.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Английският райграс е добре облистена и силно братяща многогодишна житна трева, която дава високи добиви на фураж с добра хранителна стойност. Видът е подходящ както за пасищно, така и за сенокосно направление. При подходящи условия на отглеждане проявява голяма дълготрайност (Humphreys et al., 2010), което позволява използването му в продължение на няколко години, без нужда от подсяване (Samroux et al., 2010). Първите два до три откоса имат най-голямо стопанско значение за фуражопроизводството на тази култура.

Таблица 1. Колекционен питомник (КП) с образци пасищен райграс**Table 1.** Collection nursery with perennial ryegrass accessions

№ / N	Образец / Accession	Тип / Type	Произход / Origin	Плоидност / Ploidy
1	Sokolare	ecotype	BG	2n
2	Harmoniya	variety	BG	2n
3	Tetramis	variety	BG	4n
4	Strandzha	variety	BG	2n
5	Tetrany	variety	BG	4n
6	Mara	variety	RO	2n
7	Ravnogor 1	ecotype	BG	2n
8	Topolovgrad	ecotype	BG	2n
9	Merlinda	variety	BE	4n
10	Roy	variety	BE	4n
11	Meltador	variety	BE	4n
12	Meracoli	variety	BE	4n
13	Melpetra	variety	BE	4n
14	Floris	variety	BE	4n
15	Ижо	variety	BE	2n
16	Bekovi skali	ecotype	BG	2n
17	China*	ecotype	CH	2n
18	Magura	variety	RO	4n
19	Ravnogor 2	ecotype	BG	2n
20	Melverde	variety	BE	4n
21	Merkem	variety	BE	4n

*Образец China е от вида *Lolium multiflorum* Lam. Ssp. *Westerwoldicum*

*Accession China is *Lolium multiflorum* Lam. Ssp. *Westerwoldicum*

BG – България; RO – Румъния; BE – Белгия; CH – Китай

Обединените резултати от дисперсионните анализи на трите изследвани признака (химически показатели) от колекцията английски райграс са показани в таблица втора (Таблица 2.).

Наблюдава се достоверност на вариансите както при условията (откосите), така и при генотиповете (образците). Вариансите на условията са високо достоверни ($P=1\%$), като техните абсолютни стойности са многократно по-високи от тези на образците, което означава че изследваните показатели се определят в много по-голяма степен от условията на средата, за конкретния опит. Няма достоверно взаимодействие генотип – среда (откоси x образци). Това означава, че образците реаги-

рат приблизително по един и същи начин при промяна условията на средата за проучваните признаци. При достоверни варианти на генотиповете може да се очакват достоверни разлики между тях. Според изследванията на Roetsch et al. (2016) при три групи по вегетация пасищен райграс не се наблюдават достоверни взаимодействия генотип – среда между плоидното ниво, вегетационния период и датите на прибиране по отношение на суровия протеин.

В следващата Таблица 3 са посочени средните стойности и варирането на химическите показатели на колекцията от английски райграс по откоси и години.

Таблица 2. Обединен двуфакторен дисперсионен анализ (по Hallauer, 1988) за съдържанието на суров протеин (CP), сурови влакнини (CF) и водоразтворими въглехидрати (WSC) при 21 образца пасищен райграс от три откоса за две години (2017 и 2018 г.)

Table 2. Joint ANOVA-analysis of variance (by Hallauer, 1988) for crude protein (CP), crude fiber (CF) and water-soluble carbohydrates (WSC) content in 21 English ryegrass accessions from three cuts of two years (2017 and 2018)

Източник на вариране / source of variation	df	CP	CF	WSC
Откоси (условия) / Cuts (environment)	2	337.27**	77.527**	265.18**
Образци (генотипове) / Accessions (genotypes)	20	8.60*	14.219*	8.01*
Откоси x Образци / Cuts x Accessions	40	2.68	2.629	2.96
Повторения в условията (откоси в годините) / Rep. in environment (cuts in years)	3	43.91	46.186	18.61
Грешка / Error	60	4.46	4.264	2.92
Общо / Total	125			

Достоверност на вариансите при P=5 % () и P=1% (**)
Significance of variances at P=5% (*) and P=1% (**)*

Таблица 3. Средни стойности и вариране на признаците съдържание на суров протеин (CP), сурови влакнини (CF) и водоразтворими въглехидрати (WSC) при 21 образца пасищен райграс от три откоса за две години (2017 и 2018 г.)

