

УДК 633.321:631.52/.53

DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2026-1-6-13

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
СОРТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОРИГИНАЛЬНЫХ СЕМЯН
КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО (*Trifolium pratense* L.)
ПРИ МНОГОКРАТНОМ РЕПРОДУЦИРОВАНИИ***

М. Ю. Новоселов, доктор сельскохозяйственных наук
А. А. Трухан, кандидат сельскохозяйственных наук
О. А. Старшинова, кандидат сельскохозяйственных наук
Л. В. Дробышева, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»
141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1
o.starshinova@bk.ru

**EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF VARIETY TECHNOLOGIES
IN THE PRODUCTION OF ORIGINAL RED CLOVER
(*Trifolium pratense* L.) SEEDS DURING MULTIPLE REPRODUCTIONS**

M.Yu. Novoselov, Doctor of Agricultural Sciences
A.A. Trukhan, Candidate of Agricultural Sciences
O.A. Starshinova, Candidate of Agricultural Sciences
L.V. Drobysheva, Candidate of Agricultural Sciences

Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology
141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1
o.starshinova@bk.ru

Изложены результаты исследований по изучению влияния многократного репродуцирования на морфобиологические признаки ультраскороспелого сорта клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) Ранний 2 с использованием сортовой технологии производства семян. В качестве объектов исследования использовали исходные семена сорта Ранний 2, заложенные на длительное хранение в 1987 г. и семена сорта Ранний 2, полученные в 2024 г. после многократного репродуцирования в питомниках первичного семеноводства. Исследования проводили в условиях селекционно-тепличного комплекса на 80 генотипах в каждой партии семян. Характеристика семенного материала показала, что семена урожая 1987 г. имели массу 1000 семян — 2,1 г, всхожесть — 48 %, а семена 2024 г. — 2,0 г и 86 % соответственно. Анализ и математическая обработка данных фе-

*Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» «Вывести новые сорта сельскохозяйственных культур (кормовых, аридных, зерновых и зернобобовых, плодовых и масличных), адаптированных к различным почвенно-климатическим условиям Российской Федерации и отличающихся высокой устойчивостью к основным заболеваниям и к местным неблагоприятным условиям среды, на основе использования существующих и вновь создаваемых методов получения исходного материала с заданными свойствами» (FGGW-2025-0002).

нологических наблюдений в течение всей вегетации и морфологических характеристик исследуемых популяций показали, что по всем изучаемым показателям различия между выборками несущественны с вероятностью 95 %. Установлено, что использование сортовой технологии производства семян в цепи первичного семеноводства, включающую в себя строгую пространственную изоляцию, десикацию и уборку семенного травостоя при достижении не более 75 % спелости головок, получение семян со второго укоса с интервалом в три–четыре репродукции, использование семенного травостоя на второй год пользования с интервалом четыре–пять репродукций, обеспечивает длительное поддержание сортовых особенностей в популяции.

Ключевые слова: клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), сорт Ранний 2, многократное репродуктивное, сортовые характеристики, генетический потенциал, сортовая технология.

The article presents the results of a study on the effect of multiple reproductions on the morphological and biological characteristics of an ultra-ripe red clover (*Trifolium pratense* L.) variety Rannii 2 using varietal seed production technology. The study used the original seeds of the Rannii 2 variety, which were stored for long-term preservation in 1987, and the Rannii 2 seeds from the seed conservation nursery, obtained in 2024 after multiple rounds of reproduction in primary seed production nurseries. The research was conducted in the conditions of a selection and greenhouse complex, using 80 genotypes in each batch of seeds. The characteristics of the seed material indicated that the seeds from the 1987 harvest had a weight of 1000 seeds of 2.1 g and a germination rate of 48 %, while the seeds from 2024 had a weight of 2.0 g and a germination rate of 86 %, respectively. Analysis and mathematical processing of phenological observation data throughout the growing season and morphological characteristics of the studied populations showed that for all studied indicators, the differences between the samples are not significant with a probability of 95 %. It has been established that the use of varietal seed production technology in the primary seed production chain, including strict spatial isolation, desiccation and harvesting of seed grass when no more than 75 % of the heads are ripe, obtaining seeds from the second cutting with an interval of 3–4 reproductions, using seed grass in the second year of use with an interval of 4–5 reproductions, ensures long-term maintenance of varietal characteristics in the population.

