

УДК 631.421.2

DOI 10.30914/2411-9687-2023-9-4-406-413

## УСТОЙЧИВОСТЬ ПИГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА ЕЖИ СБОРНОЙ К ЗАГРЯЗНЕНИЮ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

**Е. А. Скочилова**

*Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация*

**Аннотация. Введение.** Важнейшей задачей при озеленении городов является создание газонов. При организации газонов необходимо подобрать травосмесь, наиболее устойчивую к рекреационным нагрузкам. **Цель** – изучение устойчивости ежи сборной в онтогенезе по содержанию фотосинтетических пигментов в зависимости от загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом. **Материалы и методы.** Объектом исследования является ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.). Сбор материала проводили в Республике Марий Эл. Выбор районов исследования основывался на данных загруженности автотранспортом. В результате были выделены 3 района исследования: в Советском районе РМЭ – суходольный ежово-разнотравный луг (контроль); в г. Йошкар-Оле – улица Павленко (район слабого загрязнения), улица Водопроводная (район умеренного загрязнения). Растения ежи сборной изучали в виргинильном (v) и средневозрастном генеративном состояниях (g<sub>2</sub>). Количество фотосинтезирующих пигментов определяли спектрофотометрическим методом. **Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты исследований показали, что в контроле автомашин не было, в районе слабого загрязнения было выявлено 96 автомобилей, в районе умеренного загрязнения – 1200 единиц автотранспорта. По мере увеличения загрязняющих веществ в атмосфере уменьшается содержание хлорофилла *a* и хлорофилла *b* в листьях v и g<sub>2</sub> растений *D. glomerata*. По содержанию хлорофиллов у *D. glomerata* в изученных районах можно составить следующий ряд по уменьшению: контроль > район слабого загрязнения > район умеренного загрязнения. **Заключение.** При увеличении содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе происходит снижение количества хлорофиллов *a* и *b* в листьях v и g<sub>2</sub> растениях *D. glomerata*. Поэтому необходимо *D. glomerata* высевать на участках, удаленных от источников загрязнения.

**Ключевые слова:** район, загрязнение, хлорофилл, ежа сборная

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Скочилова 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>

## SUSTAINABILITY OF THE PIGMENT COMPLEX OF *DACTYLIS GLOMERATA* TO ENVIRONMENTAL POLLUTION BY VEHICLES

**E. A. Skochilova**

*Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation*

**Annotation. Introduction.** The most important task in urban landscaping is the creation of lawns. When organizing lawns, it is necessary to select a grass mixture that is most sustainable to recreational loads. **The purpose of the research** is to study the sustainability of *Dactylis glomerata* in ontogenesis based on the photosynthetic pigments content depending on environmental pollution degree by vehicles. **Materials and methods.** The object of the study is *Dactylis glomerata* L. Plant material was collected in the Republic of Mari El. The selection of study districts was based on traffic load data. As a result, three study areas were identified in the Soviet district of the Mari El Republic: dry mixed-grass meadow dominated by *D. glomerata* (control area); in Yoshkar-Ola: Pavlenko Street (low pollution area), Vodoprovodnaya Street (moderate pollution area). *D. glomerata* plants were studied in virginal (v) and middle-aged generative states (g<sub>2</sub>). The amount of photosynthetic pigments was measured using the spectrophotometric method. **Research results and discussion.** The research results showed that there were no vehicles in control area, in low pollution area 96

vehicles were observed, in moderate pollution area – 1200 units of vehicles. As pollutants in the atmosphere increase, the content of chlorophyll *a* and chlorophyll *b* in leaves *v* and *g*<sub>2</sub> of *D. glomerata* plants decreases. Based on the chlorophyll content in *D. glomerata* in the studied areas, the following row can be compiled in descending order: control area > low pollution area > moderate pollution area. **Conclusion.** With an increase in the content of pollutants in the atmospheric air, the amount of chlorophylls *a* and *b* in the leaves *v* and *g*<sub>2</sub> of *D. glomerata* plants decreases. That's why it is necessary to sow *D. glomerata* in the areas far from sources of pollution

**Keywords:** district, pollution, chlorophyll, *Dactylis glomerata* L

The author declares no conflict of interest.

