https://doi.org/10.61308/UBGW3402

Селекционна оценка на образци ежова главица (*Dactylis glomerata* L.) по листна площ и периметър на листа чрез деструктивен метод *ImageJ*

Анелия Кътова, Красимир Захариев
Институт по фуражните култури – Плевен, Селскостопанска академия, София
E-mail*: a_katova@abv.bg, kzahariev@abv.bg*
Анелия Кътова ORCID: 0000-0002-3922-1383
Красимир Захариев ORCID: 0009-0004-6867-6717

Резюме: През периода 2023-2025 г. в Институт по фуражните култури – Плевен е проучена колекция с 14 образци от ежова главица, с индивидуално разположение на растенията върху почвен тип излужен чернозем, при неполивни условия. Целта е да се извърши оценка на образците чрез средна аритметична стойност за листна площ и периметър на листа и екологична стабилност, изразена чрез вариационен коефициент (CV, %). Общо са измерени 1400 бр. листа чрез деструктивен метод *ImageJ*. Представени са средни, минимални, максимални стойности, стандартни отклонения, като с най-голяма листна площ се отличават образците през 2024 г., както следва: Pennmead, Dabrava, Goris, Priskulskaya 30, Sterling, La Foret Fonesnant и Pennlate, превищаващи средната за колекцията стойност 11,29 cm^2, при силно вариране 38,13%. През 2025 г. ранжирането в низходящ ред за листна площ е, както следва: Dabrava, Goris, Pennmead, Latar, 9BGR и Priskulskaya 30, превищаващи средната за колекцията стойност 14,12 cm^2, при силно вариране 25,09%. Средната стойност за периметър на листа през 2024 г. е 48,63 cm, като 7 образци я превишават, при висока вариабилност 24,47%, а през 2025 г. е по-висока, съответно 54,48 cm, при средна вариабилност 13,43%. По метода на Francis and Kannenberg (1978), с параметри средна листна площ и периметър на листа и среден вариационен коефициент са отбрани генотипове, превишаващи средните стойности за колекцията в двете последователни години. Приложените техники за обработка и анализ на изображения и измерване на листна площ са сравнително бързи, лесни и може да се оцени голям обем растителен материал в селекционните програми.

Ключови думи: ежова главица; отбор; листна площ; периметър на листа; деструктивен метод; *ImageJ*

Breeding evaluation of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) accessions by leaf area and leaf perimeter using the destructive method *ImageJ*

Aneliya Katova, Krasimir Zahariev
Institute of Forage Crops – Pleven, Agricultural Academy – Sofia, Bulgaria
E-mail: *a_katova@abv.bg, kzahariev@abv.bg*
Aneliya Katova ORCID: 0000-0002-3922-1383
Krasimir Zahariev ORCID: 0009-0004-6867-6717

Citation: Katova, A., & Zahariev, K. (2026). Breeding evaluation of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) accessions by leaf area and leaf perimeter using the destructive method *ImageJ*. *Bulgarian Journal of Crop Science 63*(5) 79-92 (Bg).

Abstract: During the period 2023-2025, a collection of 14 accessions of cocksfoot was studied at the Institute of Forage Crops - Pleven, with individual plant placement on a leached chernozem soil type, under non-irrigated conditions. The aim was to evaluate the accessions through the arithmetic mean value for leaf area and leaf

perimeter and ecological stability, expressed through the coefficient of variation (CV, %). A total of 1400 leaves were measured using the destructive *ImageJ* method. Average, minimum, maximum values, standard deviations are presented, with the largest leaf area being the accessions in 2024, as follows: Pennmead, Dabrava, Goris, Priskulskaya 30, Sterling, La Foret Fonesnant and Pennlate, exceeding the average value for the collection of 11.29 cm^2, with a strong variation of 38.13%. In 2025, the ranking in descending order for leaf area is as follows: Dabrava, Goris, Pennmead, Latar, 9BGR and Priskulskaya 30, exceeding the average value for the collection of 14.12 cm2, with a strong variation of 25.09%. The average value for leaf perimeter in 2024 is 48.63 cm, with 7 accessions exceeding it, with a high variability of 24.47%, and in 2025 it is higher, respectively 54.48cm, with an average variability of 13.43%. Using the method of Francis and Kannenberg (1978) with parameters average leaf area and leaf perimeter and average coefficient of variation, genotypes were selected, exceeding the average values for the collection in the two consecutive years. The applied techniques for image processing and analysis and leaf area measurement are relatively fast, easy and a large volume of plant material can be evaluated in breeding programs**.**

Keywords: cocksfoot; selection; leaf area; leaf perimeter; destructive method; *ImageJ*

ВЪВЕДЕНИЕ

Ежовата главица (*Dactylis glomerata* L.) е многогодишно, рехавотуфесто, тревисто растение, широко разпространено в умерения пояс. Основното ѝ приложение е за фураж (паша, сено, силаж), както и за затревяване на овощни градини, лозя и противоерозионно опазване на почвата (Peeters, 2004; Bush et al., 2012; Katova, 2025). Като ценен компонент на сяти ливади и пасища и източник на качествен фураж за тревопасни животни в системите за екологично животновъдство, ежовата главица притежава висока стойност на биологични и стопански качества (Peeters, 2004; Boller and Green, 2010; Sokolović et al., 2016; Katova and Naydenova, 2017; Vateva, 2021; Dumlu and Cengiz, 2022; Katova, 2023). Повече от 200 сорта ежова главица са създадени от 50-те години на миналия век насам в света; 133 от тях са регистрирани в Европа (Sanada et al., 2010a). Подобряването на производството на фураж и качеството при абиотичен стрес (толерантността към суша и студ) са цели в програмите за селекция и генетика на ежова главица по целия свят (Sanada et al., 2010 b; Casler and Vogel., 2020; Caradus et al., 2021). Същевременно новият материал трябва да бъде продуктивен и адаптиран към местните агроекологични условия. Много често желаните признаци са налични в природните популации, което ги прави ценни за пряко използване в селекцията или производството (Katova, 2005; Posselt and Willner, 2007). Тяхната стойност отдавна се признава от селекционерите (Boller and Green, 2010; Sokolovic et al., 2016; Vulchinkov and Katova**,** 2020a, b; Vulchinkov, 2022; Sampoux et al., 2025).

В България селекционната програма с ежова главица (*Dactylis glomerata* L.) е стартирала през 1966 г. в Институт по фуражните култури – Плевен и през 1978 г. е регистриран първият и единствен сорт Дъбрава, който е тетраплоид (Tomov, 1979, 1987; Katova, 2016, 2023, 2025). При самостоятелно отглеждане осигурява над 8 t/ha суха маса и 0,5-0,6 t/ha семена. Подходящ е за сено, паша и силаж. Устойчив е на суша, студ и листни болести.