Keywords: red clover (*Trifolium pratense* L.), variety Rannii 2, multiple reproduction, varietal characteristics, genetic potential, varietal technology.

Введение. В Нечерноземной зоне России животноводство является доминирующей отраслью сельского хозяйства, которое может успешно развиваться только при наличии хорошо развитого кормопроизводства. Устойчивое и эффективное ее функционирование обеспечивают, прежде всего, многолетние травы, среди которых ведущая роль отводится бобовым культурам. Они обладают высокой средообразующей способностью и их возделывание экономически наиболее эффективно [1], что является весомым аргументом в пользу расширения посевов многолетних трав [2; 3]. В условиях Нечерноземной зоны основной

бобовой культурой в сеяных агроценозах выступает клевер луговой [4; 5; 6]. В связи с этим создание новых сортов растений, наряду с развитием материально-технической базы, имеет первостепенное значение при интенсификации сельскохозяйственного производства. Роль селекции в повышении продуктивности клевера лугового в России заключается в том, что продуктивность естественных популяций клевера лугового, не подвергавшихся целенаправленной селекционной проработке составляет 39,5 ц/га сухого вещества, что на 70 % меньше, чем у современных сортов клевера лугового [7].

Однако, учитывая, что клевер луговой относится к строгим перекрестно опыляемым насекомыми видам растений, возникают сложности в стабильности сортов по сохранению полезных признаков и свойств сорта в процессе репродукции из-за их высокой гетерозиготности. Изменение структуры популяции клевера под воздействием естественного отбора и влияния внешних факторов среды отмечали еще П. И. Лисицин [8] и Н. П. Дубинин [9]. По результатам научных исследований, проведенных в отделе семеноводства ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», установлено, что растянутость периода уборки раннеспелых и ультраскороспелых сортов клевера приводит к изменению структуры популяции. Уборка раннеспелого сорта ВИК 77 и ультраскороспелого сорта Ранний 2 в фазу побурения 90–95 % головок приводит к тому, что при последующих пересевах полученных семян в составе популяций этих сортов отмечается увеличение более поздних по скороспелости биотипов соответственно на 11–14 % и 15–19 %. Существенное влияние на семенную продуктивность и качество выращиваемых семян оказывают зональные и агрометеорологические условия вегетационного периода, в связи с чем все звенья первичного семеноводства должны проводиться строго в зоне создания сорта [10].

Исходя из этого, для сохранения биотипической и генетической стабильности сорта необходимо подходить к системе первичного семеноводства клевера лугового как к продолжению селекционного процесса в течение всего срока репродукции сорта. Учитывая методы создания и характеристики сортов,

необходима разработка сортовых технологий производства семян в цепи первичного семеноводства.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в условиях селекционного тепличного комплекса согласно методическим рекомендациям [11; 12]. В качестве объектов исследования использовали две партии семян:

а) исходные семена сорта Ранний 2, заложенные на длительное хранение в 1987 г., перед передачей сорта в Государственное сортоиспытание;

б) семена сорта Ранний 2 из питомника сортохранения, полученные в 2024 г., после 15-кратного репродукции в питомниках первичного семеноводства.

Изучали по 80 генотипов в каждой популяции по фенологическим показателям и основным морфобиологическим характеристикам.

Математическую обработку данных проводили согласно методике полевого опыта [13].

Результаты и обсуждения. В наших исследованиях изучалось влияние сортовой технологии производства семян ультраскороспелого сорта Ранний 2 в цепи первичного семеноводства на сохранение морфо-хозяйственной типичности при многократном репродукции.

Сортовая технология включала в себя следующие приемы:

1. Проведение всех звеньев первичного семеноводства в почвенно-климатических условиях создания сорта;
2. Соблюдение пространственной изоляции при закладке питомников на расстоянии 2–3 км;
3. Проведение прямой уборки основ-

ного семенного травостоя (первый укос) с предварительной десикацией в фазу побурения 70–75 % головок, что позволяет в процессе доработки семян осуществлять негативный отбор позднеспелых генотипов, так как они формируют щуплые семена после десикации и ранней уборки;

4. Получение семян со второго укоса с периодичностью 3–4-кратного репродуктивного цикла, при подкашивании на корм до 5–10 июня;

5. Оставление на семена травостоев второго года пользования с целью негативного отбора ярово-озимых генотипов с интервалом 4–5-кратного репродуктивного цикла [14].