**For citation:** Skochilova E. A. Sustainability of the pigment complex of *Dactylis glomerata* to environmental pollution by vehicles. *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>

## Введение

С развитием урбанизации актуальной задачей становится озеленение городов, в том числе создание газонов максимально устойчивых к рекреационным нагрузкам.

Одной из важнейших составляющих при создании и эксплуатации газонов является правильный подбор травосмесей, соответствующих климатическим условиям региона и наиболее устойчивых к загрязнению окружающей среды [9].

В настоящее время газон создается преимущественно из многолетних злаков, способных образовывать прочную дернину, которая сможет противостоять механическим повреждениям и другим неблагоприятным факторам. Исследования показали, что проективное покрытие почвы растениями достаточно высокое, но качество газонов, их декоративный вид при этом имеют различие, так как видовой состав газонных травостоев представлен различными видами травянистых растений, среди которых могут отсутствовать злаки [1].

В настоящее время проводится работа по продуктивности агроценозов, в состав которых включают дикорастущие и сортовые многолетние травы [4; 5]. Очень часто в ландшафтном озеленении для создания газона используют ежу сборную. Обычно в газонных ценозах ежу сборную высевают в комбинации с другими растениями, в том числе злаковыми [10] или бобовыми [6], так как она в монокультуре образует не очень ровный покров. Хорошо развивается практически в любых климатических условиях,

обладает способностью вытеснять сорняки. Также ежу сборную используют в городском и дорожном строительстве: высевают для закрепления эродированных почв вдоль дорог и создания устойчивого к вытаптыванию газона на спортивных площадках. Кроме того, ежа сборная является ценной кормовой культурой, одной из самых ранних, высокопитательных, востребованных в кормопроизводстве злаковых трав [7].

На урбанизированных территориях основным источником загрязнения является автомобильный транспорт [11] и предприятия промышленности. Загрязняющие вещества вызывают снижение физиолого-биохимических процессов, в частности содержание хлорофиллов [12]. Основными компонентами фотосинтетического аппарата растений являются хлорофиллы *a* и *b*. Именно содержание и соотношение хлорофиллов отражает адаптированность растений к неблагоприятным факторам среды. Поэтому особый интерес вызывает изучение количества хлорофиллов при воздействии стрессовых ситуаций, связанных с загрязнением окружающей среды.

**Целью** данного исследования является изучение устойчивости ежи сборной в онтогенезе по содержанию фотосинтетических пигментов в зависимости от загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом.

## Материалы и методы

В качестве объекта исследования была выбрана ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.) – много-

летнее, короткокорневищное, рыхлодерновинное, поликарпическое травянистое растение из семейства Мятликовые (*Poaceae*) [8]. Ежа сборная широко распространена в Европе, северо-западных районах Азии. В России встречается в европейской части (в том числе и на всей территории средней полосы России), заметно реже встречается в южных районах Сибири. На Дальнем Востоке считается заносным растением<sup>1</sup>.

Сбор материала проводили в Республике Марий Эл. Выбор районов исследования основывался на данных загруженности автотранспортом. В результате были выделены 3 района исследования: в Советском районе РМЭ – суходольный ежево-разнотравный луг (контроль); в г. Йошкар-Оле – улица Павленко (район слабого загрязнения), улица Водопроводная (район умеренного загрязнения). 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 в виргинильном ( $v$ ) и средневозрастном генеративном состояниях ( $g_2$ ). Определение онтогенетических состояний проводили на основании диагнозов онтогенетических состояний ежи сборной<sup>2</sup> [3].

