

УДК 631.421.2

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-1-36-43

**ЗАВИСИМОСТЬ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ЛИСТЬЕВ ЕЖИ СБОРНОЙ ОТ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ****Е. А. Скочилова***Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация*

Аннотация. Введение. Ежа сборная – лесолуговой вид, является ценной кормовой культурой, широко используется для создания газонных травосмесей, также применяется в городском и дорожном строительстве. Однако структурные и функциональные параметры, адаптационные возможности ежи сборной в условиях техногенной нагрузки изучены недостаточно. **Цель** – изучение зависимости морфологических показателей листьев ежи сборной в онтогенезе от антропогенных факторов. **Материалы и методы.** Объектом исследования являлась ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.). Исследования ежи сборной проводили в виргинильном (v) и средневозрастном генеративном (g₂) состояниях. Сбор материала проводили в Республике Марий Эл. Исследования проводили в Советском районе РМЭ – суходольный ежово-разнотравный луг (контроль); в г. Йошкар-Оле – улица Павленко (район слабого загрязнения), улица Водопроводная (район умеренного загрязнения). Районы исследования были выбраны по интенсивности автопотока. Удельную поверхностную плотность листьев (УППЛ) и площадь листа определяли методом высечек. Интенсивность фотосинтеза изучали методом ассимиляционной колбы. В работе проведено множественное сравнение данных и корреляционный анализ. **Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты исследований показали, что основной поток машин, независимо от района исследования, приходится на легковой транспорт. Наиболее загруженной автотранспортом была ул. Водопроводная, несколько меньше машин зафиксировано на ул. Павленко. Изучены структурные и функциональные параметры листьев у v и g₂ растений *D. glomerata* в районах с разной интенсивностью автопотока. По мере возрастания интенсивности движения автотранспорта (ул. Водопроводная) у v и g₂ особей *D. glomerata* происходит уменьшение УППЛ, площади листа и интенсивности фотосинтеза. Выявлена положительная корреляционная зависимость между интенсивностью фотосинтеза и УППЛ у v и g₂ растений *D. glomerata*. **Заключение.** Проведенные нами исследования показали зависимость морфологических показателей и интенсивности фотосинтеза у v и g₂ растений *D. glomerata* от интенсивности автопотока.

Ключевые слова: район, антропогенные факторы, площадь листа, удельная поверхностная плотность листа, интенсивность фотосинтеза, ежа сборная

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Скочилова Е. А. Зависимость морфологических показателей листьев ежи сборной от антропогенных факторов // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 1. С. 36–43. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-1-36-43>

**DEPENDENCE OF MORPHOPHYSIOLOGICAL PARAMETERS
OF *DACTYLIS GLOMERATA* LEAVES ON ANTHROPOGENIC FACTORS****Е. А. Skochilova***Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation*

Annotation. Introduction. *Dactylis glomerata* – a forest-meadow species, is a valuable forage crop, widely used to create lawn grass mixtures, and is also used in urban and road construction. However, the structural and functional parameters and adaptive capabilities of the *D. glomerata* under conditions of technogenic load have not been sufficiently studied. **The purpose** of the research is to study the dependence of *D. glomerata* leaves morphophysiological parameters in ontogenesis on anthropogenic factors. **Materials and methods.** The object of the study was the *Dactylis glomerata* (L.). Studies of *D. glomerata* were carried out on virginal (v) and middle-aged generative (g₂) states. The plant material was collected on the territory of the Republic of Mari El. The studies were carried out in the Sovetsky district (Republic of Mari El) – dry *D. glomerata*-forb meadow

