

УДК 631.527:631.529
DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2025-3-35-42

ПРОВОКАЦИОННЫЕ ФОНЫ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗИМОСТОЙКИХ ГЕНОТИПОВ ЛЮЦЕРНЫ*

А.А. Ионов, научный сотрудник

ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1
a.ionov@vniikormov.ru

PROVOCATIVE CONDITIONS FOR THE ISOLATION OF WINTER-HARDY ALFALFA GENOTYPES

А.А. Ionov, Researcher

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1
a.ionov@vniikormov.ru

Обобщены научные результаты по применению в селекции люцерны провокационных фонов для выделения зимостойких генотипов в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации. Представлен обзор научных исследований за период с 1981 по 2024 гг. Установлено, что для сохранения посевов люцерны необходимо применение правильной агротехники, включающей: посев не позднее критических сроков высева семян, проведение осеннего укоса до наступления критических сроков осеннего сбора урожая, оставление стерни для задержания снега, выращивание люцерны вместе с вико-овсяной смесью, глубокая вспашка площадей под посевы и др. Для выделения зимостойких генотипов люцерны наиболее эффективными являются методы селекции: посев на возвышениях, удаление снежного покрова, промораживание вегетационных сосудов и т.д. Применение данных методов позволяет выделить генотипы, которые затем будут вовлечены в селекционный процесс в качестве источника зимостойкости.

Ключевые слова: зимостойкость, провокационный фон, агротехника, люцерна.

The article summarizes the scientific results on the use of provocative backgrounds in alfalfa breeding to isolate winter-hardy genotypes for the conditions of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. An overview of scientific research for the period from 1981 to 2024 is presented. It has been established that in order to preserve alfalfa crops, it is necessary to use proper agricultural technology, including: sowing no later than the critical dates for sowing seeds, autumn mowing before the critical dates for autumn harvesting, leaving stubble to retain snow, growing alfalfa together with a vetch-oat mixture, deep plowing of areas for crops, etc. The most effective breeding methods for isolating winter-hardy alfalfa genotypes are: sowing on hills, removing snow cover, freezing vegetation vessels, etc. The use of these methods allows us to identify genotypes that will then be involved in the selection process as a source of winter hardiness.

Keywords: winter hardiness, provocative background, agricultural technology, alfalfa.

* Работа выполнена в рамках госзадания ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», тема FGGW-2023-0002: «Разработать симбиотическую биотехнологию управления процессом создания сортов люцерны с высокой адаптивной способностью, урожайностью и заданным химическим составом сухого вещества», регистрационный номер темы в ЕГИСУ 123091300001-0.

Зимостойкость — это комплексное свойство, включающее в себя устойчивость к заморозкам, нехватке воды, обледенению (сильному кислородному голоданию), затоплению (слабому кислородному голоданию) и болезням. Сочетание и степень выраженности этих стрессовых факторов варьируются от года к году, то есть зависят от сложившихся климатических условий. Для сохранения травостоя в период зимнего покоя важно применение соответствующей агротехники, а также районированных сортов, обладающих признаками зимостойкости.

Сохранение травостоя в зимний период зависит от способности растений противостоять таким негативным факторам, как резкие смены температур в зимний период, вымокание, выпирание, ледяная корка, выпревание, а также подготовленности растений к периоду покоя [1; 2]. Агротехническими методами борьбы с вымерзанием посевов люцерны являются: посев люцерны не позднее критических сроков высева семян, проведение осеннего укоса до наступления критических сроков осеннего сбора урожая, оставление стерни для задержания снега, выравнивание поверхности для улучшения дренажа, выращивание люцерны вместе с вико-овсяной смесью [3; 4]. Также агротехнические мероприятия включают глубокую вспашку площадей под посевы и посев семян на оптимальную глубину, подсушивание травостоя люцерны к концу вегетации [5–7]. Зимостойкость травостоев люцерны зависит от подготовленности растений к перезимовке, которая обуславливается вышеуказанными агротехническими мероприятиями и особенностями возделываемых сортов [1; 2].

