

6. Zinovieva O.M., Kuznetsov D.S., Merkulova A.M. & Smirnova N.A. Digitalization of industrial safety management systems in mining. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2021, (2–1), pp. 113–123. (In Russ.).
7. Lekontsev Yu.M., Ushakov S.Yu. & Mezentsev Yu.B. Ways to increase the efficiency of coal seam degassing. *Ugol*, 2020, (4), pp. 26–28. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-4-26-28.
8. Baymukhametov S.K., Imashev A.Zh., Mullagaliev F.A., Mullagalieva L.F. & Kolikov K.S. Low-permeable gas-bearing and outburst-hazardous coal seam mining in the Karaganda Coal Basin. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2021, (10–1), pp. 124–136. (In Russ.).
9. Order of Rostekhnadzor dated 08.12.2020. № 506 «On Approval of the Federal Norms and Rules in the Field of Industrial Safety «Instruction on the aerological safety of coal mines». (In Russ.).
10. Balovtsev S.V., Skopintseva O.V. & Kulikova E.Yu. Hierarchical structure of aerological risks in coal mines. *Ustojchivoe razvitie gornykh territorij*, 2022, (14), pp. 276–285. (In Russ.).
11. Zakharov V.N. & Kubrin S.S. Automation of the processes of degassing and utilization of methane in the development of methane-bearing coal seams. *Ugol*, 2010, (7), pp. 28–30. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/07010.pdf> (accessed 15.10.2022). (In Russ.).

12. Software and hardware complex “KONTAR”. Engineer’s Handbook. Moscow, “Moscow Plant of Thermal Automatics” JSC, 2017, 104 p. (In Russ.).
13. Kubrin S.S., Mosievsky A.A., Zakorshmeny I.M., Reshetnyak S.N. & Maksimenko Yu.M. Ways to improve the energy efficiency of underground electric networks of high-performance coal mines. *Ugol*, 2022, (2), pp. 4–9. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-4-9.
14. Kubrin S.S., Reshetnyak S.N., Zakorshmeny I.M. & Karpenko S.M. Simulation modeling of equipment operating modes of complex mechanized coal mine face. *Ustojchivoe razvitie gornykh territorij*, 2022, (14), pp. 286–294. (In Russ.).

For citation

Tarasenko I.A., Kulikova A.A. & Kovaleva A.M. On the issue of assessing the automation of control of the parameters of the methane-air mixture. *Ugol*, 2022, (11), pp. 84–88. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-84-88.

Paper info

Received September 20, 2022

Reviewed September 30, 2022

Accepted October 26, 2022

Оригинальная статья

УДК 622.882.852 © О.С. Сафронова, Е.В. Маркова, Н.А. Остапова, И.Н. Евсеева, Е.А. Моршнева, 2022

Некоторые особенности роста и развития *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski на переуплотненных отвалах автомобильной отсыпки в сухостепной зоне Хакасии

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-11-88-91>

САФРОНОВА О.С.

Младший научный сотрудник
ФГБНУ «НИИАП Хакасии»,
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия,
e-mail: olya_egoshina@mail.ru

МАРКОВА Е.В.

Главный эколог
ООО «СУЭК-Хакасия»
655162, г. Черногорск, Россия

ОСТАПОВА Н.А.

Канд. техн. наук,
старший научный сотрудник
ФГБНУ «НИИАП Хакасии»,
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия,
e-mail: niterlin@yandex.ru

В статье представлены результаты по продуктивности, проективному покрытию, высоте травостоя и вертикального распределения *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski в 2 агрофитоценозах, созданных на переуплотненных отвалах автомобильной отсыпки на разрезе «Черногорский». Делается вывод о целесообразности использования *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski для биологической рекультивации вскрышных отвалов.

Ключевые слова: биологическая рекультивация, переуплотненные отвалы автомобильной отсыпки, *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski, продуктивность, проективное покрытие, вертикальная структура, Республика Хакасия.

Для цитирования: Некоторые особенности роста и развития *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski на переуплотненных отвалах автомобильной отсыпки в сухостепной зоне Хакасии / О.С. Сафронова, Е.В. Маркова, Н.А. Остапова и др. // Уголь. 2022. № 11. С. 88–91. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-88-91.

ВВЕДЕНИЕ

Природные комплексы Республики Хакасии подвержены интенсивной антропогенной трансформации, являющейся следствием добычи полезных ископаемых. Специфика открытой добычи угля заключается в перемещении огромных объемов вскрышных пород, создании новых техногенных ландшафтов, образовании новых экологических условий, в которых идет формирование растительного покрова. С каждым годом изменяются способы перемещения вскрышных пород и формирования отвалов. Железнодорожный транспорт вытеснен большегрузным автомобильным транспортом, что является причиной переуплотнения тела отвала и его поверхности.

