



## ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ КОСТРЕЦА БЕЗОСТОГО К ВОЗБУДИТЕЛЮ ТЕМНО-БУРОЙ ПЯТНИСТОСТИ НА ИСКУССТВЕННОМ ИНФЕКЦИОННОМ ФОНЕ

Н.Ю. Костенко

Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса, Лобня, Московская обл.

\* ответственный за переписку, e-mail: [kostenko86@yandex.ru](mailto:kostenko86@yandex.ru)

Кострец безостый *Bromopsis inermis* – широко распространенная многолетняя злаковая культура с ценными кормовыми качествами. Отличается высокой зимостойкостью. Основное направление в селекционной работе – выведение высокоурожайных сортов с повышенной болезнестойкостью. Исследования проводились на искусственном инфекционном фоне лаборатории иммунитета ФНЦ «ВИК» имени В. Р. Вильямса в г. Лобня Мытищинского района Московской области в 2018–2020 годах. Многолетний фитосанитарный мониторинг посевов показал, что наиболее распространенное заболевание данной культуры – это темно-бурая пятнистость или гельминтоспориоз. В 2018 году на инфекционном фоне было высеяно 16 образцов костреца безостого для определения их болезнестойкости. Максимального развития болезнь достигает в фазу начала созревания семян. Два из изучаемых образцов, по двухлетним данным, превысили стандартный сорт Факельный в среднем на 12% по устойчивости к возбудителю гельминтоспориоза и могут быть рекомендованы для включения в селекционный процесс при создании современных сортов интенсивного типа.

**Ключевые слова:** кострец безостый, пятнистость листьев, гельминтоспориоз, мониторинг болезней, оценка поражения

Поступила в редакцию: 05.08.2020

Принята к печати: 24.05.2021

### Введение

Кормовые травы – это мощные, постоянно действующие, важные факторы корригирования окружающей среды, сохранения и улучшения почвенного плодородия, а также устойчивости биоценозов (Косолапов, Шамсутдинов, 2015). Кострец безостый *Bromopsis inermis* превосходит по питательной ценности большинство многолетних злаковых культур, обладает высокой экологической пластичностью, хорошо поедается сельскохозяйственными животными, поэтому активно используется, как пастбищное растение в России, США, Канаде, Австралии, Японии и ряде других стран.

Основной недостаток костреца безостого в с/х производстве – нестабильный урожай семян, а также поражаемость листьев возбудителями грибных заболеваний, особенно пятнистостями. Гельминтоспориоз – одно из самых вредоносных и распространенных заболеваний костреца безостого. Возбудителем заболевания является гриб *Drechslera bromi* Ito. Данный гриб имеет широкий спектр хозяев и вызывает характерные пятна на листьях у многих представителей семейства Poaceae, при этом кострец безостый служит основным хозяином *Drechslera bromi* (Ali, Francl, 2014).

Прогнозируемое повышение минимальной температуры на 2–6 °С в зимние месяцы из-за глобального потепления, удлинение вегетационного сезона могут быть благоприятны для увеличения распространенности грибных заболеваний и, вероятно, повлияют на выживаемость кормовых культур (Belanger, 2002; Nakala, et. al., 2011).

В США последние 70 лет ведется работа по селекции сортов костреца безостого с повышенной устойчивостью к

темно-бурой пятнистости, так Casler с соавт. (2000), анализируя генетический прогресс костреца безостого за 50 лет, отмечал, что распространенность бурой пятнистости листьев на этом злаке снижалась в среднем на 0.21 единицы за десятилетие (применялась 10 бальная шкала оценки). В России перед селекционерами стоит задача: формирование комплекса сортов многолетних злаков с различными экологическими и сельскохозяйственными качествами (Шамсутдинов, 2014). Wilkins и Humphreys (2002) указывают, что большая часть полезных генетических вариаций внутри и между видами кормовых трав еще не использована. В России зарегистрировано свыше 40 сортов костреца безостого. Селекционная работа в настоящее время направлена на создание сортов нового поколения, устойчивых к различным лимитирующим факторам, в частности, к поражению фитопатогенами. Инфекционный фон является надежным инструментом для определения устойчивости изучаемых сортообразцов, поскольку инфекционная нагрузка подобранная опытным путем позволяет вызывать заражение растений при любых погодных условиях в течение вегетационного периода.