Применение правильной агротехники позволяет выращивать растения люцерны без их гибели в складывающихся условиях отрицательных климатических воздействий. Однако применение многих мероприятий не всегда может дать гарантию сохранности травостоя после периода зимнего покоя. Основой предотвращения гибели растений служит правильный подбор сорта, устойчивого к определенным негативным воздействиям, описанным выше.

Селекция на устойчивость к пониженным температурам (морозостойкость) проводится учеными для расширения ареала выращивания интродуцированных и уже возделываемых культур в целях повышения приспособленности, устойчивости и урожайности. Сам по себе признак зимостойкости сложный и полигенный, и обуславливается многими факторами.

В частности, для выявления морозоустойчивых и устойчивых к выпреванию генотипов озимой ржи применяют следующие методы: промораживание растений в морозильной камере при критических температурах, возделывание на насыпной гряде с удалением снежного покрова, выращивание на опытных делянках с насыпанием снега для задержания таяния [8–10]. Установлено, что зимостойкость озимой ржи сопряжена с цитоплазмой. В этом случае, на фоне общизвестных методов селекции, используют материнскую форму с улучшенными цитоплазматическими генами и отцовскую, подвергавшуюся отбору на продуктивность в естественных условиях [11; 12]. Вышеуказанные методы применяются учеными из других регионов России и учеными из Китая [9; 13–

15]. На трех провокационных фонах был проведен опыт для выявления зимостойких генотипов озимой пшеницы: 1) промораживание растений в вегетационных сосудах для определения критической температуры вымерзания растений. После промораживания вегетационные сосуды поместили в холодную комнату ($t = 0^{\circ}\text{C}$), а затем на стеллажи для отрастания ($t \sim 15^{\circ}\text{C}$); 2) в полевых условиях — удаление снега с насыпной гряды; 3) задержка таяния снега в полевом опыте путем насыпки снега на опытные делянки икрытия гряды белыми рамками для отражения солнечных лучей [16]. Приведенные выше методы используют в селекции люцерны для выделения генотипов, устойчивых к негативным факторам, формирующимся в процессе перезимовки.

Селекция люцерны для Нечерноземной зоны, также как и в случае с озимой рожью, направлена на устойчивость к пониженным температурам в период зимнего покоя (морозоустойчивость). Этот признак сопряжен не только с почвенно-климатическими факторами, но и с подготовленностью растений к периоду покоя.

Подготовленность к периоду зимнего покоя обеспечивается накоплением углеводов в уязвимых органах растений (узел кущения, корневая шейка и корневая система). Важным компонентом морозоустойчивости является морфологическое строение вышеуказанных органов. Основой устойчивости этих органов является соотношение глубины их залегания и температуры почвы на этом уровне. Следовательно, необходимо проведение селекции с применением таких провокационных фонов, как посев на

возвышениях, удаление снежного покрова, промораживание вегетационных сосудов и т.д. Затем необходимо получение семян выживших растений и последующее проведение химических анализов количества углеводов в уязвимых органах. В дальнейшем необходимо произвести высев перспективных генотипов по содержанию углеводов в уязвимых органах [1; 2; 17]. Экспериментальным путем Н.Н. Дюкова установила, что худшими сроками для проведения посева люцерны являются 15–30 августа, а для проведения позднего первого укоса и позднего укоса отавы — 15 июля и 15 августа соответственно. В первом случае растения не могут достаточно быстро восстановиться весной и не имеют доступа к питательным веществам в связи с тяжелым гранулометрическим составом почв и их медленным оттаиванием, а во втором случае растения не успевают накопить достаточное количество углеводов для успешной перезимовки [18]. Для оценки генотипов люцерны были применены провокационный и селективный фоны: 1) ранний срок посева (температура на глубине заделки семян $5\text{--}7^{\circ}\text{C}$); 2) оптимальный срок (температура на глубине заделки семян $10\text{--}12^{\circ}\text{C}$) [19].

Наряду с вымерзанием опасными факторами гибели растений люцерны в зимний период являются выпирание, выпревание и вымокание.