Характеристика сорта Ранний 2. Сорт создан с применением метода химического мутагенеза [15], ультраскороспелого типа, двух–трехукосный. Длительность периода от весеннего отрастания до первого укоса составляет 45–55 дней, что короче по сравнению с сортом ВИК 77 на 16–20 дней. Цветение травостоя и созревание семян дружное. Сорт отличается высокой зимостойкостью, не образует подгона. Урожайность сухого вещества составляет 8,0–11,0 т/га, семян — до 600 кг/га. Содержание сырого протеина в сухом веществе — 16–18 %, клетчатки — 26,1–28,4 %. Масса 1000 семян равна 2,0–2,1 г.

Районирован по семи регионам Российской Федерации: Северо-Западному (2), Центральному (3), ЦЧО (5), Средневожскому (7), Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10) [16].

В качестве объектов исследования выступили две партии семян:

1. Исходные семена сорта Ранний 2,

заложенные на длительное хранение в 1987 г., перед передачей сорта в Государственное сортоиспытание;

2. Семена с питомника сортосохранения, полученные в 2024 г., после 15-кратного репродуктивного цикла в питомниках первичного семеноводства.

Оценку популяций сорта Ранний 2 проводили в условиях селекционно-тепличного комплекса на 80 генотипах в каждой популяции по фенологическим показателям и основным морфобиологическим характеристикам.

Характеристика семенного материала показала, что семена урожая 1987 г. имели массу 1000 семян — 2,1 г, всхожесть — 48 %, а семена урожая 2024 г. — 2,0 г и 86 % соответственно. Фенологические наблюдения проводили с использованием индексирования основных фаз развития растений: 1 — образование флагового листа; 2 — розетка; 3 — стебление; 4 — бутонизация; 5 — цветение [17], что позволяет провести сравнение между любой парой вариантов и установить достоверные различия между ними по развитию растений (табл. 1).

Оценка фенологических наблюдений в популяциях по фазам развития показала отсутствие существенных различий между анализируемыми популяциями. Образование флагового листа и кущение у популяции 1987 г. проходило чуть быстрее. К стеблению индекс фазы развития стабилизировался. В начале цветения наблюдалось незначительное опережение фазы развития растений у популяции 2024 г. Аналогичные данные были получены и при оценке морфологических характеристик исследуемых популяций (табл. 2).

1. Результаты анализа развития растений сорта Ранний 2 в исходной популяции и после 15-кратного репродуцирования в цепи первичного семеноводства

Индекс фазы развития	Фаза развития	Среднее значение индекса		НСР ₀₅
		популяция 1987 г.	популяция 2024 г.	
1	Образование флагового листа	1,10	1,26	0,26
2	Розетка	1,73	1,46	0,27
3	Стеблевание	2,00	1,98	0,15
4	Бутонизация	3,07	2,92	0,39
5	Начало цветения	3,72	3,92	0,28

2. Сравнение исходной популяции сорта клевера лугового Ранний 2 и сформировавшейся в процессе 15-кратного репродуцирования по морфологическим признакам

Морфологические признаки	Среднее значение индекса фазы развития		НСР ₀₅
	популяция 1987 г.	популяция 2024 г.	
Высота растения, см	46,06	44,55	5,51
Масса надземной части растения, г	20,40	21,46	2,71
Количество стеблей, шт./растение	2,53	2,51	0,48
Количество бутонов, шт./растение	1,35	1,23	0,48
Количество соцветий, шт./растение	0,35	0,32	0,25

Анализ и математическая обработка данных выявили, что по всем изученным показателям, в том числе и по массе растений, различия между выборками несущественны с вероятностью 95 %.

На рисунке представлены две кривые плотности распределения вероятности величины зеленой массы одного растения популяции сорта Ранний 2 1987 г. и популяции 2024 г. Эти графики являются производными от интегральной кумулятивной зависимости распределения по

зеленой массе. Популяция сорта за 15 циклов репродуцирования сместилась немного вправо, в сторону большей продуктивности, что подтверждается таблицей 2. У популяции 2024 г. наблюдаются гетерозисные выбросы, которые, по стандартам статистики, нужно исключать при расчетах, но для селекционера они являются ценным генетическим источником, который может успешно использоваться при создании нового исходного материала.