Високата степен на облистеност при многогодишните житни треви е важен селекционен критерий, който оказва пряко влияние върху качеството на фуража, поемането от тревопасните животни и смилаемостта (Katova, 2023a). Листната площ S е важна морфологична характеристика при изследване конкуренцията между отделните растения в посева, усвояването на вода и торове, мерки по растителна защита (Pride et al., 2020). Тя определя режима на слънчевата радиация и пренос на топлина в посева и процесите

респирация и фотосинтеза (Valasinaite et al., 2013; Wang et al., 2020, 2023). Определянето на листната площ е предмет на изследване от много години при различни културни растения (Lechov et al., 2013). Martin et al. (2020) прилагат ImageJ софтуер като алтернативен и точен метод за оценка на листната площ при овес, а Robil et al. (2021) за автоматично определяне на броя на вените на листата на житни треви.

Целта на настоящото изследване е да се определи листната площ и периметър на листата на образци от работна колекция ежова главица чрез деструктивен метод и специализиран софтуер *ImageJ*, като се отберат най-облистените и стабилни генотипове и се диференцират по направления на използване: за фураж и ландшафтни цели.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Полският опит е заложен през есента на 2023 г. като колекционен питомник от вида ежова главица чрез предварително произведен разсад. Всеки образец е представен от 25 индивидуални растения в схема 50x50 cm. Включени са 14 образци – 1 български сорт Дъбрава, 4 местни екотипове BGR, 4 американски сортове, 1 руски, 1 арменски, 1 унгарски, 1 френски сорт и 1 италиански екотип от района на Везувий (Таблица 1). През пролетта на 2024 г. и 2025 г. във фенофаза начало на изметляване към пълно изметляване, когато до 50% от метлиците са се появили DC 54 BBCH code (Meier, 1997), е извършено първо покосяване за фураж. От всеки вариант са взети за морфологичен анализ свежи листа от водеща генеративна издънка – втори лист отгоре надолу (Buckteeva et al., 1985) по 50 броя, (технически протоколи за РХС - CPVO-TP/031/1/ Date: 25/03/2021, Protocol for tests on Distinctness, Uniformity and Stability, *Dactylis glomerata* L., Cocksfoot, UPOV Code: DCTLS_GLO). Листата са подредени върху бяла филтърна хартия с оразмерена линия за снимка. Изображенията са подготвени с цел отчитане на листна площ и периметър на листа – индивидуално. Общият брой измерени листа е 1400. Използван е деструктивен метод и анализ на дигитални изображения със специализирания софтуер ImageJ. ImageJ е софтуер за обработка на изображения с отворен код, който е предназначен за научни многоизмерни изображения. При този метод листата се отстраняват от растението и се сканират или заснемат с висока резолюция върху бял лист, с предварително подготвена известна площ за калибриране на програмата. Листната площ се изчислява, като за отправна точка се използва площта на известния обект. Цветните снимки на листа от всеки от образците са направени с камерата на мобилен телефон, устройство – Xiaomi 23124RA7EO, 5.31 mm, 1/200 sec., ISO 50 върху бяла филтърна хартия на 17.05.2024 г. и на 08.05.2025 г., при размер - 1800 x 4000, 2.6 МБ, 72 dpi, 24 битов.

Таблица 1. Колекционен питомник ежова главица (*Dactylis glomerata* L.), създаден на 21.11.23 г. чрез разсад

Table 1. Collection nursery Cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.), established on 21.11.2023 by seedlings

№	Образец/ Accession	Произход/ Origin	Сорт/екотип Variety/ ecotype
1.	Dabrava IFK-Pleven	BGR	сорт
2.	Latar	USA	сорт
3.	Brudzynska	Hungary	сорт
4.	Sterling	USA	сорт
5.	Pennmead	USA	сорт
6.	La Foret Fonesnant	France	сорт
7.	Priskulskaya 30	Russia	сорт
8.	Goris	Armenia	сорт
9.	43863 IPGR - Sadovo	BGR	екотип
10.	43864 IPGR - Sadovo	BGR	екотип
11.	43865 IPGR - Sadovo	BGR	екотип
12.	43866 IPGR - Sadovo	BGR	екотип
13.	Pennlate	USA	сорт
14.	Vezuvii	Italy	екотип

Алгоритъм за измерване на листната площ с ImageJ (Cosmolescu et al., 2020; Zahariev and Katova, 2025):

• Инсталира се софтуера ImageJ от https://imagej.net/ij/index.html. с платформа (Mac/Linux/Windows). Използваната версия е 1.54. Импортира се изображението: File > Open на *ImageJ*.

• Задава се мащаба чрез обект с известни размери и се построява права с line selection tools, с точен размер. На „Analyze > Set Scale“, се задава размера на линията и контраста: Image > Type > 8-Bite Image > Adjust > Threshold. Изчислява се площта: Analize > Tools > ROI Manager.

• Върху обекта за измерване и върху Add на ROI Manager се добавят желаните за измерване обекти, като автоматично се номерират по реда на добавяне.

• Избира се Measure и се извежда екран с получените резултати, които могат да се запаметят във формат CSV - File > Save As и в последствие да се форматират във файл на Excel, за обработка.

Данните за листна площ и периметър на листата са характеризирани с: гранични стойности (min и max), средна аритметична (x), стандартно отклонение (SD) и коефициент на вариране (CV, %) за всеки вариант и общо средно за колекцията. Варирането се счита за слабо, средно или силно при стойности на CV, съответно: до 10%; >10-20%, и >20 % (Dimova and Marinkov, 1999). По методът на Francis and Kannenberg (1978) с параметри средна листна площ (cm^2), периметър на листа (cm) и среден вариационен коефициент CV, % са отбрани образци, превишаващи средните стойности за колекцията. За статистическа обработка на данните е използвана програмата Microsoft Excel, при P=0.01 като е проведен вариационен анализ.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Определена е листната площ на 14 образци ежова главица през две последователни години 2024 – 2025 г. чрез софтуера *ImageJ*.

На Фигури 1, 2 и 3 са представени снимки – изображения на листата на образците, заемащи топ 3 по признака листна площ – сортове Дъбрава, Pennmead и Goris.