При снежном покрове 30–40 см люцерна способна выдерживать морозы до -40°C , однако в этих условиях создается опасность выпревания. В большинстве случаев оно начинает проявляться осенью, когда не вступившие в состояние покоя растения покрываются снегом.

Растения продолжают расти, расходуют запасы питательных веществ без их пополнения из-за отсутствия света, начинают испытывать углеводное голодание, затем наступает распад белков и гибель растений. Вымокание формируется в результате застоя воды при медленном таянии снега, преимущественно весной в пониженных местах, реже во время длительных оттепелей, когда накапливается талая вода, которая не впитывается в замершую почву. В результате наступает гипоксия и гибель растений. Отсутствие кислорода усиливает образование токсичных веществ и растения погибают от истощения и прямого отравления. Вымокание может повысить риск роста микроскопических организмов и увеличения выработки микотоксинов грибами патогенными организмами в результате сочетания высокой влажности и

температуры. Эти факторы создают благоприятные условия для развития патогенной микрофлоры, которая затем приводит к выпадению растений из травостоя и заражению соседних растений [20–22].

Выпирание растений люцерны связано с переменным оттаиванием и замерзанием почвы в нестабильные по температуре зимы. При этом почва расширяется под действием расширения замерзающей воды и выталкивает корневую шейку и узлы кущения, а затем, при оттепели, оседает, и у растений обнажаются уязвимые органы, что приводит к вымерзанию и разрыву корней при следующем понижении температуры. В этом случае создание провокационного фона возможно только под действием естественных факторов, которые трудно создать в контролируемых условиях [23–25].

Литература

- Писковацкий Ю.М. Люцерна для многовидовых агрофитоценозов // Актуальные направления селекции и использование люцерны в кормопроизводстве : сборник научных трудов, вып. 4(52). – М. : Угрешская типография, 2014. – С. 21–28.
- Писковацкий Ю.М., Ломов М.В. Изучение новых образцов люцерны в коллекционном питомнике // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сборник научных трудов, вып. 12(60) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – М. : Угрешская типография, 2016. – С. 30–36.
- Gaudet D.A., Laroche A. Snow mold-crop-environment interactions. In: *Biotechnological applications of cold-adapted organisms*. R. Margesin, F. Schinner (eds.). Springer Berlin Heidelberg, 1999: 191–202.
- Гущина В.А., Тимошкин О.А., Володькина Г.Н. Особенности формирования продуктивности люцерны изменчивой на выщелоченном черноземе Среднего Поволжья в зависимости от покровных культур // Кормопроизводство. – 2020. – № 5. – С. 20–25. – DOI: 10.25685/KRM.2020.90.77.001.
- Букин В.И. Влияние водного режима на зимостойкость люцерны // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1981. – № 3. – С. 94–96.
- Данилов Г.Г., Каргин И.Ф., Немцев Н.С. Система обработки почв. – М. : Россельхозиздат, 1982. – 270 с.
- Пугач А.А., Таранухо В.Г. Технологии производства продукции растениеводства. Растениеводство : учебно-методическое пособие. – Горки : БГСХА, 2021. – 83 с.