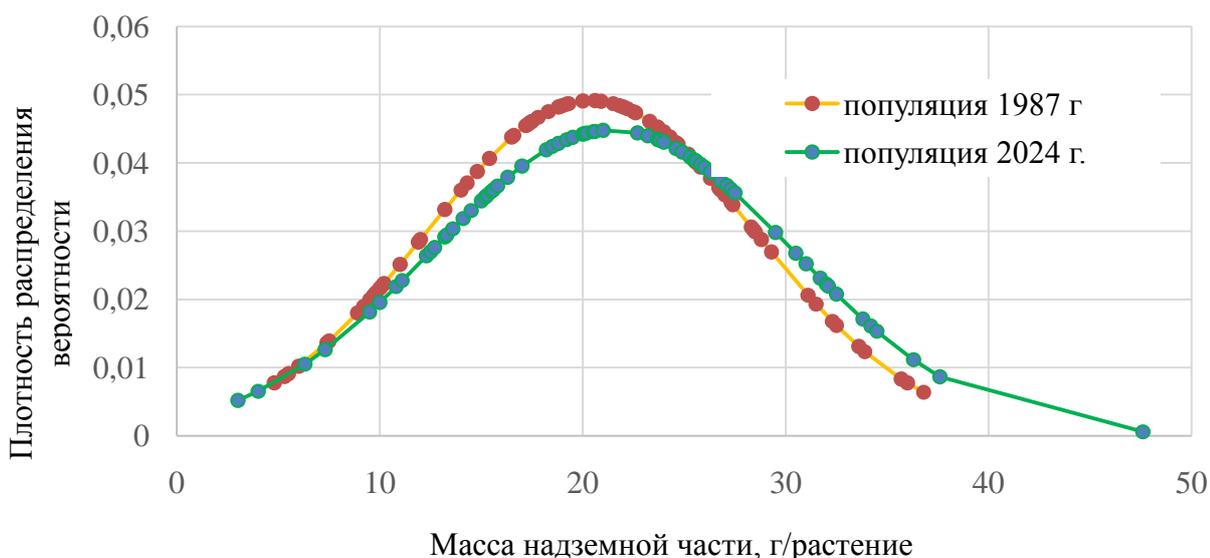


Рисунок. Плотность распределения вероятности массы надземной части

Выводы. Таким образом, в результате сравнения исходной популяции клевера лугового сорта Ранний 2 и сформировавшейся после 15-кратного репродуктивного цикла с использованием сортовой технологии в производстве оригинальных семян не зарегистрировано существенных различий по фенологическим и морфологическим признакам. Используемая сортовая технология, включаю-

щая в себя негативные отборы позднеспелых генотипов путем уборки семенного травостоя при достижении спелости в 70–75 %, получения семян со вторых укосов, оставления семенных посевов на второй год пользования, в условиях строгой изоляции, позволяет сохранить морфо-хозяйственную типичность при многократном репродуктивном цикле ультраскороспелых сортов клевера лугового.

Литература

1. Выявление и оценка генетических источников самосовместимости у клевера лугового для создания сортов с высокой и стабильной семенной продуктивностью / М. Ю. Новоселов, О. А. Старшинова, Л. В. Дробышева, Г. П. Зятчина // Кормопроизводство. – 2017. – № 4. – С. 21–24. – EDN YLEDFH.
2. Ситников Н. П. Развитие животноводства на основе современного кормопроизводства // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр. – М. : ООО «Угреша Т», 2021. – Вып. 26 (74). – С. 132–137. – DOI 10.33814/МАК-2021-26-74-132-137.
3. Объемистые корма из бобово-злаковых травосмесей в рационах кормления крупного рогатого скота / В. М. Косолапов, Б. Г. Шарифьянов, Х. Г. Ишмуратов, и др. – М. : ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2021. – 184 с. – DOI 10.33814/monography_2021_184.
4. Анисимов А. А., Комахин П. И., Золотарев В. Н. Научное обеспечение кормопроизводства для высокоэффективного молочного скотоводства на примере опыта ФГБУ «Опытная станция «Пойма» // Кормопроизводство. – 2021. – № 8. – С. 8–16. – DOI 10.25685/krm.2021.8.2021.002.
5. Шаманин А. А. Изучение бобово-злаковых травостоев в условиях Северного региона России // В сб. науч. материалов «III Юдахинские чтения». – Архангельск : КИРА, 2024. – С. 402–406. – EDN LHASDH.