Table 3. Mean values and variation of crude protein (CP), crude fiber (CF) and water-soluble carbohydrates (WSC) content of 21 perennial ryegrass accessions from three cuts in two years (2017 and 2018)

	CP (%)				CF (%)				WSC (%)				Год. / Y.
	I	II	III	x	I	II	III	x	I	II	III	x	
X	12,6	17,7	20,2	16,8	25,6	21,5	21,0	22,7	9,4	5,3	3,6	6,1	2017
min	9,9	13,1	14,1	12,4	21,1	17,3	17,3	18,6	4,5	3,6	1,0	3,0	
max	16,2	21,4	25,0	20,9	29,1	29,4	25,9	28,1	12,0	7,7	8,2	9,3	
SD	1,6	2,3	2,9		1,9	2,8	2,3		1,8	1,1	1,5		
CV, %	12,9	12,9	16,6		7,7	13,1	10,8		19,6	21,6	42,3		
X	13,6	16,5	17,0	15,7	23,0	23,3	22,6	22,9	9,6	7,0	5,2	7,2	2018
min	9,2	13,1	14,0	12,1	18,7	20,2	19,5	19,5	5,7	2,1	2,7	3,5	
max	16,8	20,1	19,8	17,7	29,0	27,3	27,2	27,8	15,0	11,5	8,2	11,6	
SD	2,1	1,8	1,4		2,6	1,9	1,9		2,7	2,4	1,4		
CV, %	15,6	10,7	8,2		11,5	8,2	8,3		28,4	33,7	27,7		

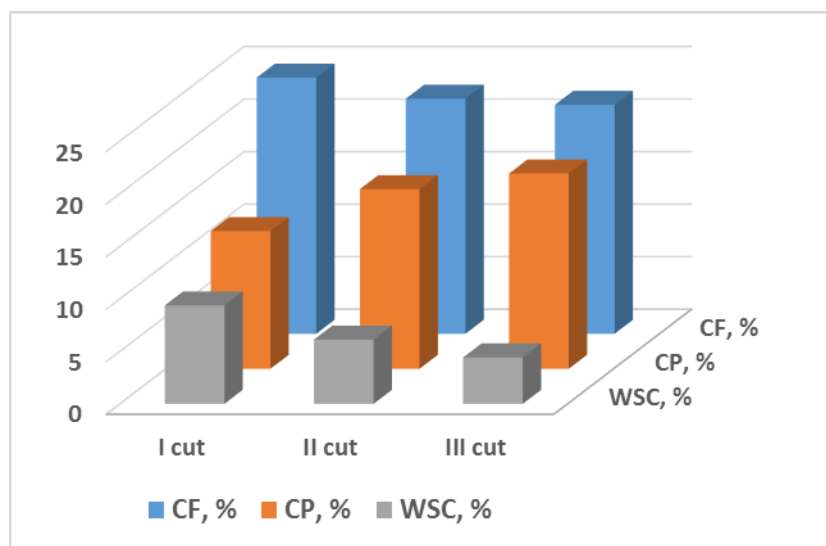
Съдържанието на суров протеин е относително по-високо през 2017 г. (6,8%), спрямо 2018 г. (15,7%). Размахът на средните стойности (минимум – максимум) е по-голям през първата година от изследването. Варирането на признака като средна стойност от шестте откоса за двете години е умерено (12,81%). Съдържанието на суровите влакнини е сравнително едно

и също и през двете години (22,7 и 22,9%). Варирането на този признак, екстраполирано от всички откоси е слабо (9,87 %). Водоразтворимите захари показват средни стойности от 6,1 до 7,2% за двете години, съответно, като размахът им е по-голям през втората година. Варирането им е силно със средна стойност на CV (%) за шестте откоса е 28,83%.

Фигура 1 представлява графично изражение на Таблица 3 и отразява динамиката в съдържанието на сурови влакнини (CF), суров протеин (CP) и водоразтворими захари (WSC) за първите три откоса от колекцията пасищен райграс за изследвания период (2017-2018 г.). Наблюдава се следната тенденция: първият откос е с най-ниско съдържание на суров протеин; относително високо на сурови влакнини; и най-високо – на водоразтворими въглехидрати. В последващите второ и трето прибиране суровият протеин се увеличава; съдържанието на сурови влакнини варира в различни граници, но като цяло е в десцендент; а количеството на водоразтворимите захари също намалява. Тази динамика се проявява и през двете изследвани години, което в голяма степен потвърждава предходни изследвания на Katova & Naydenova (2017, a) при пасищният райграс, както и при други многогодишни житни култури (Katova & Naydenova 2017, b, c). За сравнение Poetsch et al. (2016) съобщават за обратна тенденция – намаляване съдържанието на CP в по-късните откоси, като то остава относително най-високо при сортове английски райграс с най-дълга вегетация.