Количество фотосинтезирующих пигментов определяли спектрофотометрическим методом при длинах волн 663, 645 нм. Экстракцию пигментов проводили 80%-м ацетоном. Для расчета концентрации хлорофиллов ( $a$ ,  $b$ ) использовали формулы Mac-Kinney [2]. Определение проводили в трех биологических повторностях. Статистический анализ полученных данных проводили с использованием общепринятых методов и пакета прикладных программ MS Excel for Windows, «Statistica 6.0».

<sup>1</sup> 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-illyustrirovannyu-opredelitel-rasteniy-sredney-rossii-v-4-tomah-tom-1-paporotniki-hvoschi-plauny-golos-emnyye-pokrytosemnyye-odnodolnye> (дата обращения 14.09.2023).

<sup>2</sup> Григорьева Н. М., Ермакова И. М., Жукова Л. А., Матвеев А. П. Ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.) // Диагнозы и ключи возрастных состояний луговых растений. М. : МГПИ, 1980. Ч. 1. С. 56–59. URL: <https://istina.msu.ru/download/20219288/1qgnqK:yYxnh7-dmg-w0-2BaF-ed6zV8A/> (дата обращения 14.09.2023).

### Результаты исследований и их обсуждение

В каждом районе исследования было посчитано количество автомашин. В Советском районе РМЭ (контроль) автомашин не было, на ул. Павленко было выявлено 96 автомобилей, на ул. Водопроводной – 1200 единиц автотранспорта. Основной поток машин в районах исследования приходится на легковой транспорт.

В настоящее время известно, что хлорофилл имеет несколько функциональных свойств. Поэтому важно изучение не только общего содержания пигментов в листьях растений, но и соотношение различных форм хлорофилла в пигментном комплексе. Содержание хлорофилла специфично для листьев каждого вида растений и существенно изменяется в зависимости от содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

На рисунке 1 представлено содержание хлорофилла  $a$  в листьях  $v$  и  $g_2$  растениях. В листьях ежи сборной, произрастающей в районе условного контроля, выявлено наибольшее содержание хлорофилла  $a$  на единицу сырой массы листа, что составило 1,77 мг/г у виргинильных и 2,08 мг/г у средневозрастных генеративных особей. Содержание хлорофилла  $a$  в листьях ежи сборной на ул. Павленко составляет 1,44 мг/г у  $v$  и 1,59 мг/г у  $g_2$  особей. Наименьшее содержание хлорофилла  $a$  характерно для особей ежи сборной, произрастающих на ул. Водопроводной. В целом количество хлорофилла  $a$  у ежи сборной было выше у средневозрастных генеративных растений, по сравнению с виргинильными во всех районах исследования.

Аналогичная тенденция выявлена и по содержанию хлорофилла  $b$ . Максимальное содержание хлорофилла  $b$  в листьях ежи сборной в  $v$  и  $g_2$  состояниях наблюдалось в районе условного контроля и составило 0,61 мг/г и 0,91 мг/г соответственно. Несколько ниже содержание хлорофилла  $b$  было обнаружено у  $v$  и  $g_2$  особей ежи сборной, произрастающих на ул. Павленко (0,48 мг/г и 0,64 мг/г соответственно). В листьях ежи сборной, произрастающей на ул. Водопроводной, выявлено наименьшее количество хлорофилла  $b$ , что составило 0,37 мг/г у  $v$  и 0,47 мг/г у  $g_2$  особей (рис. 2).