Цель наших исследований: определение устойчивости образцов костреца безостого к возбудителю гельминтоспориоза на полевом инфекционном фоне, так как углубленное и всестороннее изучение коллекций сортообразцов из различных географических зон позволяет выявить доноров устойчивости и создать исходный селекционный материал с повышенной болезнестойкостью.

### Материалы и методы

Определение пораженности растений костреца безостого к возбудителю гельминтоспориоза на полевом

инфекционном фоне проводилось по 9-ти бальной шкале, согласно методическим рекомендациям, разработанным в

лаборатории иммунитета ФНЦ «ВИК» имени В. Р. Вильямса (Пуца и др., 1999). Объектами исследований служили перспективные сортообразцы и дикорастущие формы, собранные в различных областях России (коллекция ФНЦ «ВИК» имени В. Р. Вильямса).

Перед посевом на инфекционном фоне, в лабораторных условиях проводили оценку экспресс методом на устойчивость к *D. bromi* сортообразцов костреца безостого (Костенко, 1991). После анализа полученных данных, на поле-вом инфекционном фоне высевали лишь те сортообразцы, устойчивость которых оказалась выше, чем у стандартного

сорта Факельный. В 2018 году на инфекционном фоне было высеяно 16 образцов костреца безостого, семена которых искусственно не заражались возбудителем болезни. Посев осуществляли вручную широкорядным способом с междурядьями 45 см. Длина рядка – 4 м. Норма высева – 1 г/м<sup>2</sup>. Повторность – опыта четырехкратная. Стандартом служил районированный сорт Факельный. Математическая обработка результатов исследования проводилась методом дисперсионного анализа с вычислением наименьшей существенной разницы для выборочных средних с уровнем значимости 5% ( $HCP_{05}$ ) (Доспехов, 2011).

### Результаты и обсуждения

В начале июня 2018 года после появления полных всходов, практически ни на одном из изучаемых сортообразцов не было обнаружено признаков поражения возбудителем гельминтоспориоза. По мере развития растений в фазу

кущения начали появляться первые симптомы пятнистости. Проведенные учеты поражения растений показали, что интенсивность развития болезни не превышала 3% (табл. 1).