Фигура 1. Снимка на листа от ежова главица сорт Дъбрава/ Figure 1. Image of a cocksfoot, variety Dabrava



Фигура 2. Снимка на листа от ежова главица сорт Pennmead/ Figure 2. Image of a leaf from the cocksfoot, variety Pennmead



Фигура 3. Снимка на листа от ежова главица сорт Goris/ Figure 3. Image of a leaf from the cocksfoot, variety Goris

Таблица 2. Листна площ и периметър на листа на образци ежова главица, 2024 г. - 2025 г.
Table 2. Leaf area and leaf perimeter of cocksfoot accessions, 2024 – 2025

Номер/ Number	Образец/ Accessions	2024		2025	
		Листна площ/ Area (cm^2)	Периметър/ Perim. (cm)	Листна площ/ Area (cm^2)	Периметър/ Perim. (cm)
1	Dabrava	15,55	52,82	19,48	60,53
2	Latar	10,48	43,08	16,09	58,03
3	Brudzynska	9,68	38,40	13,38	51,37
4	Sterling	13,13	55,05	13,58	61,24
5	Pennmead	20,39	64,26	18,45	64,21
6	La Foret Fonesnant	12,12	63,98	12,32	45,97
7	Priskulskaya 30	13,20	61,14	14,33	60,46
8	Goris	14,19	54,80	19,33	63,91
9	BGR	9,24	38,27	15,00	58,14
10	BGR	5,92	39,96	13,32	45,12
11	BGR	7,96	52,03	13,53	50,65
12	BGR			12,71	50,85
13	Pennlate	11,30	44,75	9,61	49,96
14	Vezuvii	3,66	23,69	6,61	42,22
	Average	**11,29**	**48,63**	**14,12**	**54,48**
	Min	3,66	23,69	6,61	42,22
	Max	20,39	64,26	19,48	64,21
	STDEV	4,31	11,90	3,54	7,32
	CV,%	**38,13**	**24,47**	**25,09**	**13,43**

В Таблица 2 са представени средни, минимални, максимални стойности за листна площ и периметър на листа. Програмата отчита за индивидуално измерени х 50 броя листа от образец, като за 2024 г. средната за колекцията стойност за листна площ е 11,29 cm^2 , при гранични стойност min 3,66 cm^2- max 20,39 cm^2, а за периметър на листа - 48,63 cm (min 23.69 cm – max 64,26 cm). Варирането е силно като вариационният коефициент (CV) е 38,13% и 24,47%, съответно.

През 2025 г. средната за колекцията стойност за листна площ е по-висока 14,12 cm^2 , при гранични стойност min 6,61 cm^2- max 19,48 cm^2 , и за периметър на листа е по-висока - 54,48 cm (min 42.22 cm – max 64,21 cm). Варирането е силно като вариационният коефициент (CV) е 25,09% за листна площ и средно 13,43% за периметър на листа, съответно.

В Таблица 3 са представени средните стойности за листна площ за 2024 г. по варианти и вътрешно популационното и междупопула-

Таблица 3. Вариабилност на листна площ на образци ежова главица, 2024 г.
Table 3. Variability of leaf area of cocksfoot accessions, 2024

Номер/ Number	Образец/ Accession	Листна площ/ Leave area, (cm^2)	CV,%
1	Dabrava	15,55	42,12
2	Latar	10,48	32,04
3	Brudzynska	9,68	32,25
4	Sterling	13,13	20,02
5	Pennmead	20,39	12,84
6	La Foret Fonesnant	12,12	17,58
7	Priskulskaya 30	13,20	14,85
8	Goris	14,19	12,02
9	BGR	9,24	46,10
10	BGR	5,92	42,73
11	BGR	7,96	49,00
12	BGR		
13	Pennlate	11,30	28,96
14	Vezuvii	3.66	46,71
	average	11,29	30,56
	CV,%	38,13	

Таблица 4. Ранжиране в низходящ ред на образци ежова главица по листна площ, 2024 г.
Table 4. Ranking in descending order of cocksfoot accessions by leaf area, 2024

Номер/ Numbers	Образец /Accsession	Листна площ/ Leaf area, (cm^2)	CV,%	Ранг/ Rank
5	Pennmead	20,39	12,84	1
1	Dabrava	15,55	42,12	2
8	Goris	14,19	12,02	3
7	Priskulskaya 30	13,20	14,85	4
4	Sterling	13,13	20,02	5
6	La Foret Fonesnant	12,12	17,58	6
13	Pennlate	11,30	28,96	7
2	Latar	10,48	32,04	
3	Brudzynska	9,68	32,25	
9	BGR	9,24	46,10	
11	BGR	7,96	49,00	
10	BGR	5,92	42,73	
14	Vezuvii	3,66	46,71	
12	BGR			
	average	**11,29**	**30,56**	
	CV,%	**38,13**		

ционното вариране. В някои от случаите вътрепопулационното вариране е по-силно от средното за колекцията.

Ранжирането на образците по листна площ в низходящ ред е представено в Таблица 4. Седем от образците превишават средната за колекцията стойност 11,29 cm, както следва: Pennmead 20,39 cm^2, Dabrava 15,15 cm^2, Goris 14,19 cm^2, Priskulskaya 30 – 13,20 cm^2, Sterling 13,13 cm^2, La Foret Foresnant 12,12 cm^2 и Pennlate 11,30 cm^2.

В Таблица 5 са представени средните стойности за листна площ за 2025 г. по варианти и вътрешно популационното и междупопулационното вариране. Отново се наблюдават случаи, при които вътрепопулационното вариране е по-силно от средното за колекцията.

Ранжирането на образците по листна площ в низходящ ред е представено в Таблица 6. Шест от образците превишават средната за колекцията стойност 14,12 cm^2, както следва: Dabrava 19,48 cm^2, Goris 19,33 cm^2 , Pennmead 18,45 cm^2 , Latar 16,09 cm^2, 9 BGR 15,00 cm^2 и Priskulskaya 30 – 14,33 cm^2.