6. Оценка перспективных сложногобридных популяций клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) в условиях северного земледелия / В. А. Корелина, О. Б. Батакова, И. В. Зобнина, А. Н. Носков // Кормопроизводство. – 2025. – № 8. – С. 5–10. – DOI 10.30906/1562-0417-2025-8-5-10.
7. Клевер в России / Под ред. А. С. Шпакова, А. С. Новоселовой, А. А. Кутузовой, Н. И. Георгиади. – Воронеж : Воронежская областная типография – издательство им. Е. А. Болховитинова, 2002. – 297 с. – EDN RTDWFN.
8. Лисицын П. И. Избранные сочинения. Красный клевер. – М. : Сельхозгиз, 1951. – Т. 1. – 535 с.
9. Дубинин Н. П., Глембоцкий Я. Л. Генетика популяций и селекция. – М. : Наука, 1967. – 591 с.
10. Основные виды и сорта кормовых культур. Итоги научной деятельности Центрального селекционного центра / В. М. Косолапов, З. Ш. Шамсутдинов, Г. И. Ившин, и др. – М. : Наука, 2015. – 546 с. – EDN TRJMXJ.
11. Методические рекомендации по технологии выращивания трех поколений клевера и люцерны в оранжереях и камерах с контролируруемыми условиями среды в течение года. – М. : ВАСХНИЛ, 1981. – 44 с.
12. Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера / Под ред. З.Ш. Шамсутдинова, А. С. Новоселовой, С. А. Бекузаровой. – М. : Россельхозакадемия, 2002. – 72 с. – EDN RSNVNH.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М. : Альянс, 2011. – 350 с. – EDN QLCQEP.
14. Методические указания по первичному и элитному семеноводству новых сортов клевера лугового (селекции ГНУ ВИК Россельхозакадемии и ТОС «Клевер»). / В. М. Косолапов, Н. И. Переправо, А. С. Новоселова, и др. – М. : РГАУ-МСХА им. Тимирязева, 2010. – 28 с. – EDN PYLKIL.
15. Новоселов М. Ю. Клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) // Основные виды и сорта кормовых культур. Итоги научной деятельности Центрального селекционного центра. – М. : Наука, 2015. – С. 22–73. – EDN XVDPLL.
16. Косолапов В. М., Шамсутдинов З. Ш., Костенко С. И. Сорта кормовых культур селекции ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» : монография / ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». – М. : ООО «Угрешская типография», 2019. – 92 с. – EDN TSDCFA.
17. Жиглинская Е. А. Опыт математизации фенологических наблюдений // Зерновые и масличные культуры. – 1970. – № 3.– С. 47.

References

1. Novoselov M.Yu., Starshinova O.A., Drobysheva L.V., Zyatchina G.P. *Vyyavlenie i otsenka geneticheskikh istochnikov samosovmestimosti u klevera lugovogo dlya sozdaniya sortov s vysokoi i stabil'noi semennoi produktivnost'yu* [Identification and evaluation of genetic sources of self-compatibility in red clover for the creation of varieties with high and stable seed productivity]. *Kormoproizvodstvo*. 2017. No. 4. Pp. 21-24.
2. Sitnikov N.P. *Razvitie zhivotnovodstva na osnove sovremennogo kormoproizvodstva. Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: sb. nauch. tr.* [Development of animal husbandry based on modern feed production. In the collection of scientific papers]. *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo*. 2021. Vol. 74. No. 26. Pp. 132-137.
3. Kosolapov V.M., Sharifyanova B.G., Ishmuratov Kh.G., Shagaliev F.M., Yumaguzin I.F., Salikhov Eh.F. *Ob'emistye korma iz bobovo-zlakovykh travosmesei v ratsionakh kormleniya krupnogo rogatogo skota* [Voluminous feed from legume-grain grass mixtures in cattle feeding rations]. Moscow. *FGBOU DPO RAKO APK* Publ. 2021. 184 p.
4. Anisimov A.A. *Nauchnoe obespechenie kormoproizvodstva dlya vysokoeffektivnogo molochnogo skotovodstva na primere opyta FGBU «Opytnaya stantsiya «Poima»* [Scientific Support for Feed