Следващата Таблица 4 показва съдържанието на суров протеин (изразено в %) при 21 образци пасищен райграс от корекционния питомник за двугодишен период (2017-2018). Изчислени са и най-малките достоверни разлики между образците, като за контрола е използван признатият за РХС и регистриран в сортовата листа на Р. България тетраплоиден (4n) сорт *Tetryny*. Размахът в стойностите на отчетения химичен показател за 2017 г. е от 14,5 % при образец *China* (за който, в последствие се установи, че не е пасищен райграс, а друг вид едногодишна житна трева) до 20,5 % при белгийския сорт *Iljo*. През 2018 г. най-ниска от средните стойности има местния екотип *Ravnogor 2* (13,9%), а най-висока – белгийския тетраплоиден сорт *Meltador* (17,7%).

Общо за изследвания период десет образца са с по-високо съдържание на суров протеин, спрямо контролата, като трите варианта с най-висока стойност на признака са както следва: *Iljo* със средно 18,8% съдържание на суров протеин (или 116,8%) от контролата; *Melpetra* (18,1 % CP или 112,4% от к.) и *Meracoli* – 17,7% CP (109,9% от к.). И при три-



Фигура 1. Динамика в съдържанието на суров протеин (CP), сурови влакнини (CF) и водоразтворими захари (WSC) при 21 образца английски райграс (*Lolium perenne* L.) за 2017-2018 г.

Figure 1. Dynamics of crude protein (CP), crude fiber (CF) and water-soluble sugars (WSC) content in 21 English ryegrass (*Lolium perenne* L.) accessions for 2017-2018.

Таблица 4. Съдържание на суров протеин (СР, %) при 21 образца Английски райграс за 2017 и 2018 година и най-малките достоверни разлики между тях за периода

Table 4. Crude protein content (CP, %) in 21 English ryegrass accessions for 2017 and 2018 and the least significant differences (LSD) between them for the period

Образци / Accessions	2017	2018	Ср. за периода / Av. for the period	% от к. / % of c.
Sokolare	15,5	14,5	15,0	93,2
Harmoniya	15,3	14,0	14,7	91,3
Tetramis	15,1	16,7	15,9	98,8
Strandzha	14,9	15,6	15,3	95,0
Tetryny (с.)	16,1	16,0	16,1	100,0
Mara	18,0	15,8	16,9	105,0
Ravnogor 1	16,3	15,6	16,0	99,4
Topolovgrad	14,7	14,6	14,7	91,3
Merlinda	16,7	16,5	16,6	103,1
Roy	16,4	16,4	16,4	101,9
Meltador	17,0	17,7	17,3	107,5
Meracoli	18,2	17,2	17,7	109,9
Melpetra	19,0	17,2	18,1	112,4
Floris	17,7	15,7	16,7	103,7
Iljo	20,5	17,0	18,8	116,8
Bekovi skali	15,8	14,9	15,3	95,0
China	14,5	14,7	14,6	90,7
Magura	17,2	14,0	15,6	96,9
Ravnogor 2	17,1	13,9	15,5	96,3
Melverde	18,0	15,0	16,5	102,5
Merkem	19,0	16,5	17,8	110,6
Average	16,8	15,7	16,3	
Min	14,5	13,9	14,2	
Max	20,5	17,7	19,1	
LSD 5%			2,7	
LSD 1%			3,6	
LSD 0,1%			4,8	

те сорта, превишаващи контролата не се отчитат достоверни разлики спрямо нея.

Един от водещите ограничаващи фактори на хранителната стойност при фуражите е наличието на трудно или несмилаеми компоненти, като сурови влакнини, лигнини и др. (Akin, 1989). Характерно за житните треви е повишеното съдържание на влакнини, особено в листната маса, в сравнение с бобовите култури. Същевременно обаче (по данни на Vuxton et al.,

1997), те са по-лесно смилаеми от преживните животни – 40 до 50% при бобовите влакнини и до 60–70% от житните, съответно.

Резултатите за съдържанието на сурови влакнини, заедно с изчислените най-малки достоверни разлики са посочени в Таблица 5. Размахът в стойностите за 2017 г. е от 19,1 % при белгийския сорт *Iljo*, до 27,1 % при образец *China*, за който обаче се установи, че е друг вид.