Таблица 5. Вариабилност на листна площ на образци ежова главица, 2025 г.
Table 5. Variability of leaf area and leaf perimeter of cocksfoot accessions, 2025

Номер/ Number	Образец/ Accession	Листна площ/ Leaf area, (cm^2)	CV,%
1	Dabrava	19,48	24,50
2	Latar	16,09	33,92
3	Brudzynska	13,38	39,07
4	Sterling	13,58	29,25
5	Pennmead	18,45	31,04
6	La Foret Fonesnant	12,32	29,44
7	Priskulskaya 30	14,33	31,24
8	Goris	19,33	30,45
9	BGR	15,00	55,67
10	BGR	13,32	24,13
11	BGR	13,53	28,67
12	BGR	12,71	33,56
13	Pennlate	9,61	29,06
14	Vezuvii	6,61	32,01
	average	**14,12**	**32,29**
	CV,%	**25,09**	

Таблица 6. Ранжиране в низходящ ред на образци ежова главица по листна площ, 2025 г.
Table 6. Ranking in descending order of cocksfoot accessions by leaf area, 2025

Номер/ Number	Образец/ Accession	Листна площ/ Leaf area, (cm^2)	CV,%	Ранг/ Rank
1	Dabrava	19,48	24,50	1
8	Goris	19,33	30,45	2
5	Pennmead	18,45	31,04	3
2	Latar	16,09	33,92	4
9	BGR	15,00	55,67	5
7	Priskulskaya 30	14,33	31,24	6
4	Sterling	13,58	29,25	
11	BGR	13,53	28,67	
3	Brudzynska	13,38	39,07	
10	BGR	13,32	24,13	
12	BGR	12,71	33,56	
6	La Foret Foresnant	12,32	29,44	
13	Pennlate	9,61	29,06	
14	Vezuvii	6,61	32,01	
	average	**14,12**	**32,29**	
	CV,%	**25,09**		

В Таблица 7 са представени средните стойности за периметър на листа за 2024 г. по варианти и вътрешно популационното и междупопулационното вариране.

Ранжирането на образците по периметър на листа в низходящ ред е представено в Таблица 8. Седем от образците превишават средната за колекцията стойност 48,63 cm, както следва: Pennmead 64,26 cm, La Foret Foresnant 63,98 cm, Priskulskaya 30 – 61,14 cm Sterling 55,05 cm, Goris 54,80 cm , Dabrava 52,82 cm и 11 BGR 52,03 cm.

В Таблица 9 са представени средните стойности за периметър на листа за 2025 г. по варианти и вътрешно популационното и междупопулационното вариране.

Ранжирането на образците по периметър на листа в низходящ ред е представено в Таблица 10. Седем от образците превишават средната за колекцията стойност 54,48 cm, както следва: Pennmead 64,21 cm, Goris 63,91 cm, Sterling 61,24 cm, Dabrava 60,53 cm, Priskulskaya 30 – 60,46 cm, 9 BGR 58,14 cm и Latar 58,03.

Таблица 7. Вариабилност на периметър на листа на образци ежова главица, 2024 г.
Table 7. Variability of leaf perimeter of cocksfoot accessions, 2024

Номер/ Number	Образец/ Accessions	Периметър/ Perimeter (cm)	CV,%
1	Dabrava	52,82	21,38
2	Latar	43,08	28,79
3	Brudzynska	38,40	25,54
4	Sterling	55,05	11,36
5	Pennmead	64,26	12,27
6	La Foret Fonesnant	63,98	22,57
7	Priskulskaya 30	61,14	15,70
8	Goris	54,80	5,75
9	BGR	38,27	37,63
10	BGR	39,96	37,27
11	BGR	52,03	36,31
12	BGR		
13	Pennlate	44,75	21,02
14	Vezuvii	23,69	27,07
	average	**48,63**	**23,28**
	CV,%	**24,47**	

Таблица 8. Ранжиране в низходящ ред на образци ежова главица по периметър на листа, 2024 г.
Table 8. Ranking in descending order of cocksfoot accessions by leaf perimeter, 2024

Номер/ Number	Образец/ Accessions	Периметър/ Perimeter (cm)	CV,%	Ранг/ Rank
5	Pennmead	64,26	12,27	1
6	La Foret Fonesnant	63,98	22,57	2
7	Priskulskaya 30	61,14	15,70	3
4	Sterling	55,05	11,36	4
8	Goris	54,80	5,75	5
1	Dabrava	52,82	21,38	6
11	BGR	52,03	36,31	7
13	Pennlate	44,75	21,02	
2	Latar	43,08	28,79	
10	BGR	39,96	37,27	
3	Brudzynska	38,40	25,54	
9	BGR	38,27	37,63	
14	Vezuvii	23,69	27,07	
12	BGR			
	average	**48,63**	**23,28**	
	CV,%	**24,47**		

Таблица 9. Вариабилност на периметър на листа на образци ежова главица, 2025 г.
Table 9. Variability of leaf perimeter of cocksfoot accessions, 2025

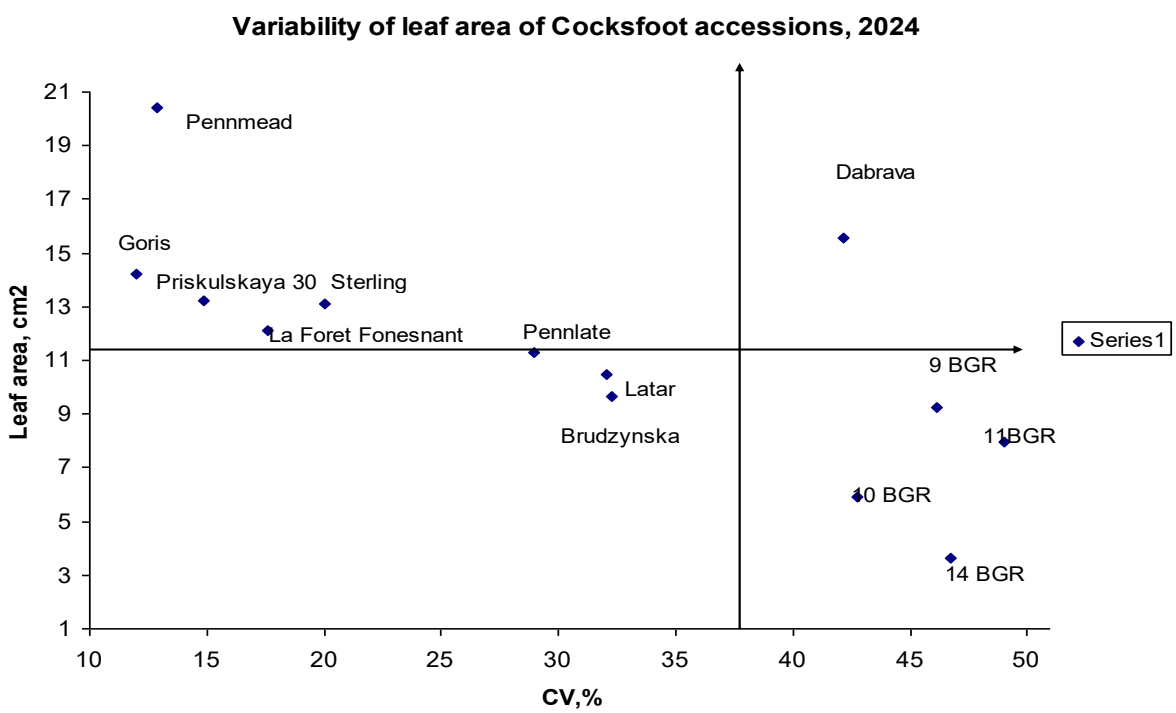
Номер/ Number	Образец/ Accession	Периметър/ Perimeter. (cm)	CV,%
1	Dabrava	60,53	15,14
2	Latar	58,03	22,00
3	Brudzynska	51,37	22,26
4	Sterling	61,24	16,37
5	Pennmead	64,21	16,11
6	La Foret Fonesnant	45,97	19,73
7	Priskulskaya 30	60,46	18,20
8	Goris	63,91	21,44
9	BGR	58,14	42,38
10	BGR	45,12	17,79
11	BGR	50,65	19,78
12	BGR	50,85	21,56
13	Pennlate	49,96	14,94
14	Vezuvii	42,22	15,56
	average	**54,48**	**20,23**
	CV,%	**13,43**	