ФГБНУ «НИИАП Хакасии» в сотрудничестве с ООО «СУЭК Хакасия» разрез «Черногорский» ведут научные исследования развивающейся угольной промышленности в регионе. Научно обоснованные, инновационные технологии, созданные и опробованные на разрезе «Черногорский», ведут к снижению затрат и времени на восстановление разрушенных территорий. Суть одной из них заключается в том, что посадку древесно-кустарниковых пород и посев многолетних трав проводят локально во впадины поверхности, понижения или борозды на 26-50% поверхности отвалов. В этом случае в первую очередь создаются предпосылки для ускоренного развития процессов самовосстановления почвенного и растительного покрова на нарушенных землях.

Целью исследования является подбор ассортимента многолетних трав для биологической рекультивации переуплотненных отвалов автомобильной отсыпки.

Объект исследования расположен на спланированном техногенном отвале автомобильной отсыпки разреза «Черногорский». На данном отвале проведены опытные посевы многолетних трав на двух участках с нанесением вскрыши первого уступа и в борозды. Испытывались монокультуры и травосмесь.

В данной статье описываются особенности проективного покрытия, продуктивности и вертикальной структуры агрофитоценоза, сложенного одним видом – ломкоколосником ситниковым (*Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski).

Посев *Psathyrostachys juncea* был проведен в двух вариантах:

I – в 2015 г. на разрезе «Черногорский» для создания постоянных пробных площадей на переуплотненный отвал была завезена вскрыша первого уступа [1]. На сформированном участке организованы опытные площадки $S = 1 \text{ м}^2$, на которых весной этого же года был произведен посев;

II – весной 2018 г. на этом же отвале были нарезаны борозды с одновременным посевом навесным агрегатом АКН 1,3 [2].

Норма высева во всех вариантах составила 20-22 кг/га.

Начиная со второго года жизни посева, в июле – начале августа проводились повидовые укосы для определения урожайности надземной фитомассы. Для изучения вертикального сложения травостоя в период полного развития проводился учет надземной фитомассы по слоям в 10 см [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ломкоколосник ситниковый (*Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski) – многолетний рыхло-кустовой низовой злак высотой 60-100 см. Имеет хорошо развитую мочковатую корневую систему, проникающую на глубину до 2 м. Стебли прямые, сравнительно тонкие, слабооблиственные. Плодоносящие побеги образуются на втором году жизни и то в очень малых количествах. Весной отрастание начинается во второй декаде апреля, коло-

ЕВСЕЕВА И.Н.

Младший научный сотрудник
ФГБНУ «НИИАП Хакасии»,
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия,
e-mail: evseeirina@yandex.ru

МОРШНЕВ Е.А.

Младший научный сотрудник
ФГБНУ «НИИАП Хакасии»,
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия,
e-mail: morshnev86@mail.ru

шение приходится на конец мая – начало июня, цветение – на конец второй – начало третьей декады июня. Семена созревают в первой половине июля. После укоса быстро отрастает при выпадении хотя бы небольшого количества осадков.

Psathyrostachys juncea нетребователен к почвам, в природных условиях он встречается на щебенистых и солонцеватых почвах. Характеризуется высокой зимостойко-

стью, засухоустойчивостью и солеустойчивостью. Средний урожай – 15-20 ц сухой массы с 1 га. В травостоях сохраняется 7-9 лет.

На протяжении трех лет исследований максимальное значение высоты травостоя *Psathyrostachys juncea* в I варианте – от 12 до 67 см, во II варианте – от 15 до 68 см. (табл. 1, 2), что соответствует средней высоте травостоя природных настоящих степей 40-50 см [4].

Г.Г. Павлова выделяет три типа вертикального распределения [5]: растянутое, среднее и приземное, когда этот показатель приурочен к слою 0-40 см. В зональном сообществе распределение фитомассы по вертикальному профилю приземное, таким оно остается и на опытных посевах *Psathyrostachys juncea* (см. табл. 1, 2).

Проективное покрытие *Psathyrostachys juncea* в исследуемом агрофитоценозе I варианта в первый год формирования сообщества было небольшим – 6%, однако в дальнейшем увеличивалось с каждым годом и уже к четвертому году наблюдений достигло в среднем 72,1% (рис. 1).

Продуктивность воздушно-сухой фитомассы в 2016 г. не учитывалась, так как в год посева данный вид развивается медленно. Его сухая надземная фитомасса в разные годы колебалась от 2,9 до 13,5 ц/га (см. рис. 1).