- Production for High-Efficiency Dairy Farming: The Experience of the Poyma Experimental Station]. *Kormoproizvodstvo*. 2021. No. 8. Pp. 8-16.
5. Shamanin A.A. *Izuchenie bobovo-zlakovykh travostoev v usloviyakh Severnogo regiona Rossii. V sb. nauch. materialov "III Yudakhinskie chteniya"* [Study of legume-cereal herbage stands in the Northern Region of Russia. In the collection of scientific materials "III Yudakhinskie chteniya"]. *Arkhangelsk. KIRA Publ.* 2024. Pp. 402-406.
 6. Korelina V.A., Batakova O.B., Zobnina I.V., Noskov A.N. *Otsenka perspektivnykh slozhnogibridnykh populyatsii klevera lugovogo (Trifolium pratense L.) v usloviyakh severnogo zemledeliya* [Evaluation of promising complex hybrid populations of red clover (*Trifolium pratense* L.) in northern agriculture]. *Kormoproizvodstvo*. 2025. No. 8. Pp. 5-10.
 7. Shpakov A.S., Novoselova A.S., Kutuzova A.A., Georgiadi N.I. *Klever v Rossii* [Clover in Russia]. *Voronezh. Voronezhskaya oblastnaya tipografiya – izdatel'stvo im. E.A. Bolkhovitinova Publ.* 2002. 297 p.
 8. Lisitsyn P.I. *Izbrannye sochineniya. Krasnyi klover* [Selected works. Red clover]. Moscow. *Sel'khozgiz Publ.* 1951. Vol. 1. 535 p.
 9. Dubinin N.P., Glembotskiy Ya.L. *Genetika populyatsii i selektsiya* [Population genetics and breeding]. Moscow. *Nauka Publ.* 1967. 591 p.
 10. Kosolapov V.M., Shamsutdinov Z.Sh., Ivshin G.I., et al. *Osnovnye vidy i sorta kormovykh kul'tur. Itogi nauchnoi deyatel'nosti Tsentral'nogo selek-tsionnogo tsentra* [The basis species and varieties of forage crops (Results of scientific activity of the Breeding Center)]. Moscow. *Nauka Publ.* 2015. 546 p.
 11. *Metodicheskie rekomendatsii po tekhnologii vyrashchivaniya trekh pokolenii klevera i lyutserny v oranzhereyakh i kamerakh s kontroliruemymi usloviyami sredy v techenie goda* [Guidelines for growing three generations of clover and alfalfa in greenhouses and chambers with controlled environmental conditions throughout the year]. Moscow. *VASKHNIL Publ.* 1981. 44 p.
 12. Shamsutdinov Z.Sh., Novoselova A.S., Bekuzarova S.A. *Metodicheskie ukazaniya po selektsii i pervichnomu semenovodstvu klevera* [Guidelines for Clover Breeding and Primary Seed Production]. Moscow. *Rossel'khozakademiya Publ.* 2002. 72 p.
 13. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow. *Al'yans Publ.* 2011. 350 p.
 14. Kosolapov V.M., Perepravo N.I., Novoselova A.S., et al. *Metodicheskie ukazaniya po pervichnomu i elitnomu semenovodstvu novykh sortov klevera lugovogo (selektsii GNU VIK Rossel'khozakademii i TOS "Klever")* [Guidelines for primary and elite seed production of new varieties of red clover (selected by the All-Russian Research Institute of Crop Production of the Russian Agricultural Academy and Creative Association of Breeders "Klever")]. Moscow. *RGAU-MSKHA im. Timiryazeva Publ.* 2010. 28 p.
 15. Novoselov M.Yu. *Klever lugovoi (Trifolium pratense L.). Osnovnye vidy i sorta kormovykh kul'tur. Itogi nauchnoi deyatel'nosti Tsentral'nogo selektsionnogo tsentra* [Meadow clover (*Trifolium pratense* L.). In the book: The basis species and varieties of forage crops (Results of scientific activity of the Breeding Center)]. Moscow. *Nauka Publ.* 2015. Pp. 22-74.
 16. Kosolapov V.M., Shamsutdinov Z.Sh., Kostenko S.I., et al. *Sorta kormovykh kul'tur selektsii FGBNU «Federal'nyi nauchnyi tsentr kormoproizvodstva i agroekologii imeni V.R. Vil'yamsa»* [Varieties of fodder crops bred by the V.R. Williams Federal Scientific Center for Fodder Production and Agroecology]. Moscow. *Ugreshskaya tipografiya Publ.* 2019. 92 p.
 17. Zhiglinskaya E.A. *Opyt matematizatsii fenologicheskikh nablyudenii* [Experience of mathematization of phenological observations]. *Zernovye i maslichnye kul'tury*. 1970. № 3. P. 47.
-