Таблица 5. Съдържание на сурови влакнини (CF, %) при 21 образеца пасищен райграс за 2017 и 2018 година и най-малките достоверни разлики между тях за периода

Table 5. Crude fiber content (CF %) in 21 English ryegrass accessions for 2017 and 2018 and the least significant differences (LSD) between them for the period

Образци / Accessions	2017	2018	Ср. за периода / Av. for the period	% от к. / % of c.
Sokolare	24,3	24,4	24,3	111,0
Harmoniya	23,3	23,5	23,4	106,9
Tetramis	23,0	23,8	23,4	106,9
Strandzha	23,2	25,1	24,1	110,0
Tetryny (с.)	22,6	21,3	21,9	100,0
Mara	21,5	22,7	22,1	100,9
Ravnogor 1	22,3	23,6	22,9	104,6
Topolovgrad	24,5	22,0	23,2	105,9
Merlinda	22,8	21,5	22,1	100,9
Roy	21,2	20,5	20,9	95,4
Meltador	22,2	20,7	21,5	98,2
Meracoli	21,7	20,6	21,1	96,3
Melpetra	22,0	21,2	21,6	98,6
Floris	23,2	23,0	23,1	105,5
Iljo	19,1	22,0	20,5	93,6
Bekovi skali	24,3	24,2	24,2	110,5
China	27,1	27,2	27,2	124,2
Magura	23,8	25,4	24,6	112,3
Ravnogor 2	22,2	23,1	22,7	103,7
Melverde	22,1	21,3	21,7	99,1
Merkem	21,2	24,7	22,9	104,6
Average	22,7	22,9	22,8	
Min	19,1	20,5	20,5	
Max	27,1	27,2	27,2	
LSD 5%			2,7	
LSD 1%			3,6	
LSD 0,1%			4,7	

В следващата 2018 г. е 20,5 % при сорт *Roy* и 27,2 % отново при *China*. За целия двугодишен период (2017-2018 г.) четирите образеца с най-голяма изява на този признак спрямо контролата са както следва: *China* (27,2 %); екотип *Sokolare* (24,3 %); *Bekovi skali* (24,2 %) и *Strandzha* (24,1 %). С най-ниско съдържание на сурови влакнини, съответно и с относително по-добро качество на фуража, са белгийският сорт *Iljo* (20,5 %), следван

от *Roy* (20,9 %), *Meracoli* (21,1 %) и *Meltador* (21,5 %).

Обхватът на процентните стойности при суровите влакнини, спрямо контролния сорт е от 93,6 до 124,2 %. Образците, подреждащи се под контролата (като в конкретния случай по-ниските стойности на признака са ценни за селекцията) са тетраплоидните (4n) сортовете *Roy*, *Meltador*, *Meracoli*, *Melpetra* и *Melverde*, като и диплоидния (2n) *Iljo*, който

е и с най-ниската стойност от 93,6 %. Няма достоверни разлики между контролата и образците, подреждащи се под нея. Останалите 15 образци от колекцията се разпределят над контролата, като с най-голямо съдържание на сурови влакнини е *China* с 124,2%, а непосредствено до него е *Magura* със 112,32 %. Само тези два образца се различават от контролата при ниво на вероятност $P=5\%$. Между белгийския *Iljo* и *China* разликата е високо достоверна ($P=0,1\%$).

Данните за съдържанието на водоразтворими въглехидрати (*WSC*) са представени на Таблица 6. Минималните стойности на признака за двете години са 4,9 % и 5,0 %, съответно, а максималните – 7,8 и 9,3 %, като размахът е по-голям за втората.

Само един образец (*Melverde*) превишава контролата със 102,4 %, без да се наблюдава достоверна разлика. Останалите деветнадесет образца са под контролата, като с най-ниска стойност е екотип *Magura* (63,4 % спря-

Таблица 6. Съдържание на водоразтворими захари (*WSC*, %) при 21 образца пасищен райграс за 2017 и 2018 година и най-малките достоверни разлики между тях за периода

Table 6. Water-soluble carbohydrates content (*WSC*, %) in 21 English ryegrass accessions for 2017 and 2018 and the least significant differences (*LSD*) between them for the period