(control); in Yoshkar-Ola – Pavlenko Street (area of low pollution), Vodoprovodnaya Street (area of moderate pollution). The study areas were selected according to the intensity of traffic flow. Leaf specific surface density (LSSD) and leaf area were determined by the cutting method. The intensity of photosynthesis was studied using the assimilation flask method. The work carried out multiple comparisons of data and correlation analysis. **Research results and discussion.** The research results showed that the main traffic flow, regardless of the study area, consisted of passenger transport. Vodoprovodnaya Street was the busiest with vehicles, slightly fewer cars were recorded on Pavlenko Street. The structural and functional parameters of leaves of v and g_2 plants of *D. glomerata* were studied in areas with different vehicle flow intensities. As the intensity of vehicle traffic increases (Vodoprovodnaya St.), the v and g_2 individuals of *D. glomerata* experience a decrease in the LSSD, leaf area and photosynthesis intensity. A positive correlation was revealed between the intensity of photosynthesis and LSSD in v and g_2 plants of *D. glomerata*. **Conclusion.** Our studies have shown the dependence of morphological parameters and intensity of photosynthesis in v and g_2 *D. glomerata* plants on anthropogenic factors.

Keywords: area, anthropogenic factors, leaf area, leaf specific surface density, photosynthesis rate, *Dactylis glomerata* L.

The author declares no conflict of interest.

For citation: Skochilova E. A. Dependence of morphophysiological parameters of *Dactylis glomerata* leaves on anthropogenic factors. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 1, pp. 36–43. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-1-36-43>

Введение

Ежа сборная – лесолуговой вид, произрастающий на лугах, в разреженных лесах, экотонных сообществах, рудеральных фитоценозах, может образовывать чистые заросли, особенно при сенокосном использовании луга, на разнотравно-злаковых и бобово-разнотравно-злаковых лугах, также на пойменных и суходольных лугах с богатыми почвами нормального увлажнения¹. В биогеоценозе ежа сборная часто выступает в роли доминанта или содоминанта. Несмотря на то, что ежа сборная не устойчива к низким температурам, однако эту культуру рассматривают как перспективный вид для использования в районах Сибири с высоким снежным покровом [10].

Ежа сборная является ценной кормовой культурой, высевается в полях в кормовых травосмесях и обладает высокой урожайностью. Она быстро отрастает, поэтому за сезон можно получить до четырех укосов, поэтому этот вид отличается высокой активностью, конкуренто-

способностью и рекомендуется для пастбищного и интенсивного укосного использования [7]. Также используется для заготовки сена и сенажа. В растениях содержится большое количество биологически активных веществ, поэтому по своим кормовым характеристикам они не уступают овсянице луговой и тимофеевке луговой.

Ежа сборная широко используется для создания газонных травосмесей, газонных покрытий при облагораживании приусадебных участков, так как после скашивания отрастает довольно быстро и имеет высоко декоративный вид в газоне. Обычно в газонных фитоценозах ежу сборную высевают совместно с представителями семейства злаковых [11] или бобовых [6], так как в монокультуре она образует не очень ровный покров. В городском и дорожном строительстве ежа сборная применяется для закрепления эродированных почв и залужения спортивных площадок, газонов вдоль дорог.

В настоящее время в городах основным источником поступления загрязняющих веществ в атмосферу является автотранспорт [3; 5]. В результате техногенеза, в частности, транспортной нагрузки, следовательно, увеличения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, происходят структурные и функциональные изменения параметров листьев растений. Именно размерные,

¹ Иллюстрированный определитель растений Средней России / И. А. Губанов, К. В. Киселева, В. С. Новиков, В. Н. Тихомиров. И. : Т-во науч. изданий КМК, Ин-т технических исслед., 2002. Т. 1. 526 с. URL: <https://knigogid.ru/books/122627-illyustrirovannyy-opredelitel-rasteniy-sredney-rossii-v-4-tomah-tom-1-paprotniki-hvoschi-plauny-golosemnyye-pokrytosemnyye-odnodolnye> (дата обращения 24.01.2024).

структурные (толщина, площадь, удельная поверхностная плотность) и функциональные (интенсивность фотосинтеза, содержание хлорофиллов, водный обмен) параметры листьев отражают приспособленность растений к неблагоприятным факторам среды. Однако адаптационные возможности ежи сборной в условиях техногенной нагрузки изучены недостаточно [2], поэтому актуальность исследования заключалась в изучении структурно-функциональных характеристик листьев объекта исследования, характеризующих устойчивость ежи сборной к антропогенному загрязнению окружающей среды.