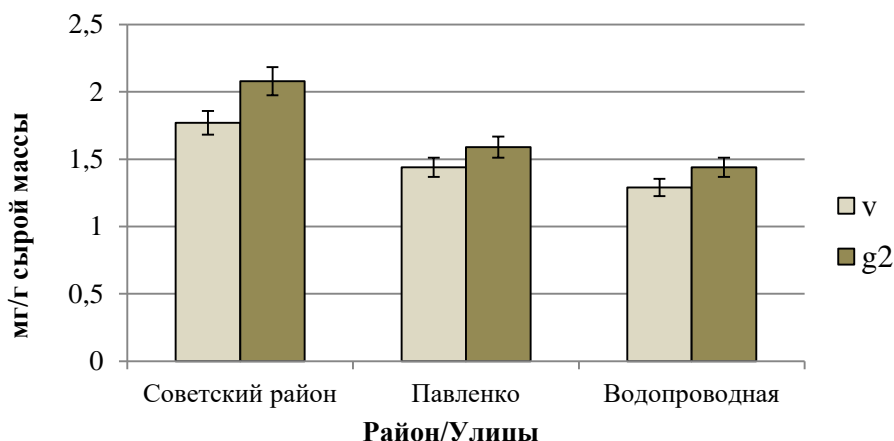


Рис. 1. Содержание хлорофилла *a* в листьях *v* и *g2* растений *D. glomerata* /  
Fig. 1. Content of chlorophyll *a* in leaves *v* and *g2* of *D. glomerata* plants

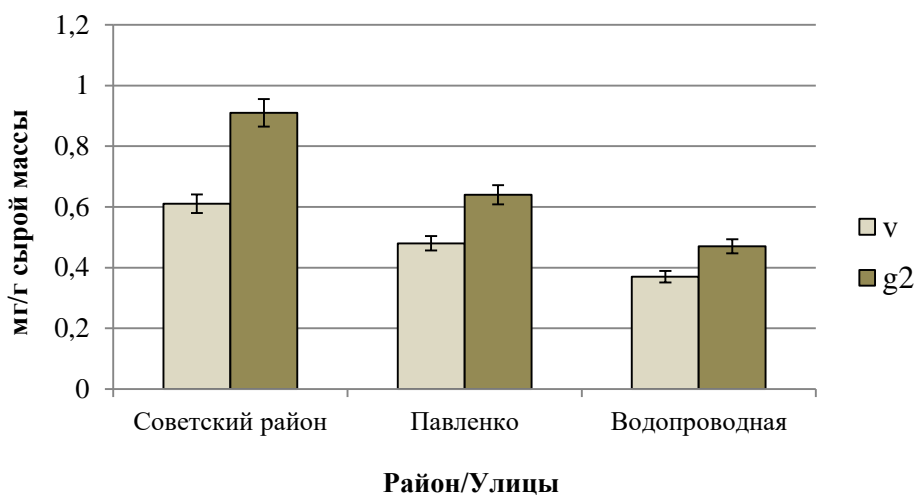


Рис. 2. Содержание хлорофилла *b* в листьях *v* и *g2* растений *D. glomerata* /  
Fig. 2. Content of chlorophyll *b* in leaves *v* and *g2* of *D. glomerata* plants

Результаты множественных сравнений по содержанию хлорофиллов *a* и *b* в листьях *D. glomerata* показали статистически значимую

разницу как между районами исследования (табл. 1, 2), так и между онтогенетическими состояниями.

Таблица 1 / Table 1

Результаты множественных сравнений (*Scheffe test*) содержания хлорофилла *a* в листьях *D. glomerata* /  
Results of multiple comparisons (*Scheffe test*) of chlorophyll *a* content in leaves of *D. glomerata*

Онтогенетическое состояние / The ontogenetic state	Район / District	{1}	{2}	{3}
v	Луг{1}		0,001324	0,004321
	Павленко{2}	0,001324		0,000231
	Водопроводная{3}	0,004321	0,000231	
g2	Луг{1}		0,00632	0,000321
	Павленко{2}	0,00632		0,000651
	Водопроводная{3}	0,000321	0,000651	

Таблица 2 / Table 2

Результаты множественных сравнений (*Scheffe test*) содержания хлорофилла *b* в листьях *D. glomerata* /  
Results of multiple comparisons (*Scheffe test*) of chlorophyll *b* content in leaves of *D. glomerata*

Онтогенетическое состояние / The ontogenetic state	Район / District	{1}	{2}	{3}
v	Луг{1}		0,000521	0,005781
	Павленко{2}	0,000521		0,000369
	Водопроводная{3}	0,005781	0,000369	
g <sub>2</sub>	Луг{1}		0,005232	0,000123
	Павленко{2}	0,005232		0,000476
	Водопроводная{3}	0,000123	0,000476	