**Таблица 1.** Поражаемость сортообразцов костреца безостого возбудителем гельминтоспориоза (посев 2018 г.)

| № образца | Название сорта/сортообразца или географическое происхождение диких растений (д/р) | Пораженность растений в лабораторных условиях по девятибалльной шкале в 2018 г. | Интенсивность развития болезни, % |                         |           |                   |
|-----------|---|---|-----------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------|
|           |   |   | Кущение 2018 г.                   | Начало созревания семян |           |                   |
|           |   |   | 2018 г.                           | 2019 г.                 | 2020 г.   | Среднее за 2 года |
| 1         | д/р Карелия   | 1   | 2.8±0.9                           | 6.7±2.1                 | 22.2±10.4 | 14.4±8.6          |
| 0         | Факельный (стандарт)  | 3   | 3.0±1.2                           | 11.1±4.3                | 33.3±12.1 | 22.2±13.6         |
| 3         | сорт Дуэт   | 2   | 1.9±1.1                           | 8.9±3.9                 | 31.1±10.4 | 20.0±11.8         |
| 2         | д/р Московская обл.   | 1   | 1.1±0.2                           | 3.3±1.5                 | 15.6±6.3  | 9.5±5.1           |
| 5         | д/р Костромская обл.  | 1   | 2.0±1.2                           | 6.7±3.1                 | 19.6±8.1  | 13.2±8.1          |
| 6         | д/р Карелия   | 1–2   | 1.3±0.4                           | 7.8±2.1                 | 24.4±9.2  | 16.1±9.8          |
| 7         | д/р Архангельская обл.  | 2   | 1.5±0.4                           | 11.1±4.2                | 20.0±7.6  | 15.6±10.5         |
| 8         | д/р Карелия   | 2   | 1.7±0.6                           | 11.1±5.0                | 20.0±9.1  | 15.6±10.5         |
| 9         | сорт Орловский  | 2   | 2.4±1.2                           | 8.9±3.3                 | 17.8±6.3  | 13.4±8.9          |
| 10        | МФ-152  | 1   | 2.0±1.3                           | 8.9±4.1                 | 13.3±4.4  | 11.1±7.7          |
| 11        | БУ-13   | 1–2   | 2.2±1.0                           | 8.9±3.8                 | 22.3±8.3  | 15.6±9.9          |
| 12        | д/р Московская обл.   | 1   | 1.5±0.7                           | 4.4±2.1                 | 16.9±6.1  | 10.7±6.1          |
| 13        | д/р Воронежская обл.  | 1–2   | 2.0±0.6                           | 6.7±2.9                 | 22.2±8.5  | 14.5±8.6          |
| 14        | Павл. 22-17   | 2   | 1.8±1.1                           | 6.7±2.4                 | 31.1±8.0  | 18.9±10.2         |
| 0         | Факельный (стандарт)  | 3   | 2.5±1.2                           | 11.1±6.1                | 33.3±8.9  | 22.2±13.6         |
| 16        | д/р Московская обл.   | 2   | 0.9±0.2                           | 8.9±3.8                 | 31.1±10.8 | 20.0±11.8         |
|           | Факельный (стандарт), среднее   | 3   | 2.75±0.9                          | 11.1±5.9                | 33.3±12.4 | 22.2±13.6         |
|           | $HCP_{05}$  |   | $F_{\phi} < F_{\tau}$             | 5.6                     | 14.1      | 11.3              |

**Table 1.** Infectability of samples of smooth bromegrass planted in 2018 with the causative agent of helminthosporiosis

| Sample # | Variety/accession or geographic origin of wild plants (w/p) | Plant infection levels under lab conditions using the 9-point scale in 2018 | Disease development intensity in the field, % |                              |           |               |
|----------|---|---|---|------------------------------|-----------|---------------|
|          |   |   | Branching 2018                                | Beginning of seed maturation |           |               |
|          |   |   | 2018  | 2019                         | 2020      | Biannual mean |
| 1        | w/p Karelia   | 1   | 2.8±0.9                                       | 6.7±2.1                      | 22.2±10.4 | 14.4±8.6      |
| 0        | Fakelnyy (standard)   | 3   | 3.0±1.2                                       | 11.1±4.3                     | 33.3±12.1 | 22.2±13.6     |
| 3        | variety Duet  | 2   | 1.9±1.1                                       | 8.9±3.9                      | 31.1±10.4 | 20.0±11.8     |
| 2        | w/p Moscow region   | 1   | 1.1±0.2                                       | 3.3±1.5                      | 15.6±6.3  | 9.5±5.1       |
| 5        | w/p Kostroma region   | 1   | 2.0±1.2                                       | 6.7±3.1                      | 19.6±8.1  | 13.2±8.1      |
| 6        | w/p Karelia   | 1–2   | 1.3±0.4                                       | 7.8±2.1                      | 24.4±9.2  | 16.1±9.8      |
| 7        | w/p Arkhangelsk region                                      | 2   | 1.5±0.4                                       | 11.1±4.2                     | 20.0±7.6  | 15.6±10.5     |
| 8        | w/p Karelia   | 2   | 1.7±0.6                                       | 11.1±5.0                     | 20.0±9.1  | 15.6±10.5     |
| 9        | variety Orlovskiy   | 2   | 2.4±1.2                                       | 8.9±3.3                      | 17.8±6.3  | 13.4±8.9      |
| 10       | MF-152  | 1   | 2.0±1.3                                       | 8.9±4.1                      | 13.3±4.4  | 11.1±7.7      |
| 11       | BU-13   | 1–2   | 2.2±1.0                                       | 8.9±3.8                      | 22.3±8.3  | 15.6±9.9      |
| 12       | w/p Moscow region   | 1   | 1.5±0.7                                       | 4.4±2.1                      | 16.9±6.1  | 10.7±6.1      |
| 13       | w/p Voronezh region   | 1–2   | 2.0±0.6                                       | 6.7±2.9                      | 22.2±8.5  | 14.5±8.6      |
| 14       | Pavl. 22-17   | 2   | 1.8±1.1                                       | 6.7±2.4                      | 31.1±8.0  | 18.9±10.2     |
| 0        | Fakelnyy (standard)   | 3   | 2.5±1.2                                       | 11.1±6.1                     | 33.3±8.9  | 22.2±13.6     |
| 16       | w/p Moscow region   | 2   | 0.9±0.2                                       | 8.9±3.8                      | 31.1±10.8 | 20.0±11.8     |
|          | Fakelnyy (standard), mean                                   | 3   | 2.75±0.9                                      | 11.1±5.9                     | 33.3±12.4 | 22.2±13.6     |
|          | $LSD_{05}$  |   | $F_{calc} < F_{crit}$                         | 5.6                          | 14.1      | 11.3          |

