

EDN ZIMYQY

DOI 10.5281/zenodo.8272097

УДК 633.321:631.559

Шихова И. В., Арзамасова Е. Г., Попова Е. В.

## ИЗУЧЕНИЕ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЕКЦИОННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого»

**Реферат.** Для удовлетворения потребностей производства необходимо создавать качественные сорта клевера лугового, которые обладали бы кормовыми достоинствами, а также имели высокую семенную продуктивность. Цель исследований – изучить урожайность семян и показатели плодоношения селекционных популяций клевера лугового в питомнике оценки семенной продуктивности и выделить наиболее перспективные. Объект исследований – шесть популяций различного селекционного происхождения, сравнение – с районированным сортом-стандартом (St.) Дымковский. В периоды вегетации сложились контрастные погодные условия: 2020 г. умеренно-тёплый с достаточным увлажнением, 2021 г. тёплый и жаркий с редкими осадками, что отразилось на качестве семенного материала. За два года исследований выделены: по урожайности семян – селекционные популяции П-15 (2,14 ц/га) и ГПР-32-2Ф1 (1,99 ц/га), достоверно превысившие стандарт (1,58 ц/га, НСР<sub>05</sub> = 0,39 ц/га); по параметрам плодоношения – П-15 и СППФ-159-3 с хорошей завязываемостью семян (39,0 и 42,0 %), обсеменённостью соцветий (32,4 и 37,7 %), количеством семян в головке (37,2 и 41,3 шт.) и массой 1000 семян (1,68 и 1,74 г). В оба года пользования (г.п.) в период «цветение–созревание» выявлена корреляционная зависимость урожайности от средней температуры воздуха ( $r = -0,74$  и  $r = 0,68$ ,  $p \leq 0,01$ ) и количества осадков ( $r = 0,61$  и  $r = 0,54$ ,  $p \leq 0,01$ ). Также в указанный межфазный период установлена отрицательная корреляционная связь между завязываемостью семян в головках и суммой активных температур (выше 10 °С) ( $r = -0,62$  и  $r = -0,61$ ,  $p \leq 0,01$ ) и количеством выпавших осадков ( $r = -0,77$  и  $r = -0,41$ ,  $p \leq 0,01$ ). Выделившиеся популяции будут использованы в дальнейшей селекционной работе в качестве источников повышенной семенной продуктивности.

**Ключевые слова:** клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), селекционная популяция, погодные условия, урожайность, показатели плодоношения, обсеменённость головок, коэффициент корреляции.

**Для цитирования:** Шихова И. В., Арзамасова Е. Г., Попова Е. В. Изучение семенной продуктивности селекционных популяций клевера лугового в условиях Кировской области // Таврический вестник аграрной науки. 2023. № 2(34). С. 136–147. EDN: ZIMYQY. DOI 10.5281/zenodo.8272097.

**For citation:** Shikhova I. V., Arzamasova E. G., Popova E. V. Study of *Trifolium pratense* L. breeding populations seed productivity under conditions of the Kirov region // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2023. No. 2(34). P.136–147. EDN: ZIMYQY. DOI 10.5281/zenodo.8272097.

### Введение

Многолетние травы являются основным источником объёмистых кормов в животноводстве. Создание высококачественных сортов, обеспечивающих формирование стабильно высоких урожаев при использовании на кормовые цели, обладающих хорошей семенной продуктивностью, устойчивых к вредителям и болезням, приспособленных к различным почвенно-климатическим условиям зоны

возделывания – основная задача селекции многолетних бобовых трав [1–3]. При выращивании бобовых трав улучшаются свойства почвы, сохраняется её плодородие и обогащаются доступными элементами питания другие культуры. Благодаря способности к азотфиксации (до 180–200 кг/га за вегетацию) бобовые позволяют исключить использование азотных удобрений [4–7]. В большинстве регионов России, в том числе в Нечернозёмной зоне страны, одной из основных возделываемых многолетних бобовых культур является клевер луговой, его посевы занимают более 5 млн га. Создание отечественных сортов с высокой урожайностью семян позволит быстро размножить и увеличить посевные площади клевера лугового, а следовательно, избежать дефицита семян в сельскохозяйственном производстве [8–11]. При внедрении в производство только сортовых посевов возможно на 25–30 % повысить кормовую и семенную продуктивность [12].