Направено е разпределение на образците по листна площ и вариационен коефициент по метода на Frances and Kannenberg (1978) в координатна система спрямо средните стойности по двата признака за колекцията за 2024 г. (Фигура 4). Интерес за селекцията в направление за фураж - сенокосно използване, представляват образците с най-високи стойности за листна площ и най-ниски стойности за вариационен коефициент, разположени в първи квадрант – Pennmead, Goris, Priskulskaya 30, Sterling, La Foret Foresnant и Pennlate, високо облистен и нестабилен е сорт Дъбрава, а в направление за ландшафтни, противоерозионни и пасищни цели - тези с най-ниски стойности за листна площ и най-ниски стойности за вариационен коефициент, разположени в трети квадрант. Те са: Latar и Brudzynska.

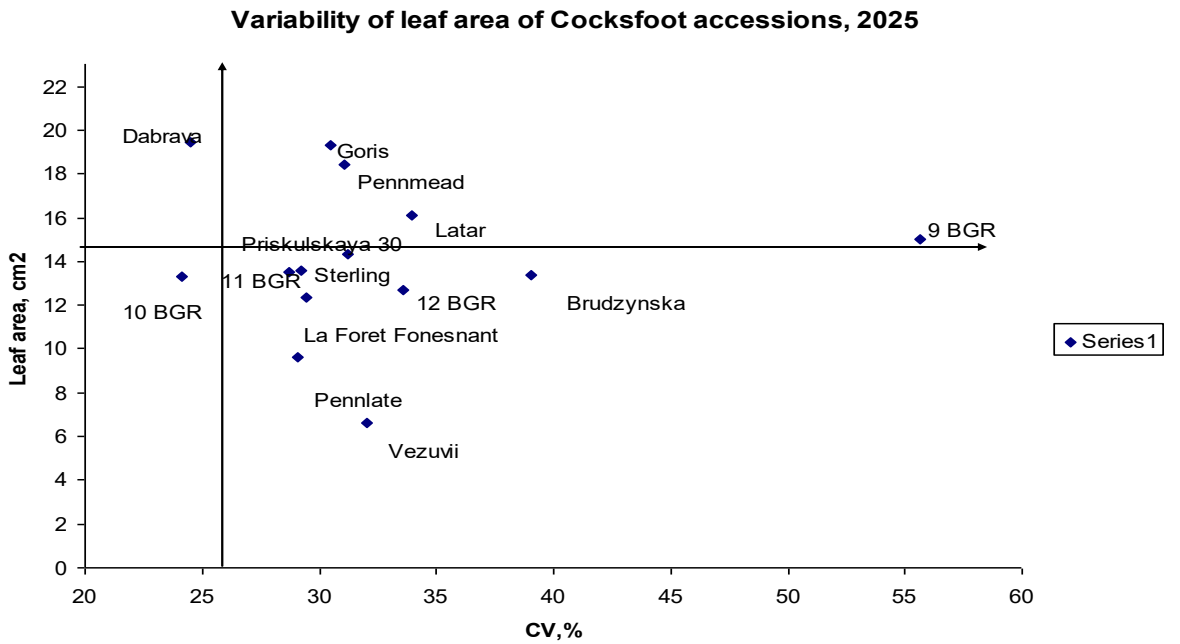
На Фигура 5 е представено е разпределение на образците по листна площ и вариационен коефициент по метода на Frances and Kannenberg (1978) в координатна система спрямо средните стойности по двата признака за колекцията за 2025 г.

Таблица 10. Ранжиране в низходящ ред на образци ежова главица по периметър на листа, 2025 г.
Table 10. Ranking in descending order of cocksfoot accessions by leaf perimeter, 2025

Номер/ Number	Образец/ Accession	Пеариметър/ Perimeter. (cm)	CV,%	Ранг/ Rank
5	Pennmead	64,21	16,11	1
8	Goris	63,91	21,44	2
4	Sterling	61,24	16,37	3
1	Dabrava	60,53	15,14	4
7	Priskulskaya 30	60,46	18,20	5
9	BGR	58,14	42,38	6
2	Latar	58,03	22,00	7
3	Brudzynska	51,37	22,26	
12	BGR	50,85	21,56	
11	BGR	50,65	19,78	
13	Pennlate	49,96	14,94	
6	La Foret Fonesnant	45,97	19,73	
10	BGR	45,12	17,79	
14	Vezuvii	42,22	15,56	
	average	**54,48**	**20,23**	
	CV,%	**13,43**		