Целью данного исследования является изучение зависимости морфофизиологических показателей листьев ежи сборной в онтогенезе к антропогенным факторам.

Материалы и методы

Объектом исследования являлась ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.). Ежа сборная – многолетнее травянистое, поликарпическое, короткокорневищное, рыхлодерновинное растение с вне- и внутривлагалищными типами побегов возобновления из семейства Мятликовые (*Poaceae*) [8].

Материал собирали в Республике Марий Эл. Исследования проводили в трех районах: в Советском районе РМЭ – суходольный ежово-разнотравный луг (контроль); в г. Йошкар-Оле – улица Павленко (район слабого загрязнения), улица Водопроводная (район умеренного загрязнения). Районы исследования были выбраны по интенсивности автотока. Подсчеты автотранспорта проводили в 7.30, 13.00 и 17.00 часов.

Растения ежи сборной отбирали вдоль улицы с запада на восток, с северной стороны дороги. Исследования ежи сборной проводили на основании диагностических признаков в виргинильном (v) и средневозрастном генеративном (g_2) состояниях [4].

В районах исследования было выбрано по 20 растений каждого онтогенетического состояния. В v и g_2 состояниях удельную поверхностную плотность листьев (УППЛ) и площадь листа определяли методом высечек. УППЛ рассчитывали как отношение массы листа к его площади. Косвенно данный показатель характеризует толщину листа. Интенсивность фотосинтеза ежи

сборной изучали методом ассимиляционной колбы. Метод основан на определении количества диоксида углерода, поглощенного листьями при фотосинтезе. В работе сделана статистическая обработка полученных данных с использованием общепринятых методов и пакета прикладных программ MS Excel for Windows, «Statistica 6.0», проведено множественное сравнение (*Scheffe test*) и корреляционный анализ между интенсивностью фотосинтеза и удельной поверхностной плотностью листьев.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты оценки напряженности транспортных потоков на городских магистралях г. Йошкар-Олы показали, что основной поток машин, независимо от места исследования, приходится на легковой транспорт. Одной из наиболее загруженной транспортом является ул. Водопроводная, на которой количество автомобилей составляло 1200, из них 1114 легковые и 86 грузовые. На ул. Павленко было выявлено 96 автомобилей (93 легковые и 3 грузовые). В районе условного контроля автомобилей не было.

Удельная поверхностная плотность листа связывает процессы роста и фотосинтеза, так как он отражает накопление сухого вещества единицей поверхности. Чем больше величина удельной поверхностной плотности листа, тем эффективнее идут процессы фотосинтеза, так как в расчете на единицу поверхности листа синтезируется большая биомасса [1].

Результаты по удельной поверхностной плотности листьев у v и g_2 растений ежи сборной представлены на рисунке 1. Наибольшие показатели УППЛ обнаружены у v и g_2 растений, произрастающих на суходольном лугу, что составило 0,18 и 0,21 г/дм² соответственно. Среднее значение данного показателя характерно для особой ул. Павленко. У v растений он был меньше в 1,3, а у g_2 – в 1,2 раза, по сравнению с контролем. Наименьшее значение УППЛ ежи сборной отмечено на ул. Водопроводной, особенно в v онтогенетическом состоянии (0,1 г/дм²). Сравнивая удельную поверхностную плотность листьев между возрастными состояниями, можно заключить, что данный показатель был выше у g_2 растений, по сравнению с v особями во всех районах исследования.