Математически достоверных различий по устойчивости растений между изучаемыми сортами не было установлено. Болезнь в течение лета развивалась очень медленно, и лишь перед уходом в зиму на нижних листьях растений можно было наблюдать многочисленные мелкие черные пятна поражения, характерные для изучаемого патогена.

В 2019 году, уже сразу после весеннего отрастания растений костреца безостого, на молодых листьях наблюдалось интенсивное развитие болезни.

Максимального развития поражённость растений костреца безостого возбудителем гельминтоспориоза достигла в период начала созревания семян. Интенсивность развития болезни колебалась от 3.3% до 11% (табл. 1). Согласно полученным данным, по устойчивости к изучаемому патогену было выделено два образца (№2 и №12), математически достоверно превышающие стандартный сорт

Факельный по этому признаку. Интенсивность развития болезни составила 3.3% и 4.4% против 11.1% у стандарта соответственно (табл. 1).

По сравнению с 2019 г., в 2020 году было отмечено усиление поражения травостоев изучаемого материала. Интенсивность развития пятнистости на сорте Факельный составила 33.3%, что в три раза выше, чем в 2019 году. Подобная тенденция была зафиксирована и на других сортообразцах.

В 2020 году в меньшей степени страдали от возбудителя гельминтоспориоза образцы №2 и №12. В среднем за 2 года их поражённость на 12.7% и 11.5% соответственно, была ниже, чем у стандартного сорта Факельный. Следует отметить, что листья у выделенных злаков отличались повышенной опушенностью и жесткостью. Дальнейшие исследования по изучению морфологических и генетических аспектов устойчивости растений будут продолжены.

### Заключение

На искусственном инфекционном фоне, согласно полученным результатам, было выделено два образца, превышающих стандартный сорт Факельный в среднем на

12% по устойчивости к возбудителю гельминтоспориоза, и, следовательно, их можно рекомендовать для включения в селекционный процесс.

### Библиографический список (References)

- Доспехов ММ (2011) Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс. 350 с.
- Косолапов ВМ, Шамсутдинов ЗШ (2015) Генетические ресурсы кормопроизводства. *Вестник российской академии наук* 85(1): 19–22. <https://doi.org/10.7868/S0869587315010077>
- Косолапов ВМ, Шамсутдинов ЗШ (2015) Использование генетических ресурсов для селекции инновационных сортов кормовых культур. *Вестник российской академии наук* 85(3): 224–232. <https://doi.org/10.7868/S0869587315030081>
- Пуца НМ, Разгуляева НВ, Костенко НЮ, Соложенцева ЛФ (1999) Методические рекомендации по изучению устойчивости кормовых культур к возбудителям грибных болезней на полевых инфекционных фонах. М.: Россельхозакадемия. 39 с.
- Шамсутдинов ЗШ (2014) Селекция кормовых культур: достижения и задачи. *Сельскохозяйственная биология* 6: 36–45. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2014.6.36ru>