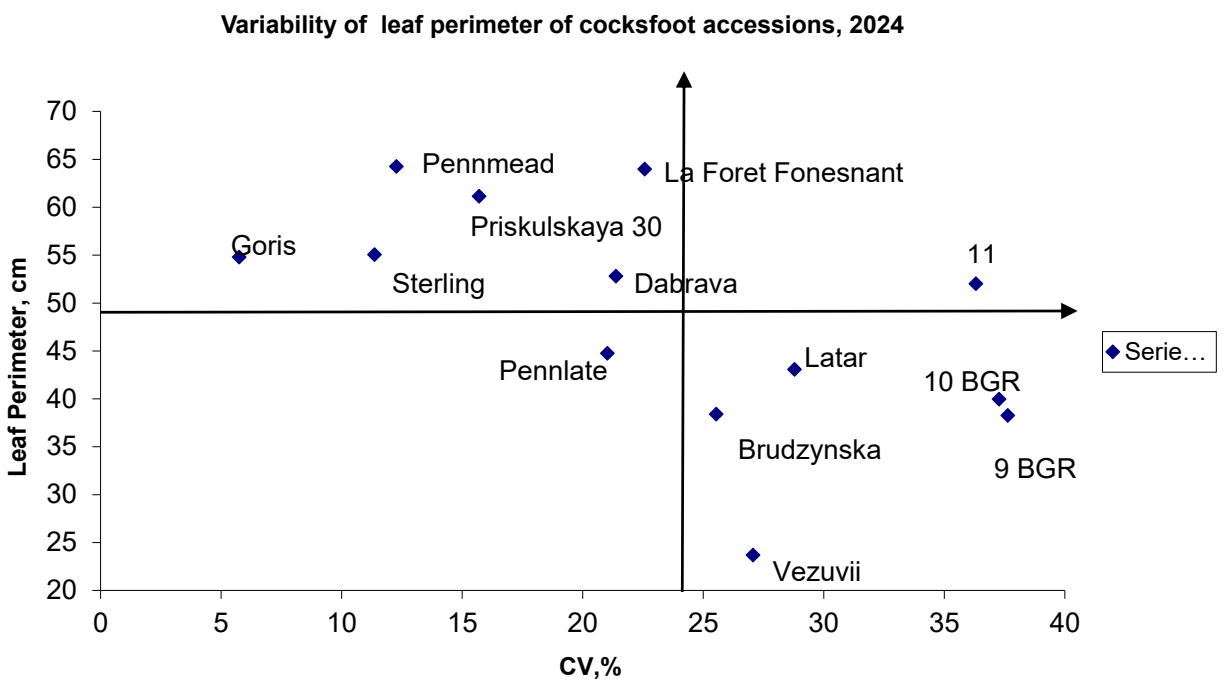


Фигура 4. Разпределение на образци ежова главица по листна площ (cm²) и екологична стабилност (CV, %) (Francis and Kannenberg, 1978) за 2024 г.
Figure 4. Distribution of cocksfoot accessions by leaf area (cm²) and ecological stability (CV, %) (Francis and Kannenberg, 1978) for 2024



Фигура 5. Разпределение на образци ежова главица по листна площ (cm²) и екологична стабилност (CV, %) (Francis and Kannenberg, 1978) за 2025 г.

Figure 5. Distribution of cocksfoot accessions by leaf area (cm²) and ecological stability (CV, %) (Francis and Kannenberg, 1978) for 2025



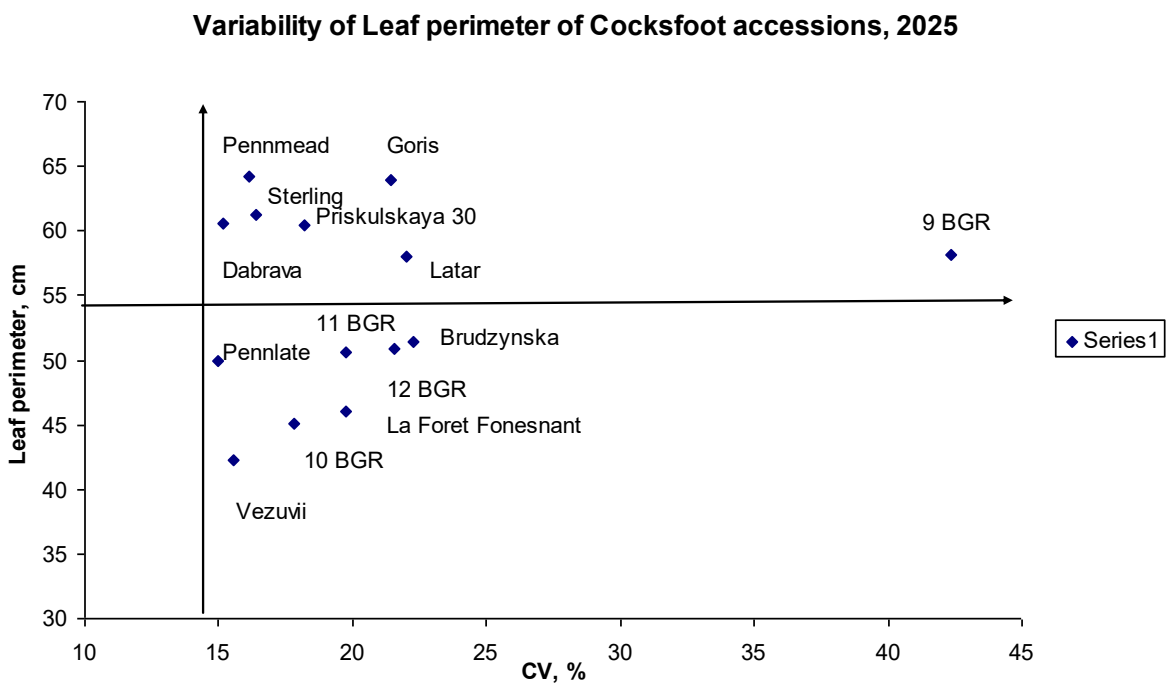
Фигура 6. Разпределение на образци ежова главица по периметър на листа (cm) и екологична стабилност (CV, %) (Francis and Kannenberg, 1978) за 2024 г.

Figure 6. Distribution of cocksfoot accessions by leaf parameter (cm) and ecological stability (CV, %) (Francis and Kannenberg, 1978) for 2024

Интерес за селекцията в направление за фураж - сенокосно използване, представляват образците с най-високи стойности за листна площ и най-ниски стойности за вариационен коефициент, разположени в първи квадрант – единствено това е българският сорт Дъбрава, а високо облистени, но нестабилни са Goris, Pennmead, Priskulskaya 30, Latar и 9 BGR, а в направление за ландшафтни, противоерозионни и пасищни цели - тези с най-ниски стойности за листна площ и най-ниски стойности за вариационен коефициент, разположени в трети квадрант. Това е един български екотип 10 BGR, останалите образци са слабо облистени и нестабилни.

Разпределението на образците по периметър на листа и вариационен коефициент по метода на Frances and Kannenberg(1978) в координатна система спрямо средните стойности на колекцията е представено на Фигура 6 за 2024 г. Интерес за селекцията в направление за фураж представляват образците с най-високи стойности за периметър на листа и най-ниски стойности за вариационен коефициент в първи квадрант: Pennmead, La Foret Fonesnant, Priskulskaya 30, Goris, Sterling и Dabrava, а в направление за декоративни цели: с най-ниски стойности за периметър на листа и най-ниски стойности за вариационен коефициент, от трети квадрант: единствен образец американският сорт Pennlate.