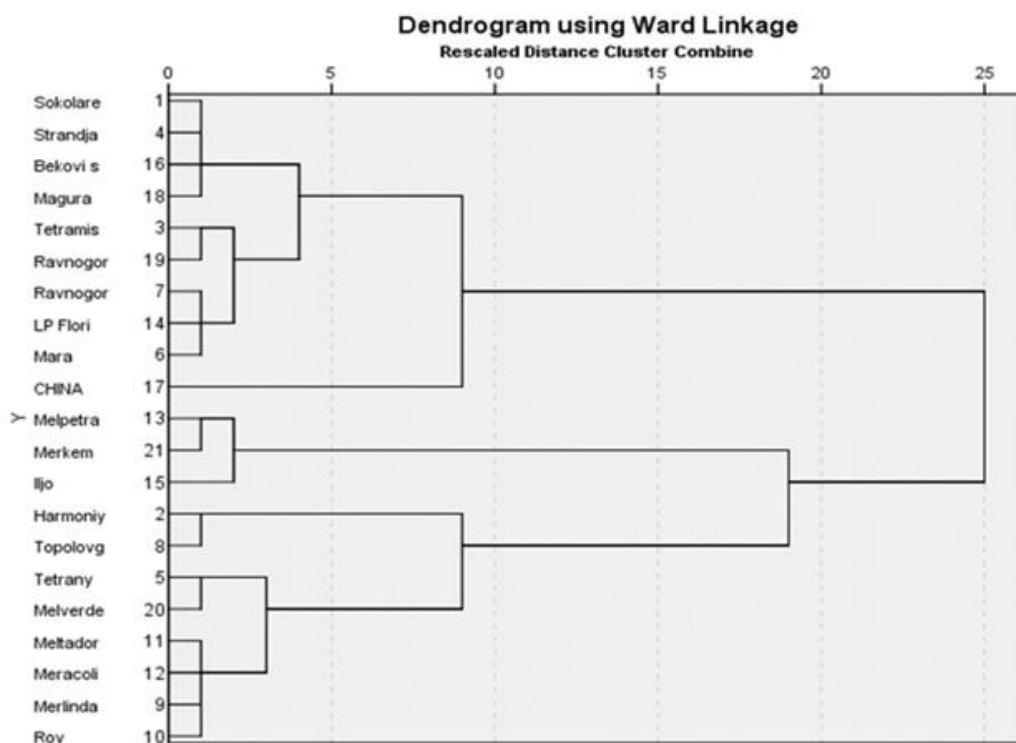
Образци / Accessions	2017	2018	Ср. за периода / Av. for the period	% от к. / % of c.
Sokolare	6,2	6,6	6,4	78,0
Harmoniya	7,3	7,4	7,4	90,2
Tetramis	6,9	5,4	6,2	75,6
Strandzha	7,2	5,0	6,1	74,4
Tetryny (с.)	7,0	9,3	8,2	100,0
Mara	6,0	5,7	5,9	71,9
Ravnogor	6,2	5,3	5,8	70,7
Topolovgrad	6,5	9,1	7,8	95,1
Merlinda	5,8	8,0	6,9	84,1
Roy	7,1	7,2	7,2	87,8
Meltador	6,9	8,8	7,9	96,3
Meracoli	7,0	8,7	7,9	96,3
Melpetra	5,2	7,2	6,2	75,6
Floris	5,2	7,4	6,3	75,8
Iljo	5,2	5,4	5,3	64,6
Bekovi skali	6,2	6,6	6,4	78,0
China	5,4	5,1	5,3	64,6
Magura	4,9	5,5	5,2	63,4
Ravnogor 2	5,5	7,1	6,3	76,8
Melverde	7,9	8,9	8,4	102,4
Merkem	5,1	5,7	5,4	65,8
Average	6,2	6,9	6,6	
Min	4,9	5,0	5,0	
Max	7,9	9,3	8,6	
LSD 5%			2,8	
LSD 1%			3,8	
LSD 0,1%			5,0	

мо к.). Образците с достоверна разлика под контролния сорт са: *Magura* (63,4 %); *China* (64,6 %) и *Ilio* (64,6 %). Спрямо *Melverde* същите изброени три образца плюс *Merkem* се различават достоверно от него.

Изчислените взаимовръзки между трите качествени показателя имат отрицателни стойности, като достоверна корелация се наблюдава само между съдържанието на суров протеин и сурови влакнини ($r=-0,744^{***}$), която има потвърдителен характер. При проучване на връзките между количествени и качествени признаци при многогодишни житни треви и бобови смеси *Bozhanska & Churkova* (2020) съобщават за отрицателна взаимовръзка между съдържанието на суров протеин и сурови влакнини. Същото се потвърждава и в изследванията на *Petkova* (2023). Това създава условия за целенасочен отбор.

Дендрограма на йерархичен клъстер-анализ (по *Ward, 1963*), обединяващ трите признака на основата на техните средни стойности при 21 образца английски райграс за двугодишен период, е показана на следващата *Фигура 2*. Формират се три ясно обособени групи.

В първа група попадат 10 образца, които имат съдържание на СР под генералната средна; по-високо съдържание на CF от средната; и WSC с по-ниско съдържание. Това са образците: *Sokolare*; *Strandzha*; *Bekovi skali*; *Magura*; *Tetramis*; *Ravnogor 2*; *Ravnogor 1*; *Floris*; *Mara* и *China*. Последният образец формира отделен подклъстер поради това, че има най-отдалечени стойности спрямо другите и по трите признака. От гледна точка на произхода 3 образца са екотипове; 6 – сортове, като 5 са тетраплоидни (4n) и един диплоиден



Фигура 2. Клъстер-анализ по метода на *Ward (1963)*, обединяващ суров протеин (СР), сурови влакнини (CF) водоразтворими захари (WSC) при 21 образца Английски райграс, от три откоса, за две години (2017-2018 г.)