8. Кравченко В.М., Бирюкович Т.В., Позняк О.Н. Оценка и отбор селекционного материала озимой ржи с использованием морозильных камер и провокационных фонов // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2013. – № 49. – С. 259–266.
9. Применение метода провокационного фона в создании исходного материала озимой диплоидной ржи в селекции на зимостойкость / Т.В. Бирюкович, Э.П. Урбан, Д.Ю. Артюх, В.М. Кравченко // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларусь : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларусь по земледелию», Жодино, 05–06 июля 2017 года. – Жодино : ИВЦ Минфина, 2017. – С. 234–236.
10. Потапова Г.Н., Романов А.П. Особенности селекции озимой ржи на зимостойкость на Среднем Урале // Новые методы селекции озимых зерновых культур : сб. науч. тр. – Уфа, 2001. – С. 86–90.
11. Патент RU 2080054 C1 Российская Федерация, МПК A01H 1/04. Способ селекции озимой ржи. Заявка № 5059119/13 : заявл. 19.08.1992. Опубл. 27.05.1997 / А.В. Титаренко, Л.П. Титаренко; заявитель Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева.
12. Дзюба О.В. Селекция озимой ржи на зимостойкость // Вавиловские чтения «Наследие Н.И. Вавилова в современной науке» : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной деятельности Н.И. Вавилова, Новосибирск, 30 ноября 2018 года. – Новосибирск : Издательский центр «Золотой колос», 2019. – С. 22–24.
13. Castonguay Y. et al. Alfalfa Winter Hardiness: A Research Retrospective and Integrated Perspective. *Advances in agronomy*. 2006. 90:203–265.
14. Castonguay Y. et al. Molecular physiology and breeding at the crossroads of cold hardiness improvement. *Physiologia Plantarum*. 2013. № 1(147). P. 64–74.
15. Xu H. et al. Study on molecular response of alfalfa to low temperature stress based on transcriptomic analysis. *BMC Plant Biology*. 2024. 1(24):1244.
16. Использование провокационных фонов для оценки и отбора по зимо- и морозоустойчивости коллекционного материала озимой пшеницы / В.М. Кравченко, Ф.И. Привалов, И.С. Матыс, О.Н. Позняк // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2013. – № 49. – С. 266–273.
17. Гончаров П.Л. Селекция растений в Сибири на адаптивность // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 1. – С. 13–15.
18. Дюкова Н.Н., Харалгин А.С. Селекция и состояние семеноводства новых сортов люцерны в Северном Зауралье // Агропродовольственная политика России. – 2015. – № 8(44). – С. 59–62.
19. Использование провокационных фонов в селекции перекрестноопыляемых культур в Полесском институте растениеводства / В.И. Кравцов, В.А. Радовня, В.Л. Копылович, О.С. Радовня // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2. – С. 96–100.
20. Hodulikova L. et al. Effect of Soil Contamination of Fodder and Wilting on the Occurrence of Fungi and Mycotoxins in Alfalfa Silages. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2016. No 5(64). P. 1529–1536.
21. Zhang H., Venker K. Effect of Abiotic Conditions on Growth, Mycotoxin Production, and Gene Expression by *Fusarium fujikuroi* Species Complex Strains from Maize. *Toxins*. 2023. No 4(15). P. 260.
22. Mohamed Z.A. et al. Accumulation of microcystin toxin in irrigation water and alfalfa (*Medicago sativa*) forage plant, and assessing the potential risk to animal health. *Chemosphere*. 2024. (364). P. 143248–143248.
23. Тюлин В.А. Создание и использование луговых травостоев. – Тверь : Издательство Тверской ГСХА, 2018. – 140 с. – ISBN 978-5-907112-03-2.
24. Дюкова Н.Н., Харалгин А.С., Харалгина О.С. Формирование вегетативной продуктивности селекционных образцов люцерны изменчивой // Вестник Бурятской государственной сельско-

хозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – № 4(61). – С. 8–14. – DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.001.

25. Дюкова Н.Н., Харалгин А.С., Харалгина О.С. Анализ семенной продуктивности люцерны в Тюменской области // Проблемы селекции – 2022: Тезисы докладов международной научной конференции, Москва, 12–15 октября 2022 года. – Москва: РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 40.