Суммарное содержание зеленых пигментов в листьях ежи сборной имело такое же распределение (рис. 3). С увеличением степени загрязнения происходит снижение общего числа хлорофиллов. Содержание суммы хлорофиллов в листьях ежи сборной, произрастающей на суходольном лугу, имело наибольшее значение – 2,38 мг/г и 2,98 мг/г для v и g<sub>2</sub> особей соответственно. Наименьшее содержание хлорофиллов

обнаружено у растений на ул. Водопроводной – 1,66 и 1,91 мг/г для v и g<sub>2</sub> растений.

По суммарному содержанию хлорофиллов *a + b* в листьях ежи сборной выявлены статистически значимые различия между районами исследования (табл. 3). Между v и g<sub>2</sub> особями ежи сборной также обнаружена статистически значимая разница во всех районах исследования.

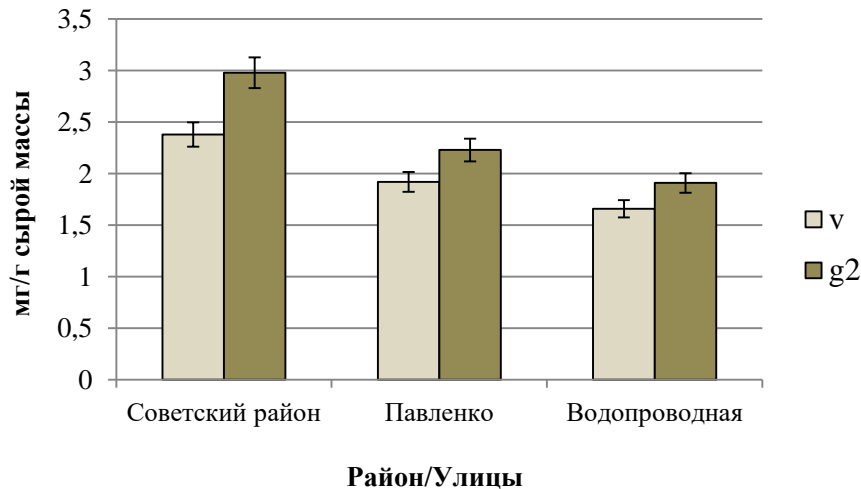


Рис. 3. Содержание суммы хлорофиллов в листьях v и g<sub>2</sub> растений *D. glomerata* /  
Fig. 3. Content of total of chlorophylls in the leaves v и g<sub>2</sub> of *D. glomerata* plants

Таблица 3 / Table 3

Результаты множественных сравнений (*Scheffe test*) суммарного содержания хлорофиллов  
в листьях *D. glomerata* / Results of multiple comparisons (*Scheffe test*)  
of the total chlorophyll content in leaves of *D. glomerata*

Онтогенетическое состояние / The ontogenetic state	Район / District	{1}	{2}	{3}
1	2	2	3	5
v	Луг{1}		0,003142	0,004125
	Павленко{2}	0,003142		0,004213
	Водопроводная{3}	0,004125	0,004213	

Окончание табл.

1	2	3	4	5
g <sub>2</sub>	Луг{1}		0,003628	0,000547
	Павленко{2}	0,003628		0,000265
	Водопроводная{3}	0,000547	0,000265	

Одним из информативных показателей, характеризующих работу фотосинтетического аппарата, является отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b*. Это отношение связано с активностью главного пигмента, то есть хлорофилла *a*: чем оно больше, тем интенсивнее фотосинтез. В норме этот показатель должен соответствовать от 2,2 до 3,0 отн. ед.

Отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* представлено на рисунке 4. Результаты исследований показали, что отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* у g<sub>2</sub> особей было ниже, чем у *v* растений ежи сборной во всех районах

исследования. Как показано выше, g<sub>2</sub> особи ежи сборной содержат наибольшее количество хлорофилла *a* и хлорофилла *b* в изученных районах. Следовательно, увеличение хлорофиллов в g<sub>2</sub> состоянии произошло за счет увеличения доли хлорофилла *b*, который находится в светособирающем комплексе II и является дополнительным пигментом. Однако при сравнении отношения хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* между районами исследования можно заключить, что наибольший показатель обнаружен в районе умеренного загрязнения как у *v* особей, так и у g<sub>2</sub> растений.

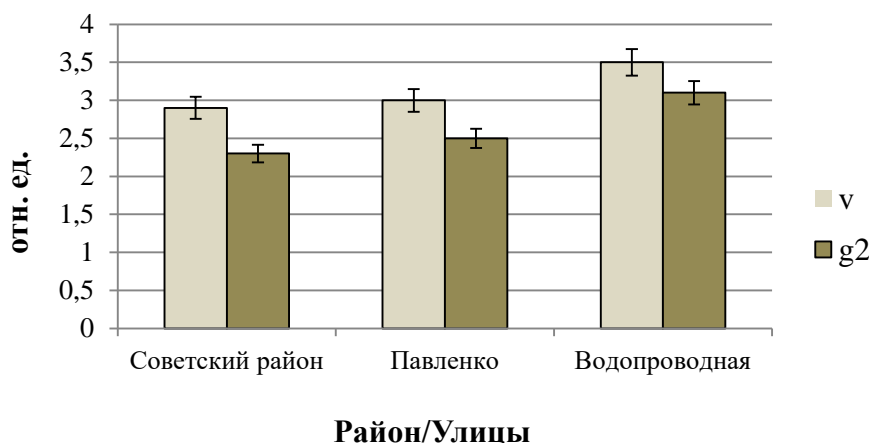


Рис. 4. Отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* в листьях *v* и g<sub>2</sub> растений *D. glomerata* /  
Fig. 4. Ratio of chlorophyll *a* to chlorophyll *b* in leaves *v* and g<sub>2</sub> of *D. glomerata* plants

При сравнении отношения хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* в *v* и g<sub>2</sub> состояниях статистически значимая разница обнаружена только между контролем, районом слабого загрязнения и районом умеренного загрязнения, а между районами сла-

бого и умеренного загрязнения достоверной разницы не выявлено (табл. 4). Кроме того, по данному показателю статистически значимая разница обнаружена между *v* и g<sub>2</sub> особями во всех районах исследования ( $P < 0,05$ ).

Таблица 4 / Table 4

Результаты множественных сравнений (*Scheffe test*) отношения хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* /  
Results of multiple comparisons (*Scheffe test*) of ratio of chlorophyll *a* to chlorophyll *b*

Онтогенетическое состояние / The ontogenetic state	Район / District	{1}	{2}	{3}
1	2	3	4	5
<i>v</i>	Луг{1}		0,060132	0,006029
	Павленко{2}	0,060132		0,074153
	Водопроводная{3}	0,006029	0,074153	

Окончание табл.

1	2	3	4	5
g <sub>2</sub>	Луг{1}		0,086362	0,002232
	Павленко{2}	0,086362		0,076501
	Водопроводная{3}	0,002232	0,076501	

### Выводы

Наибольшее содержание хлорофилла *a* и хлорофилла *b* в листьях *v* и *g*<sub>2</sub> 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.

Отношения хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* было выше у *v* растений, по сравнению с *g*<sub>2</sub> особями во всех районах исследования. Наибольший

показатель отношения хлорофиллов выявлен в районе умеренного загрязнения.

Таким образом, проведенные нами исследования показали наличие зависимости содержания хлорофиллов *a* и *b* у *v* и *g*<sub>2</sub> растений *D. glomerata* от степени загрязнения атмосферного воздуха в исследуемых районах. Следовательно, *D. glomerata* необходимо включать в травосмеси для газонов, удаленных от источников загрязнения (парки, скверы, пешеходные зоны).