Figure 2. Cluster analysis (by *Ward, 1963*) combining crude protein (CP), crude fiber (CF) water soluble carbohydrates (WSC) in 21 English ryegrass accessions from three cuts over two years period (2017-2018)

(2n). Екотипове са диплоиди. Съчетанието на трите признака в този клъстер (високо съдържание на CF и ниско на CP и WSC) го характеризират като най-неблагоприятен в селекционно отношение.

Втори клъстер включва: *Roy*; *Merlinda*; *Meracoli*; *Meltador*; *Melverde*; *Tetrany*; *Topolovgrad* и *Harmoniya*, или общо осем генотипа, като последните два образуват самостоятелна подгрупа на основата на пloidна отдалеченост спрямо другите. Всички генотипове са тетраплоидни (4n) сортове, с изключение на *Harmoniya* и на екотип *Topolovgrad*, които формират споменатата самостоятелна диплоидна подгрупа. Образците в клъстера имат протеиново съдържание колкото средното за опита, влакнини под генералната средна и водоразтворими въглехидрати над средната. Това съчетание прави групата да е най-благоприятно от селекционна гледна точка и предоставя възможност за целенасочен отбор. Това потвърждава, че анализът ясно диференцира генотиповете по пloidно ниво.

Последният трети самостоятелен клъстер включва два тетраплоидни сорта (*Merkem* и *Melpetra*) и диплоидния белгийски сорт *Iljo*, имащи по-високо съдържание на суров протеин, по-ниско на сурови влакнини и по-ниско от генералната средна на водоразтворими въглехидрати. Благоприятното съчетание на първите два признака в този клъстер също предоставя селекционно предимство.

Проведеният клъстер-анализ между трите признака на фуража (CP, CF и WSC) при пасищния райграс добре диференцира образците по отношение оптималното им съчетаване в един генотип. Това прави този анализ важен инструмент по отношение селекцията на качество.

ИЗВОДИ

От направеното проучване на химичните показатели, определящи качеството на фуража на образците пасищен райграс могат да се направят следните изводи:

Вариансите на условията на средата (отколкото тези на генотиповете (образците)). Взаимодействието генотип-среда е недостоверно.

Наблюдава се тенденцията първото прибиране (откос) да е с най-ниско съдържание на сурови протеини (CP), относително високо на сурови влакнини (CF) и най-високо на водоразтворими въглехидрати (WSC) и през двете години. Във втори и трети откос CP се увеличава; съдържанието на CF варира в различни граници, но с тенденция да намалява; количеството на WSC също намалява. Отчита се отрицателна достоверна корелация между съдържанието на суров протеин и сурови влакнини.

Не се наблюдават достоверни разлики между контролния сорт и останалите образци по отношение съдържанието на суров протеин, като с най-висока стойност е сорт *Iljo*. Суровите влакнини имат достоверни разлики над контролата при два образца (*China* и *Magura*). За водоразтворимите въглехидрати се отчитат четири случая на достоверни разлики под контролата – *Magura* (4n); *China*; *Iljo* (2n) и *Merkem*(4n). Сорт *Melverde* превишава недостоверно контролата *Tetrany*.

Клъстерният анализ между трите изследвани признака разпределя образците в три групи, като осемте генотипа от втория клъстер са най-интересни за селекцията. Анализът добре разграничава образците, подреждайки ги по отношение както на оптималното съчетание на трите признака в един генотип от една страна, така и по тяхното пloidно ниво, от друга. Този анализ може да се използва като важен инструмент при взимането на решения по отношение на селекцията на качество.

БЛАГОДАРНОСТИ

Проучването е докладвано на научна конференция „Иновации в аграрната наука за ефективно земеделие“ в ЗИ-Шумен, съфинансирана от МОН по договор с ФНИ - № КП06 - МНФ/15 от 08.08.2023 г.

This research is published with the financial support of the Ministry of Education and Science on the basis of contract No. КП06 - МНФ/15-08.08.2023 with the Scientific Research Fund.