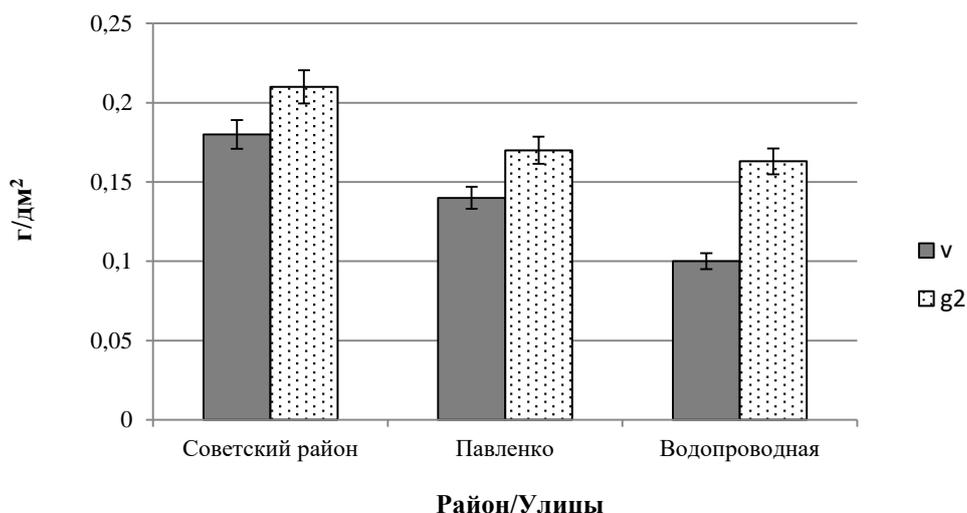


Рис. 1. Удельная поверхностная плотность листьев v и g₂ растений *D. glomerata* /
Fig. 1. Leaf specific surface density of *D. glomerata* on stages v and g₂

Результаты множественных сравнений показали, что по показателю удельная поверхностная плотность листьев ежи сборной в виргинильном состоянии обнаружена статистически значимая разница между районами исследования. У средневозрастных генеративных растений по данному показателю достоверные разли-

чия выявлены только между суходольным лугом и ул. Павленко, ул. Водопроводной. Между ул. Павленко и ул. Водопроводной различия отсутствуют (табл. 1). Также статистически значимые различия не выявлены между g₂ растениями, которые произрастали на улицах Павленко и Водопроводной.

Таблица 1 / Table 1

Результаты множественных сравнений (*Scheffe test*) удельной поверхностной плотности листьев *D. glomerata* /
Multiple comparison results of leaf specific surface density (*Scheffe test*) of *D. glomerata*

Онтогенетическое состояние / The ontogenetic state	Район / District	{1}	{2}	{3}
v	Луг {1}		0,003303	0,000002
	Павленко {2}	0,003303		0,023885
	Водопроводная {3}	0,000002	0,023885	
g ₂	Луг {1}		0,013693	0,001503
	Павленко {2}	0,013693		0,666198
	Водопроводная {3}	0,001503	0,666198	

Результаты по площади листа в онтогенезе ежи сборной представлены на рисунке 2. Площадь листа у ежи сборной, произрастающей на суходольном лугу, в v онтогенетическом состоянии составила 0,22 дм², в g₂ – 0,25 дм². Средние значения данного показателя выявлены в v и g₂ состояниях у ежи сборной, произрастающей на ул. Павленко, что в 1,1 раза меньше, чем в контрольном варианте. Наименьшее значение площади листа у ежи сборной наблюдалось на ул. Водопроводной: у v растений пока-

затель был равен 0,17 дм², у g₂ – 0,18 дм², что в 1,3 (v) и 1,4 (g₂) раза меньше, по сравнению с контролем. У g₂ растений ежи сборной площадь листа была больше, чем у v растений в районах исследования (P<0,05), кроме ул. Павленко.

Статистически значимые отличия по площади листа у v и g₂ растений ежи сборной выявлены между суходольным лугом, ул. Павленко и ул. Водопроводной, ул. Павленко и ул. Водопроводной (табл. 2).