References

1. Piskovatskiy Yu.M. Lyutserna dlya mnogovidovykh agrofitotsenozov [Alfalfa for multi-species agrophytocenoses]. *Aktual'nyye napravleniya selektsii i ispol'zovaniye lyutserny v kormoproizvodstve: sbornik nauchnykh trudov, vyp. 4(52)* [Current trends in breeding and use of alfalfa in forage production: collection of scientific papers, issue 4(52)]. Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2014, pp. 21–28.
2. Piskovatskiy Yu.M., Lomov M.V. Izuchenije novykh obraztsov lyutserny v kolleksionnom pitomnike [Study of new alfalfa samples in a collection nursery]. *Mnogofunktional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo : sbornik nauchnykh trudov, vyp. 12(60)* [Multifunctional adaptive forage production: collection of scientific papers, issue 12(60)]. Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2016, pp. 30–36.
3. Gaudet D.A., Laroche A. Snow mold-crop-environment interactions. In: *Biotechnological applications of cold-adapted organisms*. R. Margesin, F. Schinner (eds.). Springer Berlin Heidelberg, 1999: 191–202.
4. Gushchina V.A., Timoshkin O.A., Volodkina G.N. Osobennosti formirovaniya produktivnosti lyutserny izmenchivoy na vyshchelochennom chernozeme Srednego Povolzh'ya v zavisimosti ot pokrovnykh kul'tur [Features of the formation of the productivity of variable alfalfa on leached chernozem of the Middle Volga region depending on cover crops]. *Kormoproizvodstvo [Forage production]*, 2020, no. 5, pp. 20–25. DOI: 10.25685/KRM.2020.90.77.001.
5. Bukin V.I. Vliyanije vodnogo rezhima na zimostoykost' lyutserny [Influence of water regime on winter hardiness of alfalfa]. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki [Bulletin of agricultural science]*, 1981, no. 3, pp. 94–96.
6. Danilov G.G., Kargin I.F., Nemtsev N.S. Sistema obrabotki pochvy [Tillage system]. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1982, 270 p.
7. Pugach A.A., Taranukho V.G. Tekhnologii proizvodstva produktsii rasteniievodstva. *Rasteniievodstvo : uchebno-metodicheskoye posobiye* [Technologies for the production of plant products. Plant growing: a teaching aid]. Gorki, 2021, 83 p.
8. Kravchenko V.M., Biryukovich T.V., Poznyak O.N. Otsenka i otbor selektsionnogo materiala ozimoy rzhi s ispol'zovaniem morozil'nykh kamer i provokatsionnykh fonov [Evaluation and selection of winter rye breeding material using freezers and provocative backgrounds]. *Zemledeliye i selektsiya v Belarusi [Agriculture and breeding in Belarus]*, 2013, no. 49, pp. 259–266.
9. Biryukovich T.V., Urban E.P., Artyukh D.Yu., Kravchenko V.M. Primeneniye metoda provokatsionnogo fona v sozdaniii iskhodnogo materiala ozimoy diploidnoy rzhi v selektsii na zimostoykost' [Application of the provocative background method in the creation of initial material of winter diploid rye in breeding for winter hardiness]. *Strategiya i prioritety razvitiya zemledeliya i selektsii polevykh kul'tur v Belarusi: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu so dnya osnovaniya RUP «Nauchno-prakticheskiy tsentr NAN Belarusi po zemledeliyu», Zhodino, 05–06 iyulya 2017 goda* [Strategy and priorities for the development of agriculture and breeding of field crops in Belarus: Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the founding of the RUE "Scientific and Practical Center of the NAS of Belarus for Agriculture", Zhodino, July 5–6, 2017]. Zhodino, 2017, pp. 234–236.