В агрофитоценозе II варианта проективное покрытие в первый год формирования сообщества было ниже (3-8%), чем в I варианте, но к 2021 г. оно достигло 81%.

В 2018 г. в летний период было сильное снижение нормы осадков. В июне и июле выпало в 2,1-2,4 раза меньше среднемноголетней суммы осадков, что очень повлияло на снижение продуктивности надземной фитомассы в I варианте и всхожести посевов во II варианте.

Показатели воздушно-сухой надземной фитомассы *Psathyrostachys juncea* во II варианте варьировали от 5,8 ц/га до 24,5 ц/га (рис. 2).

В варианте с посевом данного вида в борозды продуктивность оказалась выше, чем в варианте с нанесением первого вскрыш-

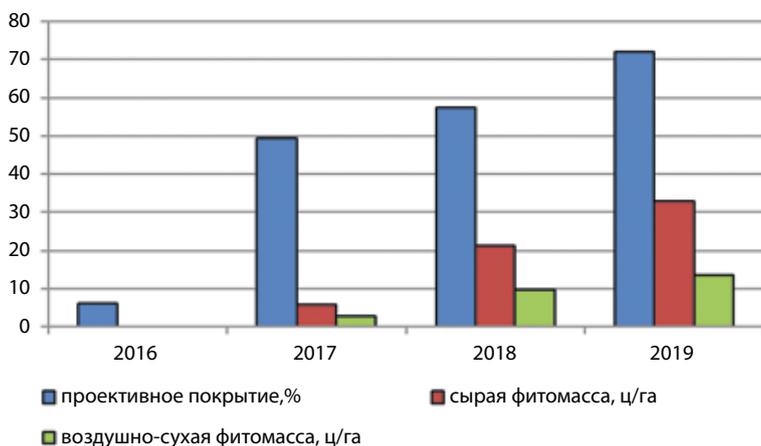


Рис. 1. Среднее значение некоторых геоботанических характеристик *Psathyrostachys juncea* в опытных посевах I варианта за 2016-2019 гг.

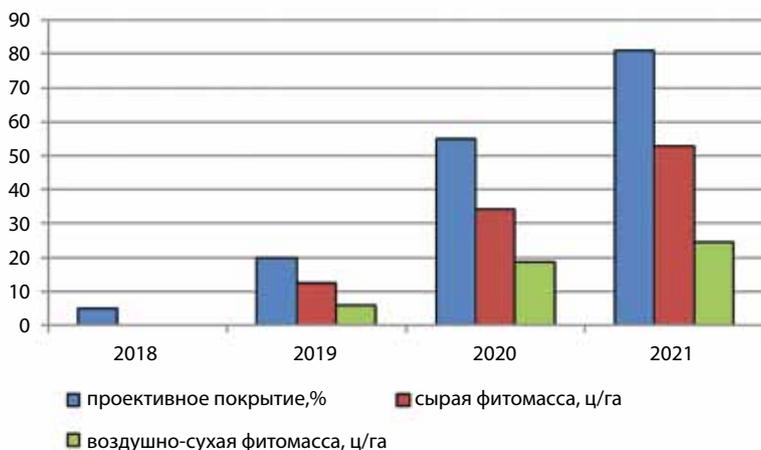


Рис. 2. Среднее значение некоторых геоботанических характеристик *Psathyrostachys juncea* в опытных посевах II варианта за 2018-2021 гг.

Таблица 1

Высота травостоя *Psathyrostachys juncea* в I варианте

Вид	2017 г.		2018 г.		2019 г.	
	max, см	85% фитомассы	max, см	85% фитомассы	max, см	85% фитомассы
<i>Psathyrostachys juncea</i>	12	9,9	28	12,5	67	37,2

Таблица 2

Высота травостоя *Psathyrostachys juncea* во II варианте

Вид	2019 г.		2020 г.		2021 г.	
	max, см	85% фитомассы	max, см	85% фитомассы	max, см	85% фитомассы
<i>Psathyrostachys juncea</i>	15	8,1	25	33,6	68	39,3

ного уступа. По данным А.В. Куминовой [4], продуктивность настоящих степей, которые ранее существовали на данной территории, составляла 8 ц/га, что несколько меньше, чем продуктивность посевов *Psathyrostachys juncea* на переуплотненном отвале автомобильной отсыпки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате пятилетних наблюдений за посевами *Psathyrostachys juncea* было выявлено, что данный вид успешно развивается на переуплотненных отвалах автомобильной отсыпки. В дальнейшем данный вид можно рекомендовать как один из перспективных в составлении травосмеси для биологической рекультивации переуплотненных отвалов в аридных условиях Республики Хакасия.