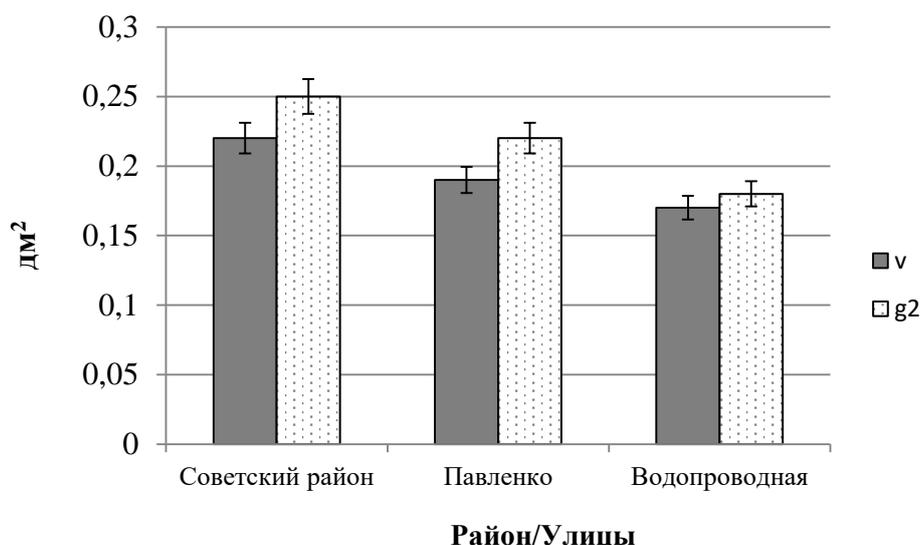


Рис. 2. Площадь листьев у v и g₂ растений *D. glomerata* /
Fig. 2. Leaf area of *D. glomerata* on stages v and g₂

Таблица 2 / Table 2

Результаты множественных сравнений (*Scheffe test*) площади листа *D. glomerata* /
Multiple comparison results of leaf area (*Scheffe test*) of *D. glomerata*

Онтогенетическое состояние / The ontogenetic state	Район / District	{1}	{2}	{3}
v	Луг {1}		0,028903	0,001751
	Павленко {2}	0,028903		0,005777
	Водопроводная {3}	0,001751	0,005777	
g ₂	Луг {1}		0,036898	0,000667
	Павленко {2}	0,036898		0,022154
	Водопроводная {3}	0,000667	0,022154	

Результаты анализа по определению интенсивности фотосинтеза показали, что в листьях, собранных на ул. Водопроводной, значение существенно ниже как в виргинильном (12,6 мгСО₂/дм²час), так и в средневозрастном генеративном (15,4 мгСО₂/дм²час) онтогенетических состояниях. Наибольшее значение интенсивности фотосинтеза у ежи сборной отмечено на суходольном лугу, и составило у v растений 20,3 мгСО₂/дм²час, а у g₂ – 23,5 мгСО₂/дм²час, что в 1,6 раза больше, по сравнению с особями, произрастающими на ул. Водопроводной. Несколько ниже интенсивность фотосинтеза была у v и g₂ растений, произрастающих на ул. Павленко – 16,0 мгСО₂/дм²час и 19,0 мгСО₂/дм²час соответственно. Сравнивая интенсивность фотосинтеза у v и g₂ растений, можно заключить, что

фотосинтез был выше у g₂ особей, независимо от района исследования (P<0,05). Между интенсивностью фотосинтеза и удельной поверхностной плотностью листьев провели корреляционный анализ, который показал положительную зависимость между ними. Коэффициент корреляции у v растений составил r = 0,97, P<0,05, у g₂ – r = 0,91, P<0,05. Аналогичные результаты были получены по содержанию хлорофилла a и хлорофилла b в листьях v и g₂ растений *D. glomerata*. Наибольшее содержание хлорофилла a и хлорофилла b в листьях v и g₂ растений *D. glomerata* обнаружено в контроле (суходольный ежово-разнотравный луг, Советский район). В районе умеренного загрязнения (ул. Водопроводная) количество хлорофиллов в онтогенезе *D. glomerata* наименьшее [9].