ЛИТЕРАТУРА

- Agricultural encyclopedia of BAS**, (1984). Volume 1, page 487, edited by Hr. Daskalov and team, BAS, 1984 (Bg).
- Akin, D. E.** (1989). Histological and physical factors affecting digestibility of forages. *Agronomy Journal*, Vol. 81, pp. 17–25.
- Bondarev, V. A., Akhlamov, Yu. D., Shevtsov, A.V. Sokolkov, V. M. Otroshko, S. A. & Sharikov, N. D.** (2002). Results and prospects of research on food canning and storage. Shpakov A.S., Trofimov I.A., Kutuzova A.A., Shamsutdinov Z.Sh., Fitsev A.I., Georgiadi N.I. to the 80th anniversary of the All-Russian Research Institute of Feed named after V. R. Williams. Moscow, 2002. FGNU Rosinformagrotekh, M. P. 524 (Ru).
- Bozhanska, T. & Churkova, B.** (2020). Correlation and regression relationships between quantitative and qualitative indicators of perennial grass and legume mixtures. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (3), pp. 567-573.
- Buxton, D., & Redfearn, D.** (1997). Plant Limitations to Fiber Digestion and Utilization. *The Journal of nutrition*. 127. 814S-818S. 10.1093/jn/127.5.814S.
- Carlier, L., Van Waes, C., Vlahova, M., & Mihovsky, Ts.** (2011). Chemical composition and feeding value of grass and forage crops. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 14(4), pp. 753-779.
- Ermakov, A., Arasimovich, V., Yarosh, N., Peruanskii, Yu., Lukovnikova, G., & Ikononova, M.** (1987). Methods of biological study of plants, Agropromizdat, M., 134–135 (Ru).
- Fulkerson, W. J., Slack, K., Bryant, R., & Wilson, F.** (2003). Selection for more persistent perennial ryegrass (*Lolium perenne*) cultivars for subtropical/warm temperate dairy regions of Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43, 1083-1091.
- Gallagher, J. A., Turner, L. B., Cairns, A. J., Farrell, M., Lovatt, J. A., Sköt, K., ... & Roldán-Ruiz, I.** (2015). Genetic differentiation in response to selection for water-soluble carbohydrate content in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *BioEnergy Research*, 8, 77-90.
- Gilliland, T. J.** (2002). Grass and Clover Recommended Varieties for Northern Ireland 2002/03. Plant Testing Station, Crossnacreevy, DARD, ISBN 1 85527 543 2, 25 p.
- Gilliland, T. J., Barrett, P. D., Mann, R. L., Agnew, R. E. & Fearon, A. M.** (2002). Canopy morphology and nutritional quality traits as potential grazing value indicators for *Lolium perenne* varieties. *The Journal of Agricultural Science*, 139 (3), pp.257-273.
- Hallauer, A. R.** (1988). Modern methods in maize breeding. Workshop on maize breeding and maize production – Euro maize'88 – October 6-8, 1988, Belgrade, Yugoslavia.
- Humphreys, M. W., Feurstein, U., Vandewalle, M., & Baert, J.** (2010). Raygrasses, In: B. Boller et al. (eds.) *Fodder Crops and Amenity Grasses, Handbook of Plant breeding* 5, Springer Science Business Media, LLC 2010, pp. 211-260.
- Katova, A.** (2007). Species and varieties of perennial grasses for high quality forage in Bulgaria, *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 14- th Meeting of the FAO-CIHEAM Mountain pasture, 156-161 (Bg).
- Katova, A., & Naydenova, Y.** (2017, a). Chemical composition, digestibility and feeding value of perennial ryegrass. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 2017, 20 (1), 135-147, ISSN 2367-8364 (Online) (Bg)
- Katova, A., & Naydenova, Y.** (2017, b). Chemical composition, Digestibility and Feeding value of accessions orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.). *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, ISSN 1311-0489, Vol. 20, 3, 1 – 15 (Bg).
- Katova, A., & Naydenova, Y.** (2017, c). Chemical composition, Digestibility and Feeding value of accessions from genius *Festuca*. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, ISSN 1311-0489, Vol. 20, 3, 16 – 34 (Bg).
- Katova, A.** (2005). Evaluation of morphological characters, biological properties and economic qualities of plant geneplasm from the species English ryegrass (*Lolium perenne* L.) with a view to selection. PhD Dissertation, IFK, Pleven (Bg).
- Marais, J. P., de Figueiredo, M., & Goodenough, D. C. W.** (1993). Dry matter and nonstructural carbohydrate content as quality parameters in a *Lolium multiflorum* breeding programme. *African Journal of Range & Forage Science*, 10:3, 118-123.
- Mc'Donald, P.** (1981). *The biochemistry of silage*. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, UK. pp. 226.
- Mut, H., Gulumser, E., Dogrusoz, M., Basaran, U., Ayan, I., & Gulumser, A.** (2017). Evaluation and characterization of perennial ryegrass genotypes collected from natural flora. *Romanian Agricultural Research*, NO. 34, 2017. Print ISSN 1222-4227; Online ISSN 2067-5720.
- Naydenova Y.** (2009). Analysis and assessment of forage quality in the selection of perennial grasses, *Field Crop Studies, Dobroudja Agricultural Institute, General Toshevo, Bulgaria*, ISSN 1312-3882, V-2, 357-375 (Bg).