Фигура 7 е координатна система, която може условно да бъде разделена на 4 квадранта, които съчетават желаните стойности на двата параметъра за 2025 г. Първият квадрант (горе ляво) обхваща тези образци, които се характеризират със стойности на периметър на листа над средната (т.е. са високо облистени) и стойности на параметъра CV,% по-ниски от средната (т.е. притежават висока стабилност). В тази група не попада нито един от образците. От селекционна гледна точка това е най-желаната група от образци, тъй като тя обединява високо облистени и стабилни.



Фигура 7. Разпределение на образци ежова главица по периметър на листа (cm) и екологична стабилност (CV, %) (Francis and Kannenberg, 1978) за 2025 г.

Figure 7. Distribution of cocksfoot accessions by leaf parameter (cm) and ecological stability (CV, %) (Francis and Kannenberg, 1978) for 2025

Вторият квадрант (горе вдясно) включва образци, които имат стойности на периметър на листа по-високи от средната, но стойности на параметъра CV,%, по-високи от средната (т.е. притежават ниска стабилност). Към тази група се отнасят образците Pennmead, Goris, Sterling, Priskulskaya 30, Dabrava, 9 BGR и Latar. От селекционна гледна точка, обаче те се характеризират с голяма нестабилност, което означава, че се влияят в значителна степен от метеорологичните условия. Трети квадрант (долу вдясно) включва само образци със стойности на периметър на листа по-ниски от средната (т.е. те са слабо облистени в контрастни условия на средата) и със стойности на параметъра CV,% , по-високи от средната (т.е. притежават ниска стабилност). Тези образци от селекционна гледна точка са най-нежелани, тъй като освен ниската си облистеност, те са и нестабилни т.е. с тях не е възможно да се води отбор. Последния квадрант (долу, вляво) включва образци, които съчетават ниски стойности на периметър на листа и ниски стойности на показателя CV,% (т.е. са с по-висока стабилност). Тук не попадат образци през 2025 г.

След общия анализ за периода на проучването са отбрани образците, които да преминат в следващ етап на селекционната програма, като родителски компоненти в поликросни питомници:

По листна площ: Dabrava, Pennmead, Goris;

По периметър на листа: Pennmead, Goris, Priskulskaya 30, Dabrava.

При смяна на комплекса от условията (годините) е налице преопределяне на количествените признаци листна площ и периметър, като едни и същи генотипове образци заемат различни позиции в ранжирания низходящ списък.

ИЗВОДИ

➢ Установено е, че листната площ и периметъра на листата при образци ежова главица варират силно в зависимост от генотипа – сорт или екотип, както и от условията на отглеждане – годините.

➢ Ранжирането по листна площ в низходящ ред за 2024 г е: Pennmead 20,39 cm^2, Dabrava 15,15 cm^2, Goris 14,19 cm^2, Priskulskaya 30 – 13,20 cm^2, Sterling 13,13 cm^2, La Foret Foresnant 12,12 cm^2 и Pennlate 11,30 cm^2, а в топ 6 за 2025 година попадат образците: Dabrava 19,48 cm^2, Goris 19,33 cm^2 , Pennmead 18,45 cm^2 , Latar 16,09 cm^2,

➢ 9 BGR -15,00 cm^2 и Priskulskaya 30 – 14,33 cm^2.

➢ Ранжирането по периметър на листа в низходящ ред за 2024 г е: Pennmead 64,26 cm, La Foret Foresnant 63,98 cm, Priskulskaya 30 – 61,14 cm, Sterling 55,05 cm, Goris 54,80 cm, Dabrava 52,82 cm и 11 BGR 52,03 cm, а в топ 7 за 2025 година попадат образците: Pennmead 64,21 cm, Goris 63,91 cm, Sterling 61,24 cm, Dabrava 60,53 cm, Priskulskaya 30 – 60,46 cm, 9 BGR 58,14 cm и Latar 58,03 cm.

➢ Интерес за селекцията в направление за фураж - *сенокосно* използване, представляват образците с най-високи стойности за листна площ и периметър на листа, и най-ниски стойности за вариационен коефициент - Dabrava, Pennmead, Goris, а в направление за *пасищни* цели и *затревяване на овощни градини и лозя*: с най-ниски стойности за листна площ и най-ниски стойности за вариационен коефициент - Latar и Brudzynska.

➢ Определянето на листна площ на многогодишни житни фуражни треви, чрез обработка на дигитални изображения чрез софтуера *ImageJ* е точен и бърз метод, който премахва някои от основните ограничения на класическите планиметричен и гравиметричен методи, позволява лесно и бързо да бъде измерена листната площ, чрез снимка на листата или сканиране на голям обем растителни материали в селекцията.

ЛИТЕРАТУРА

Boller, B., & Greene, S. L. (2010). Genetic resources. In *Fodder crops and amenity grasses* (pp. 13-37). New York, NY: Springer New York.

Bukhteeva, A. V., Shutova, Z. P., Korneichuk, V. A., Vatsek, V., Krcmar, B., Bares, I., ... & Neaggu, M. (1985). The international comecon list of descriptors for the family Poaceae. *Leningrad, USSR*, 22-46.

Bush, T, Ogle, D., St. John. L., Stannard, M., & Jensen, K. (2012). Ed. (rev) St. John, 2012). Plant Guide for Orchardgrass (Dactylis glomerata). USDA-Natural Resources Conservation Service, Aberdeen Plant Materials Center. Aberdeen, Idaho 83210.

Caradus, J. R., Bouton, J. H., Brumer, E. C., Favile, M.J., George, R. M., D. E. Hume, D. E., Inch, C., Kerr, G. A., Montel, S., Stewart, A. V., & Woodfield, D. R. (2021). Plant breeding for resilient pastures, Resilient Pastures – *Grassland Research and Practice Series 17*, 81-104.

Casler, M. D., & Vogel, K. P. (2020). Forage Breeding. From Forages: The Science of Grassland, Agriculture, Volume II. Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. 2482., https://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/2482, 553 – 565.

Cosmulescu, S., Scrieciu, F., & Manda, M. (2020): Determination of leaf characteristics in different medlar genotypes using the ImageJ. *Hort. Sci*. (Prague), 47, 117–121.

CPVO-TP/031/1/ Date: 25/03/(2021), Protocol for tests on Distinctness, Uniformity and Stability, Dactylis glomerata L., Cocksfoot, UPOV Code: DCTLS_GLO

Dimova, D., & Marinkov, E. (1999). Experimental case and biometrics. *Academic Publishing of Agricultural University, Plovdiv*, *263*, 137-138.

Dumlu, E. S., & Cengiz, H. (2022). Orchardgrass (*Dactylis glomerata*) In: Grasses, Chapter 8, Eds. Y. Karadag and S. Seydosoglu, Copyright © 2022 *by iksad publishing house*, ISBN: 978-625-8377-79-8, Ankara / Turkey, 384p., 117 -127.