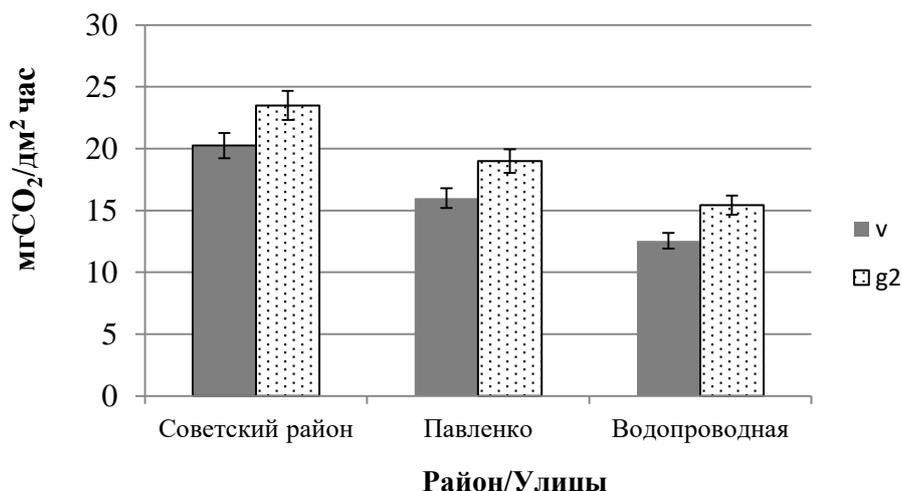


Рис. 3. Интенсивность фотосинтеза в листьях v и g₂ растений *D. glomerata* /
Fig. 3. Rate of photosynthesis in leaves of *D. glomerata* on stages v and g₂

На основании полученных данных проведено множественное сравнение по интенсивности фотосинтеза у v и g₂ растений еже сбор-

ной, которое показало статистически значимую разницу между районами исследования (табл. 3).

Таблица 3 / Table 3

Результаты множественных сравнений (*Scheffe test*) интенсивности фотосинтеза *D. glomerata* /
Multiple comparison results of photosynthesis rate in leaves of *D. glomerata* (*Scheffe test*)

Онтогенетическое состояние / The ontogenetic state	Район / District	{1}	{2}	{3}
v	Луг {1}		0,000002	<10 ⁻⁶
	Павленко {2}	0,000002		<10 ⁻⁶
	Водопроводная {3}	<10 ⁻⁶	<10 ⁻⁶	
g ₂	Луг {1}		0,000002	0,000001
	Павленко {2}	0,000002		0,000044
	Водопроводная {3}	0,000001	0,000044	

Выводы

В изученных районах исследования самое значительное количество автотранспорта наблюдалось в районе умеренного загрязнения (ул. Водопроводная). Подавляющая его часть приходится на легковые автомобили.

По мере увеличения интенсивности автопотока у v и g₂ растений *D. glomerata* происходит уменьшение морфологических показателей и интенсивности фотосинтеза. Наибольшие показате-

ли УППЛ, площади листа и интенсивности фотосинтеза выявлены у g₂ растений, по сравнению с v особями. Установлена положительная корреляционная зависимость между интенсивностью фотосинтеза и удельной поверхностной плотностью листьев еже сборной. Следовательно, проведенные нами исследования показали зависимость морфологических показателей и интенсивности фотосинтеза у v и g₂ растений *D. glomerata* от интенсивности автопотока.

1. Структурно-функциональные особенности листовой системы растений у сортов яровой пшеницы, различающихся урожайностью зерна / А. В. Амелин, Р. А. Икусов, Е. И. Чекалин, В. В. Заикин, А. С. Шишкин, В. И. Мазалов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1. С. 28–35. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/strukturno-funktsionalnye-osobennosti-listovoy-sistemy-rasteniy-u-sortov-yarovoy-pshenitsy-razlichayuschih-sya-urozhayu-zerna> (дата обращения 25.01.2024).