1. Авдеева Е. В., Рудин К. А. Экологический мониторинг травостоя в городах Сибири (на примере города Красноярск) // Хвойные бореальной зоны. 2019. Т. XXXVII. № 3–4. С. 183–193. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskiy-monitoring-travostoya-v-gorodah-sibiri-na-primere-goroda-krasnoyarska/viewer> (дата обращения 14.09.2023).

2. Гавриленко В. Ф., Ладыгина М. Е., Хандобина Л. М. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание. М.: Высш. шк., 1975. 392 с. URL: <https://g.eruditor.one/file/1665237/?ysclid=lmjahbnr4v19212044> (дата обращения 14.09.2023).

3. Жукова Л. А., Ермакова И. М., Зубкова Е. В., Воскресенская О. Л., Половникова М. Г. Онтогенез ежи сборной // Онтогенетический атлас растений. Йошкар-Ола, 2007. Т. 5. С. 252–261. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=saqatl&ysclid=lmj1xcrsn589732713> (дата обращения 14.09.2023).

4. Костицын Р. Д. Злаково-бобовые травосмеси для конвейерного производства кормов // Сборник научных трудов КНЦЗВ. 2022. Т. 11. № 1. С. 293–296. DOI: <https://doi.org/10.48612/sbornik-2022-1-73>

5. Лапенко Н. Г. К вопросу создания новых многокомпонентных продуктивных агроценозов // Вестник АПК Ставрополя. 2021. № 3 (43). С. 31–35. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-sozdaniya-novyh-mnogokomponentnyh-produktivnyh-agrotsenozov?ysclid=lq0m6f2s9c91207335> (дата обращения 14.09.2023).

6. Мазасева Ю. В. Декоративные газоны в оформлении ландшафтного дизайна // Наука и образование. 2023. № 1. С. 103–107. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dekorativnyye-gazonny-v-otformlenii-landshaftnogo-dizayna> (дата обращения 14.09.2023).

7. Малышева Н. Ю., Нагиев Т. Б., Ковалёва Н. В., Малышев Л. Л. Изучение продуктивности ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.) в Ленинградской области // 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-leningradskoy-oblasti/viewer> (дата обращения 14.09.2023).

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](https://www.studmed.ru/serebryakova-ti-morfogenez-rasteniy-i-evolyuciya-zhiznennyh-form-zlakov_740eb170ed5.html) (дата обращения 14.09.2023).

9. Тодорхоева Т. Б., Давыдова О. Ю., Батоева Е. А. Комплексная оценка газонных травостоев различного функционального назначения // Вестник КрасГАУ. 2020. № 11. С. 11–17. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-otsenka-gazonnyh-travostoev-razlichnogo-funktsionalnogo-naznacheniya/viewer> (дата обращения 14.09.2023).

10. 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/mноголетnie-travy-v-zemledelii-vladimirskoy-oblasti?ysclid=lq0mx7f918362636711> (дата обращения 14.09.2023).

11. Черкашина М. В., Петухова Г. А. Влияние техногенной нагрузки на изменение содержания пигментов фотосинтеза и степени окраски древесных и травянистых растений // Современные наукоемкие технологии. 2007. № 5. С. 81–82. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=24944> (дата обращения 14.09.2023).

12. Wungrampha S., Joshi R., Singla-Pareek S. L., Pareek A. Photosynthesis and salinity: are these mutually exclusive? // Photosynthetica. 2018. Vol. 56. № 1. Pp. 366–381. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11099-017-0763-7>

Статья поступила в редакцию 26.09.2023 г.; одобрена после рецензирования 01.11. 2023 г.; принята к публикации 03.11.2023 г.