Список литературы

1. Остапова Н.А., Евсеева И.Н. Биологическая рекультивация верхнего вскрышного уступа на отвалах разреза «Черногорский» // Уголь. 2019. № 6. С.106-108. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-6-106-108.
2. ПАТ. 2704853 Российская Федерация. МПК Е 21С41/32 (2019.02). Навесной агрегат для биологической рекультивации переуплотненных автомобильных отвалов угледобывающих предприятий / А.Т. Лавриненко; О.С.Сафронова; Е.А. Моршнева. Заявитель и патентообладатель ФГБНУ «Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии» (RU). № 2018105829/ 10; заявл. 15-02-2018; опубл. 31.10.2019. Бюл. № 23. 8 с.
3. Корчагин А.А., Лавренко Е.М. Морфологическое строение растительных сообществ (синморфология) // Полевая геоботаника. 1976. Т. 5. С. 28–130.
4. Растительный покров Хакасии / А.В. Кумина, Г.А. Зверева, Ю.М. Маскаев и др. Новосибирск: Наука, 1976. 422 с.
5. Павлова Г.Г. Суходольные луга Средней Сибири. Новосибирск, 1980. 213 с.

Original Paper

UDC 622.882.852 © O.S. Safronova, E.V. Markova, N.A. Ostapova, I.N. Evseeva, E.A. Morshnev, 2022
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 11, pp. 88-91
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-11-88-91>

Title

SOME FEATURES OF THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF PSATHYROSTACHYS JUNCEA (FISCH.) NEVSKI ON OVER-COMPACTED AUTOMOBILE DUMPING DUMPS IN THE DRY-STEPPE ZONE OF KHAKASSIA

Authors

Safronova O.S.¹, Markova E.V.², Ostapova N.A.¹, Evseeva I.N.¹, Morshnev E.A.¹

¹ FGBNU RESEARCH INSTITUTE OF AGRARIAN PROBLEMS OF KHAKASSIA, Zelenoe village, 655132, Republic of Khakassia, Russian Federation

² SUEK-Khakassia LLC, Chernogorsk, 655162, Russian Federation

Authors Information

Safronova O.S., Junior Researcher, e-mail: olya_egoshina@mail.ru

Markova E.V., Chief Ecologist

Ostapova N.A., PhD (Engineering), Senior researcher, e-mail: niterlin@yandex.ru

Evseeva I.N., Junior Researcher, e-mail: evseeirina@yandex.ru

Morshnev E.A., Junior Researcher, e-mail: morshnev86@mail.ru

Abstract

The article presents the results on productivity, projective coverage, height of herbage and vertical distribution of *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski in 2 agrophytocoenoses created on the recompacted dumps of automobile dumping in the section “Chernogorsky”. The conclusion is made about the expediency of using *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski for biological reclamation of overburden dumps.

Keywords

Biological recultivation, Recompacted automobile dumping dumps, *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski, Productivity, Projective coating, Vertical structure, Republic of Khakassia.

References

1. Ostapova N.A. & Evseeva I.N. Biological recultivation of overburden the upper ledge on the dumps of “Chernogorsky” open-pit mine. *Ugol*, 2019, (6), pp. 106-110. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-6-106-108.

2. Mounted unit for biological recultivation of over-compacted automobile dumps of coal mining enterprises / A.T. Lavrinenko; O.S.Safronova; E.A. Morshnev: pat. 2704853 Russian Federation. IPC E 21C41/32 (2019.02). Applicant and patent holder of the FGBNU “Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia” (RU). No. 2018105829/ 10; application 15-02-2018; publ. 31.10.2019. Byul. No. 23. 8 p. (In Russ.).

3. Korchagin A.A. & Lavrenko E.M. Morphological structure of plant communities (synmorphology). *Polevaya geobotanika*, 1976, (5), pp. 28-130. (In Russ.).

4. Kuminova A.V., Zvereva G.A., Maskae Yu.M. et al. Vegetation cover of Khakassia. *Novosibirsk, Nauka Publ.*, 1976, 422 p. (In Russ.).

5. Pavlova G.G. Dry meadows of Central Siberia. *Novosibirsk*, 1980, 213 p. (In Russ.).

For citation

Safronova O.S., Markova E.V., Ostapova N.A., Evseeva I.N. & Morshnev E.A. Some features of the growth and development of *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski on over-compacted automobile dumping dumps in the dry-steppe zone of Khakassia. *Ugol*, 2022, (11), pp. 88-91. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-88-91.

Paper info

Received July 7, 2022

Reviewed September 20, 2022

Accepted October 26, 2022

ECOLOGY