2. Бедарева О. М., Троян Т. Н., Карачинова Л. В. Оценка гетерогенности популяций *Dactylis glomerata* L. в зависимости от условий биотопа // Известия КГТУ. 2023. № 69. С. 11–19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-geterogennosti-populyatsiy-dactylis-glomerata-l-v-zavisimosti-ot-usloviy-biotopa> (дата обращения: 26.01.2024).
3. Добрыднева В. С., Королёва Л. А., Кущенко Л. Е. Влияние автомобильного транспорта на экологию // Инновационная наука. 2018. № 6. С. 20–22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-avtomobilnogo-transporta-na-ekologiyu> (дата обращения: 26.01.2024).
4. Онтогенез ежи сборной / Л. А. Жукова, И. М. Ермакова, Е. В. Зубкова, О. Л. Воскресенская, М. Г. Половникова // Онтогенетический атлас растений. Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2007. Т. 5. С. 252–261. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=sagatl&ysclid=lmj1xcsrns589732713> (дата обращения: 25.01.2024).
5. Кряжевских К. А., Дорофеева Д. А. Проблема загрязнения городов и пути решения // Вопросы российской юстиции. 2023. № 24. С. 318–324. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-zagryazneniya-gorodov-i-puti-resheniya> (дата обращения: 26.01.2024).
6. Мазаева Ю. В. Декоративные газоны в оформлении ландшафтного дизайна // Наука и образование. 2023. № 1. С. 103–107. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dekorativnye-gazon-y-v-oformlenii-landshaftnogo-dizayna> (дата обращения: 10.01.2024).
7. Изучение продуктивности ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.) в Ленинградской области / Н. Ю. Мальшева, Т. Б. Нагиев, Н. В. Ковалёва, Л. Л. Мальшев // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2019. № 4 (101). С. 69–75. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-produktivnosti-ezhi-sbornoy-dactylis-glomerata-l-v-ningradskoy-oblasti/viewer> (дата обращения: 25.01.2024).
8. Серебрякова Т. И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков. М.: Наука, 1971. С. 77–330. URL: https://www.studmed.ru/serebryakova-ti-morfogenez-rasteniy-i-evolyuciya-zhiznennyh-form-zlakov_740eb170ed5.html (дата обращения: 25.01.2024).
9. Сkochилова Е. А. Устойчивость пигментного комплекса ежи сборной к загрязнению окружающей среды автомобильным транспортом // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2023. Т. 9. № 4. С. 406–413. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-4-406-413>
10. Тулинов А. Г., Косолапова Т. В. Сравнительная оценка отечественных и зарубежных образцов ежи сборной в условиях северного региона // Вестник НГАУ. 2019. № 3 (52). С. 67–73. DOI: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2019-52-3-67-73> (дата обращения: 26.01.2024).
11. Фролова Л. Д., Новиков М. Н. Многолетние травы в земледелии Владимирской области // Растениеводство. 2017. № 2 (80). С. 24–25. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogoletnie-travy-v-zemledelii-vladimirskoy-oblasti?ysclid=lq0mx7f918362636711> (дата обращения: 14.01.2024).

Статья поступила в редакцию 29.01.2024 г.; одобрена после рецензирования 27.02.2024 г.; принята к публикации 07.03.2024 г.

Об авторе

Сkochилова Елена Анатольевна

кандидат биологических наук, доцент, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4553-508X>, skochilova@inbox.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Amelin A. V., Ikusov R. A., Chekalin E. I., Zaikin V. V., Shishkin A. S., Mazalov V. I. . Strukturno-funktsional'nye osobennosti listovoi sistemy rastenii u sortov yarovoi pshenitsy, razlichayushchikhsya urozhainost'yu zerna [Structural and functional features of the plant leaf system of spring wheat varieties with different grain yield]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy, 2023, no. 1, pp. 28–35. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/strukturno-funktsionalnye-osobennosti-listovoy-sistemy-rasteniy-u-sortov-yarovoy-pshenitsy-razlic-hayuschih-sya-urozhaynostyu-zerna> (accessed 25.01.2024). (In Russ.).
2. Bedareva O. M., Troyan T. N., Karachinova L. V. Otsenka geterogennosti populyatsii *Dactylis glomerata* L. v zavisimosti ot uslovii biotopa [Evaluation of the population heterogeneity *Dactylis glomerata* L. depending on the biotope conditions]. *Izvestiya KGTU* = KSTU News, 2023, no. 69, pp. 11–19. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-geterogennosti-populyatsiy-dactylis-glomerata-l-v-zavisimosti-ot-usloviy-biotopa> (accessed 26.01.2024). (In Russ.).
3. Dobryднева V. S., Korolyova L. A., Kushchenko L. E. Vliyanie avtomobil'nogo transporta na ekologiyu [Impact of road transport on the environment]. *Innovatsionnaya nauka* = Innovation Science, 2018, no. 6, pp. 20–22. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-avtomobilnogo-transporta-na-ekologiyu> (accessed 26.01.2024). (In Russ.).
4. Zhukova L. A., Ermakova I. M., Zubkova E. V., Voskresenskaya O. L., Polovnikova M. G. Ontogenez ezhi sbornoj [Ontogenesis of *Dactylis glomerata* L.]. *Ontogeneticheskii atlas rastenii* = Ontogenetic Atlas of Plants, Yoshkar-Ola, Publ. house of the Mari State University, 2007, vol. 5, pp. 252–261. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=sagatl&ysclid=lmj1xcsrns589732713> (accessed 25.01.2024). (In Russ.).