- Naydenova, Y.** (2016). Protein feeding value estimation of forage perennial grasses by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). In *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans* (Vol. 19, Issue 1, pp. 96–123) (Bg).
- Naydenova, Y., Pavlov, D., Katova, A., Day, P., Kirilov, A., Todorov, N., & Katerov, I.** (2003). Estimation of chemical composition and digestibility of perennial grasses by regression equations. In: *Optimal forage systems for animal production and the environment*. Kirilov, A.; Todorov, N. and Katerov, I. (eds). Proceedings of the 12th Symposium of the European Grassland Federation, Pleven, Bulgaria, 26-28 May 2003, 2003, pp. 211-214. (Bg).
- Olszewska, M.** (2021). „Effects of Cultivar, Nitrogen Rate and Harvest Time on the Content of Carbohydrates and Protein in the Biomass of Perennial Ryegrass“ *Agronomy* 11, no. 3: 468. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030468>
- Pavlov, D.** (1996). Productivity, nutritional value, quality characteristics of different groups of forage crops and possibilities for their prediction, PhD Dissertation, Sofia, 569 pages. (Bg)
- Petkova, M., Bozhanska, T., Bozhanski, B., & Iliev, M.** (2022). Chemical Composition and Energy Nutritional Value of Forage Crops under Mountain Conditions. In *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans* (Vol. 25, Issue 5, pp. 254–271).
- Petkova, M.** (2023). Bioproductive and quality characteristics of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in a technological aspect. Author's summary of dissertation for awarding the educational and scientific degree «Doctor».
- Poetsch, E. M., Resch, R., & Krautzer, B.** (2016). Variability of yield and forage quality between three heading groups of english ryegrass (L.) during the first growth/Variabilität von Ertrag und Futterqualität zwischen drei Reifegruppen von Englischem Raygras (L.) im Verlauf des ersten Aufwuchses. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*, 67(2), 69-75.
- Posselt, U. K.** (1994). Selection parameters of quality traits in perennial ryegrass. *Proc. Eucarpia Fodder Crops Section for 1994*: 129–135.
- Purwin, C., Stanek, M., Lipiński, K., Wierzbowska, J., Nogalska, A., & Fijalkowska, M.** (2016). Effect of a harvest time and cultivar on the chemical composition and in vitro ruminal dry matter degradability of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *J. Elem.* 2016, 21, 811–822.
- Rauf, S., Ortiz, R., Malinowski, D. P., Clarindo, W. R., Kainat, W., Shehzad, M., Waheed, U., & Hassan, S. W.** (2021). Induced Polyploidy: A Tool for Forage Species Improvement. *Agriculture*. 2021; 11(3), 210. <https://doi.org/10.3390/agriculture11030210>
- Sampoux, J. P., Métral, R., Ghesquière, M., Baudouin, P., Bayle, B., Béguier, V., ... & Vigié, A.** (2010). Genetic improvement in ryegrass (*Lolium perenne*) from turf and forage breeding over the four past decades. In *Sustainable use of genetic diversity in forage and turf breeding* (pp. 325-330). Springer Netherlands.
- Sandev, S.** (1979). Chemical methods for fodder analysis. Zemizdat, Sofia. (Book). (Bg).
- Schubiger & Lehman.** (1998). Varietal Differences in Digestibility of Perennial Ryegrass. In: B. Boller and F.J. Stadelman (eds.) *Breeding for a multifunctional agriculture*. Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture, Zurich-Reckholz, 230-233.
- Shpakov, A. S., Trofimova, L. S., Kutuzova A. A., Shamsudinov, Z. Sh., Fitsev, A. I., & Geornadi, N. I.** (2002). Adaptive fodder production: problems and solutions (To the 80th anniversary of the All-Russian Research Institute of Wilms feed). *FGNU Rosinformagrotekh, M.*, p. 524 (Ru).
- Van Soest, P. J.** (1964). Symposium on Nutrition and Forage and Pastures: New Chemical Procedures for Evaluating Forages, *Journal of Animal Science*, Volume 23, Issue 3, August 1964, Pages 838–845.
- Ward, J. H.** (1963). Hierarchical grouping to optimized an objective function. *Journal of the American Statistical Association*. 58, 236-244.

Received: December 05 2023; Approved: March 07 2024; Published: April 2024