- Ali S, Francl LJ (2014) A differential medium for discriminating between *Drechslera bromi* (Died.) Shoemaker and *D. tritici-repentis* (Died.) Shoemaker. *Pakistan J Phytopathol* 26 (02): 207–212
- Belanger G, Rochette P, Castonguay Y, Bootsman A, et al. (2002) Climate change and winter survival of perennial forage crops in eastern Canada. *Agron J* 94(5):1120–1130. <https://doi.org/10.2134/agronj2002.1120>
- Casler MD, Vogel KP, Balasko JA, Berdahl JD et al. (2000) Genetic progress from 50 years of smooth bromegrass breeding. *Crop Sci* 40 (1): 13–22 <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.40113x>
- Hakala K, Hannukkala A, Huusela-veistola E (2011). Pests and diseases in a changing climate a major challenge for Finnish crop production. *Agr Food Sci* 20(1): 3–14. <https://doi.org/10.2137/145960611795163042>
- Wilkins PW, Humphreys MO (2003). Progress in breeding perennial forage grasses for temperate agriculture. *J Agr Sci* 140 (2):129–150 <https://doi.org/10.1017/S0021859603003058>

### Translation of Russian References

- Dospikhov MM (2011) [Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Alyans. 350 p. (In Russian)
- Kosolapov VM, Shamsutdinov ZSH (2015) [Genetic resources for selecting innovative feed crop varieties]. *Vestnik Rossiyskoy Akademii Nauk* 85(1): 19–22 (In Russian) <https://doi.org/10.7868/S0869587315010077>
- Kosolapov VM, Shamsutdinov ZSH (2015) [The use of genetic resources for the selection of innovative varieties of forage crops]. *Vestnik Rossiyskoy Akademii Nauk* 85(3): 224–232 (In Russian) <https://doi.org/10.7868/S0869587315030081>

- Putsa NM, Razgulyayeva NV, Kostenko NYU, Solozhentseva LF (1999) [Methodical recommendations for studying the resistance of forage crops to causative agents of fungal diseases in the field of infectious backgrounds]. Moscow: Rosselkhozakademiy. 39 p. (In Russian)
- Shamsutdinov ZSH (2014) [Forage crops selection: progress and challenges]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* 6: 36–45. (In Russian) <http://doi.org.10.15389/agrobiol.2014.6.36rus>

SUSTAINABILITY ASSESSMENT OF THE RESISTANCE OF SMOOTH BROMEGRASS  
VARIETIES TO THE CAUSATIVE AGENT OF HELMINTHOSPORIOSIS  
ON AN ARTIFICIAL INFECTIOUS BACKGROUND

N.Yu. Kostenko

*All-Russian Williams Research Fodder Institute, Lobnya, Moscow region, Russia*

*\*corresponding author, e-mail: [kostenko86@yandex.ru](mailto:kostenko86@yandex.ru)*

Smooth bromegrass *Bromopsis inermis* is a widespread perennial grass that serves as a high quality animal feed and is characterized by high frost resistance. The main direction in breeding work with this grass is developing varieties with high seed productivity and with increased resistance to diseases. The research was carried out using an artificial infectious background in the immunology laboratory in FWRC FPA (previously, the All-Russian Williams Fodder Research Institute) in Lobnya, Mytishchi district, Moscow region, in 2018–2020. Long-term phytosanitary monitoring of crops showed that the most common disease of this crop is brown leaf spot (helminthosporium). Sixteen samples of cultivated or wild smooth bromegrass from different populations were planted in 2018 in the artificial infectious background to determine their disease resistance. Disease reached its peak at the stage of seed ripening. Two of the tested samples, on average, exceeded the standard variety Fakelny by 12% for resistance to helminthosporiosis according to three-year data. These samples can be recommended for inclusion in the breeding process to create new varieties.

**Keywords:** Smooth bromegrass, leaf spotting, helminthosporiosis, disease monitoring, assessing progression of the disease

*Submitted: 05.08.2020*

*Accepted: 24.05.2021*