5. Kryazhevskikh K. A., Dorofteeva D. A. Problema zagryazneniya gorodov i puti resheniya [The problem of urban pollution and solutions]. *Voprosy rossiiskoi yustitsii* = Issues of Russian Justice, 2023, no. 24, pp. 318–324. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-zagryazneniya-gorodov-i-puti-resheniya> (accessed 26.01.2024). (In Russ.).

6. Mazayeva Y. V. Dekorativnye gazony v oformlenii landshaftnogo dizaina [Decorative lawns in landscape design]. *Nauka i obrazovanie* = Science and Education, 2023, no. 1, pp. 103–107. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/dekorativnye-gazony-v-oformlenii-landshaftnogo-dizayna> (accessed 10.01.2024). (In Russ.).

7. Malysheva N. Yu., Nagiev T. B., Kovaleva N. V., Malyshev L. L. Izuchenie produktivnosti ezhi sbornoi (*Dactylis glomerata* L.) v Leningradskoi oblasti [Study of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) performance in Leningrad region]. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktov rastenievodstva i zhivotnovodstva* = Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products, 2019, no. 4 (101), pp. 69–75. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-produktivnosti-ezhi-sbornoy-dactylis-glomerata-l-v-leninradskoy-oblasti/viewer> (accessed 25.01.2024). (In Russ.).

8. Serebryakova T. I. Morfogenez pobegov i evolyutsiya zhiznennykh form zlakov [Morphogenesis of shoots and evolution of life forms of cereals]. *M., Science Publ.*, 1971, pp. 77–330. Available at: https://www.studmed.ru/serebryakova-ti-morfogenez-rasteniy-i-evolyuciya-zhiznennykh-form-zlakov_740eb170ed5.html (accessed 25.01.2024). (In Russ.).

9. Skochilova E. A. Ustoichivost' pigmentnogo kompleksa ezhi sbornoi k zagryazneniyu okruzhayushhei sredy avtomobil'nym transportom [Sustainability of the pigment complex of *Dactylis glomerata* to environmental pollution by vehicles]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2023, vol. 9, no. 4, pp. 406–413. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-4-406-413>

10. Tulinov A. G., Kosolapova T. V. Sravnitel'naya otsenka otechestvennykh i zarubezhnykh obraztsov ezhi sbornoi v usloviyakh severnogo regiona [Comparative assessment of national and foreign samples of cocksfoot grass in the northern region]. *Vestnik NGAU* = Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University), 2019, no. 3 (52), pp. 67–73. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2019-52-3-67-73>

11. Frolova L. D., Novikov M. N. Mnogoletnie travy v zemledelii Vladimirskoi oblasti [Perennial herbs in the agriculture of the Vladimir region]. *Rastenievodstvo* = Crop Production, 2017, no. 2 (80), pp. 24–25. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogoletnie-travy-v-zemledelii-vladimirskoy-oblasti?ysclid=lq0mx7f9l8362636711> (accessed 14.01.2024). (In Russ.).

The article was submitted 29.01.2024; approved after reviewing 27.02.2024; accepted for publication 07.03.2024.

About the author

Elena A. Skochilova

Ph. D. (Biology), Associate Professor, Mari State University (1 Lenin Sq., 424000 Yoshkar-Ola, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4553-508X>, skochilova@inbox.ru

The author has read and approved the final manuscript.