## Об авторе

### Скочилова 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](mailto:skochilova@inbox.ru)

*Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.*

1. Avdeeva E. V., Rudin K. A. Ekologicheskii monitoring travostoya v gorodakh Sibiri (na primere goroda Krasnoyarska) [Environmental monitoring of grass in Siberian cities (for example, the city of Krasnoyarsk)]. *Khvoynye boreal'noi zony = Boreal Zone Conifers*, 2019, vol. 37, no. 3–4, pp. 183–193. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskii-monitoring-travostoya-v-gorodah-sibiri-na-primere-goroda-krasnoyarska/viewer> (accessed 14.09.2023). (In Russ.).
2. Gavrilenko V. F., Ladygina M. E., Khandobina L. M. Bol'shoi praktikum po fiziologii rastenii. Fotosintez. Dykhanie [A large workshop on plant physiology. Photosynthesis. Breath]. M., High School Publ., 1975, 392 p. Available at: <https://g.eruditor.one/file/1665237/?ysclid=lmjahbnr4v19212044> (accessed 14.09.2023). (In Russ.).
3. Zhukova L. A., Ermakova I. M., Zubkova E. V., Voskresenskaya O. L., Polovnikova M. G. Ontogenez ezhi sbornoi [Ontogenesis of *Dactylis glomerata* L.]. *Ontogeneticheskii atlas rastenii = Ontogenetic Atlas of Plants*, Yoshkar-Ola, 2007, vol. 5, pp. 252–261. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=saqatl&ysclid=lmj1xcrsn589732713> (accessed 14.09.2023). (In Russ.).
4. Kostitsyn R. D. Zlakovo-bobovye travosmesi dlya konveinogo proizvodstva kormov [Cereal and legume grass mixtures for conveyor feed production]. *Sbornik nauchnykh trudov KNTsZV = Collection of Scientific Papers of KRCAHVM*, 2022, vol. 11, no. 1, pp. 293–296. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.48612/sbornik-2022-1-73>
5. Lapenko N. G. K voprosu sozdaniya novykh mnogokomponentnykh produktivnykh agrotsenzov [Towards the creation of new multicomponent productive agrocoenosis]. *Vestnik APK Stavropol'ya = Agricultural Bulletin of Stavropol Region*, 2021, no. 3 (43), pp. 31–35. (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-sozdaniya-novykh-mnogokomponentnykh-produktivnykh-agrotsenzov?ysclid=lq0m6f2s9c91207335> (accessed 14.09.2023).
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 14.09.2023). (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 produktii rastenievodstva i zivotnovodstva = 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-leninigradskoy-oblasti/viewer> (accessed 14.09.2023). (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](https://www.studmed.ru/serebryakova-ti-morfogenez-rasteniy-i-evolyuciya-zhiznennykh-form-zlakov_740eb170ed5.html) (accessed 14.09.2023). (In Russ.).
9. Todorkhova T. B., Davydova O. Yu., Batoeva E. A. Kompleksnaya otsenka gazonnykh travostoev razlichnogo funktsional'nogo naznacheniya [Complex assessment of lawn grass stand of different functional purpose]. *Vestnik KrasGAU = Bulletin of KSAU*, 2020, no. 11, pp. 11–17. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-otsenka-gazonnykh-travostoev-razlichnogo-funktsional'nogo-naznacheniya/viewer> (accessed 14.09.2023). (In Russ.).
10. 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=lq0mx7f918362636711> (accessed 14.09.2023). (In Russ.).
11. Cherkashina M. V., Petukhova G. A. Vliyanie tekhnogennoi nagruzki na izmenenie sodержaniya pigmentov fotosinteza i stepeni okraski drevesnykh i travyanistykh rastenii [The effect of man-made stress on changes in the content of photosynthesis pigments and the degree of coloring of woody and herbaceous plants]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii = Modern High Technologies*, 2007, no 5, pp. 81–82. Available at: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=24944> (accessed 14.09.2023). (In Russ.).
12. Wungrampha S., Joshi R., Singla-Pareek S. L., Pareek A. Photosynthesis and salinity: are these mutually exclusive? *Photosynthetica*, 2018, vol. 56, no. 1, pp. 366–381. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1007/s11099-017-0763-7>

*The article was submitted 26.09.2023; approved after reviewing 01.11.2023; accepted for publication 03.11.2023.*

## 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](mailto:skochilova@inbox.ru)

*The author has read and approved the final manuscript.*