10. Potapova G.N., Romanov A.P. Osobennosti selektsii ozimoy rzhii na zimostoykost' na Srednem Urale [Peculiarities of winter rye breeding for winter hardiness in the Middle Urals]. Novyye metody selektsii ozimykh zernovykh kul'tur: sb. nauch. tr. [New methods of winter grain crop breeding: collection of scientific papers]. Ufa, 2001, pp. 86–90.
11. Patent RU 2080054 C1 Russian Federation, IPC A01H 1/04. Sposob selektsii ozimoy rzhii [Method for breeding winter rye]. Application No. 5059119/13: declared 19.08.1992. Published 27.05.1997. A.V. Titarenko, L.P. Titarenko; applicant V.V. Dokuchaev Research Institute of Agriculture of the Central Black Earth Belt.
12. Dzyuba O.V. Seleksiya ozimoy rzhii na zimostoykost' [Breeding of winter rye for winter hardiness]. *Vavilovskiy chteniya "Naslediye N.I. Vavilova v sovremennoy nauke": Materialy natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy deyatel'nosti N.I. Vavilova, Novosibirsk, 30 noyabrya 2018 goda* [Vavilov readings "The legacy of N.I. Vavilov in modern science": Proceedings of the national scientific and practical conference dedicated to the activities of N.I. Vavilov, Novosibirsk, November 30, 2018]. Novosibirsk, Zolotoy kolos Publ., 2019, pp. 22–24.
13. Castonguay Y. et al. Alfalfa Winter Hardiness: A Research Retrospective and Integrated Perspective. *Advances in agronomy*. 2006. 90:203–265.
14. Castonguay Y. et al. Molecular physiology and breeding at the crossroads of cold hardiness improvement. *Physiologia Plantarum*. 2013. № 1(147). P. 64–74.
15. Xu H. et al. Study on molecular response of alfalfa to low temperature stress based on transcriptomic analysis. *BMC Plant Biology*. 2024. 1(24):1244.
16. Kravchenko V.M., Privalov F.I., Matys I.S., Poznyak O.N. Ispol'zovaniye provokatsionnykh fonov dlya otsenki i otbora po zimo- i morozoustoychivosti kollektionsionnogo materiala ozimoy pshenitsy [Use of provocative backgrounds for evaluation and selection of winter wheat collection material based on winter and frost resistance]. *Zemledeliye i selektsiya v Belarusi* [Agriculture and selection in Belarus], 2013, no. 49, pp. 266–273.
17. Goncharov P.L. Seleksiya rasteniy v Sibiri na adaptivnost' [Plant breeding in Siberia for adaptability]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex], 2006, no. 1, pp. 13–15.
18. Dyukova N.N., Kharalgin A.S. Seleksiya i sostoyaniye semenovodstva novykh sortov lyutserny v Severnom Zaural'ye [Selection and state of seed production of new varieties of alfalfa in the Northern Trans-Urals]. *Agropredovol'stvennaya politika Rossii* [Agro-food policy of Russia], 2015, no. 8(44), pp. 59–62.
19. Kravtsov V.I., Radovnya V.A., Kopylovich V.L., Radovnya O.S. Ispol'zovaniye provokatsionnykh fonov v selektsii perekrestnoopylyayemykh kul'tur v Polesskom institute rasteniyevodstva [Use of provocative backgrounds in the selection of cross-pollinated crops at the Polesie Institute of Plant Growing]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy], 2023, no. 2, pp. 96–100.
20. Hodulikova L. et al. Effect of Soil Contamination of Fodder and Wilting on the Occurrence of Fungi and Mycotoxins in Alfalfa Silages. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2016. No 5(64). P. 1529–1536.
21. Zhang H., Venker K. Effect of Abiotic Conditions on Growth, Mycotoxin Production, and Gene Expression by *Fusarium fujikuroi* Species Complex Strains from Maize. *Toxins*. 2023. No 4(15). P. 260.
22. Mohamed Z.A. et al. Accumulation of microcystin toxin in irrigation water and alfalfa (*Medicago sativa*) forage plant, and assessing the potential risk to animal health. *Chemosphere*. 2024. (364). P. 143248–143248.
23. Tyulin V.A. Sozdaniye i ispol'zovaniye lugovykh travostoyev [Creation and use of meadow grass stands]. Tver, 2018, 140 p. ISBN 978-5-907112-03-2.
24. Dyukova N.N., Kharalgin A.S., Kharalgina O.S. Formirovaniye vegetativnoy produktivnosti selektsionnykh obraztsov lyutserny izmenchivoy [Formation of vegetative productivity of breeding

- samples of variable alfalfa]. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova* [Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov], 2020, no. 4(61), pp. 8–14. DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.001.
25. Dyukova N.N., Kharalgin A.S., Kharalgina O.S. Analiz semennoy produktivnosti lyutserny v Tyumenskoy oblasti [Analysis of seed productivity of alfalfa in the Tyumen region]. *Problemy selektsii – 2022: Tezisy dokladov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, Moskva, 12–15 oktyabrya 2022 goda* [Problems of breeding – 2022: Abstracts of reports of the international scientific conference, Moscow, October 12–15, 2022]. Moscow, 2022, p. 40.