Francis, T. R., & L. W. Kannenberg, (1978). Yield stability studies in short-season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, *58*(10), 1029-1034.

Katova, A. (2005) Study of morphological traits, biological properties and agricultural value of plant germplasm ofperennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) with a view to breeding, PhD Thesis, Pleven (Bg).

Katova, A. (2016). Species and Varieties of Perennial Grasses for High Quality Forage in Bulgaria. China, Harbin, Chinese Journal, *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 1, 138-145.

Katova, A. (2023). Bulgarian varieties of perennial forage grasses developed at the Institute of Forage crops – Pleven, *Bulgarian Journal of Agricultural Science,* 29, No 5, 2023, pp. 841–853.

Katova, A. (2023a). Breeding Assessment of Leafiness for Varieties and Ecotypes of Cocksfoot (Dactylis glomerata L.). In *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans* (Vol. 26, Issue 1, pp. 210–227).

Katova, A. (2025). Approaches and achievements in breeding of perennial grasses in Bulgaria (Review). *Bulgarian Journal of Crop Science*, *62*(1) 69-93.

Katova, A., & Naydenova, Y. (2017). Chemical composition,Digestibility and Feeding value of accessions orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.), *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans,* ISNN 1311-0489, Vol. 20, 3,1-15.

Lechov, G. K., Kostadinov, K. P., & Philipov, S. (2013). Models for non-destructive leaf area estimation in eggplant (*Solanum melongena* L.), Scientific works, Volume LX, *Food Scence, Engineering and Technologies* – 2013, 18-19 October 2013, Plovdiv, 977 – 982. https://uft-plovdiv.bg/site_files/file/scienwork/scienworks_2013/docs/02-bio-eko/bio/18-Kostadin_Kostadinov_-_AU_Plovdiv.pdf.

Martin, T. N., Fipke, G. M., Minussi Winck, J. E., & Márchese, J. A. (2020). ImageJ software as an alternative method for estimating leaf area in oats. *Acta Agronómica*, *69*(3), 162-169.

Meier, U. (ed.), (1997). Growth stages of Mono- and Dicotyledonus Plants. BBCH Monograph, *Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin Wien*.

Peeters, A. (2004). Wild and sown grasses. Profiles of a temperate species selection: ecology, biodiversity and use.,(FAO and Blackwell Publishing: Rome, Italy and Oxford, UK).

Posselt, U. K., & Willner, E. (2007). Performance of *Lolium perenne* ecotypes in comparison with cultivars. In:Proceedings of EUCARPIA fodder crops and amenity grasses section, Perugia, Italy, pp. 56-59.

Pride, L., Vallad, G., & Agehara, S. (2020). How to Measure Leaf Disease Damage Using Image Analysis in ImageJ: HS1382, 9 2020. *EDIS* 2020 (5). Gainesville, FL.

Robil, J. M., Gao, K., Neighbors, C. M., Boeding, M., Carland, F. M., Bunyak, F., & McSteen, P. (2021). Grasviq: an image analysis framework for automatically quantifying vein number and morphology in grass leaves. *The Plant Journal*, *107*(2), 629-648.

Sampoux, J. P., Barre, P., Durand, J. L., Ghesquière, M., Julier, B., Pégard, M., & Priet, A. (2024). The INRAE Prairies genebank for ex situ conservation of forage and turf species in France. In *Genetic Resources* (No. S2, pp. 106-118).

Sanada, Y., Gras, M. C., & Van Santen, E. (2010a) Cocksfoot. In: Boller B., Posselt U.K., Veronesi F. (eds) *Fodder Crops and Amenity Grasses*. Handbook of Plant Breeding, vol. 5. Springer, New York, ISBN 1441907602, 9781441907608, 10, 317 – 328.

Sanada, Y., Tamura, K., & Yamada, T. (2010b). Relationship between water-soluble carbohydrates in fall and spring and vigor of spring regrowth in orchardgrass. *Crop science*, *50*(1), 380-390.

Sokolović, D., Babić, S., Radović, J., Petrović, M., Jevtić, G., Lugić, Z., & Simić, A. (2016, June).

Evaluation of orchardgrass (Dactylis glomerata L.) autochthonous Serbian germplasm in pre-breeding. In *Breeding in a World of Scarcity: Proceedings of the 2015 Meeting of the Section "Forage Crops and Amenity Grasses" of Eucarpia* (pp. 89-97). Cham: Springer International Publishing.

Tomov, P. (1979). New orchardgrass variety Dabrava. *Plant Science*, 16, 6, 64-72. (Bg).

Tomov, P. (1987). Study on breeding and seed production of orchardgrass *Dacttylis*

glomerata L. (DSc). Pleven, pp. 273 (Bg).

ValašinaitĖ, S., Šimkūnas, A., & Denisov, V. (2013). Leaf size regularities in Festuca pratensis from the systemic viewpoint. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, *147*(3), 629-637.

Vateva, V. (2021). Analysis of the Possibilities for Growing Hedgehog Head (Dactylis Glomerata, L.) variety „Dabrava" on Cinnamon Forest Soil. Vegetative Development, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1031 012003, 1-8., doi:10.1088/1757- 899X/1031/1/012003.

Vulchinkov, Zh., & Katova, A. (2020a). Forage productivity evaluation in cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) accessions. *Rastenievadni nauki, 57*(1), 101-108 (Bg).

Vulchinkov, Zh., & Katova, A. (2020b). Seed productivity evaluation in cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) accessions. *Rastenievadni nauki*, 57(3), 71-80 (Bg).

Vulchinkov, Zh. (2022). Evaluation of perennial grasses – perennial ryegrass, cocksfoot, tall and red fescue in relation to selection" PhD, Pleven, 235.

Wang, M., Chen, J. M., & Wang, S. (2020). Reconstructing the seasonality and trend in global leaf area index during 2001–2017 for prognostic modeling. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, *125*(9), e2020JG005698.

Wang, X., Yan, S., Wang, W., Yin, L., Li, M., Yu, Z., & Hou, F. (2023). Monitoring leaf area index of the sown mixture pasture through UAV multispectral image and texture characteristics. *Computers and Electronics in Agriculture*, *214*, 108333.

Zahariev, K., & Katova, A. (2025). Destructive methods for measuring leaf area of species from genus *Festuca*, *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, ISNN 1311-0489, (Vol. 28, 3, 120–142).

Received: August, 13, 2026; *Approved:* September, 21, 2026; *Published:* October, 2026