На сегодняшний день для успешного ведения кормопроизводства и эффективной системы семеноводства в стране необходимо иметь около 15 тыс. т семян клевера лугового [13]. Но в производственных условиях урожайность семян редко достигает 150–200 кг/га [14]. Внедрение и соблюдение агротехнических приёмов, использование современных средств механизации позволят увеличить уровень семенной продуктивности и валового сбора семян. Большое влияние на рост и развитие растений как на начальных этапах формирования генеративных органов, так и в процессе образования семян оказывают агрометеорологические условия. Известно, что клевер луговой относится к энтомофильным растениям. Если нет достаточного количества насекомых-опылителей, то урожай семян будет низким. Установлено, что на долю опыления приходится 60–80 % при формировании биологического урожая семян [15, 16]. Но низкие урожаи семян клевера зависят не только от недостатка опылителей или их плохой работы. Положительные результаты можно получить при внедрении в процесс семеноводства комплекса агротехнических приёмов, обеспечивающих высокие и стабильные урожаи семян. Поэтому создание и изучение перспективных сортов с максимальным количеством полноценных семян, адаптированных для зон возделывания, является актуальным вопросом в селекционной работе.

**Цель исследований** – изучить урожайность семян и показатели плодоношения селекционных популяций клевера лугового в питомнике оценки семенной продуктивности и выделить наиболее перспективные.

#### **Материалы и методы исследований**

Исследования по изучению семенной продуктивности проводили на базе опытного поля лаборатории селекции и первичного семеноводства многолетних трав ФГБНУ «ФАНЦ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого» (г. Киров) в 2020–2021 гг. Семенной материал получен в питомнике оценки семенной продуктивности 2019 г. посева. Материалом для изучения послужили шесть селекционных популяций клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) собственной селекции различного происхождения: гибридные и сложногобридные, прошедшие отбор на фузариозном фоне (ГПФ-49-3, ГПФ-86-3, СГПФ-159-3, СГПФ-159-3+СГП-117), гибридная с двукратным отбором на склеротиниозном фоне и однократным на фузариозном (ГПР-32-2Ф1) и поликроссная популяция П-15. Сравнение проводили с районированным сортом-стандартом Дымковский.

Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая с содержанием в пахотном слое гумуса – 2,2 % (по Тюрину), обменного фосфора – 192,5 мг/кг почвы, обменного калия – 217,9 мг/кг почвы (по Кирсанову), рН<sub>KCl</sub> = 4,42. Посев питомника проводили весной (16.05.2019 г.) беспокровно порционной сеялкой СКС 6-10. Учётная площадь делянок 30 м<sup>2</sup> без повторностей, с использованием

экрановой изоляции – тимофеевки луговой. При созревании 75–95 % растений уборку семенного травостоя осуществляли напрямую селекционным комбайном Сампо-130.

Метеорологические условия в годы проведения наблюдений были различны, в течение вегетационных периодов характер погоды был неустойчивым по количеству выпавших осадков и температурному режиму, что повлияло на качество семенного материала (рисунки 1, 2).

Весенний период вегетации 2020 г. характеризовался тёплой погодой с превышением среднесуточной температуры воздуха на 5–10 °С вплоть до середины мая. Затем наступившее похолодание замедлило рост и развитие растений. На конец мая сумма эффективных температур достигла 226,6 °С, количество осадков – выше нормы на 89 мм (165 % от нормы). В течение июня характер погоды значительно менялся. В первую и вторую декаду месяца было тепло и жарко, осадков выпадало мало (18 мм). В третью декаду при продолжающемся дефиците осадков (23 мм) преобладала умеренно-тёплая и холодная погода с дневной температурой воздуха не выше 10–16 °С. В результате средняя за июнь температура воздуха была ниже климатической нормы на 0,8–2,2 °С. До середины июля установилась жаркая (на 3–12 °С выше нормы) и сухая (22 мм) погода. Затем наблюдали типичную для этого месяца тёплую погоду, в отдельные дни с сильными ливнями и грозами. Первая половина августа характеризовалась неустойчивой, от тёплой до прохладной (дневная температура 12–20 °С), с незначительными осадками, погодой. Потом начались редкие, но обильные дожди, что привело к полеганию и прорастанию созревших семян в головках и потере их урожая.

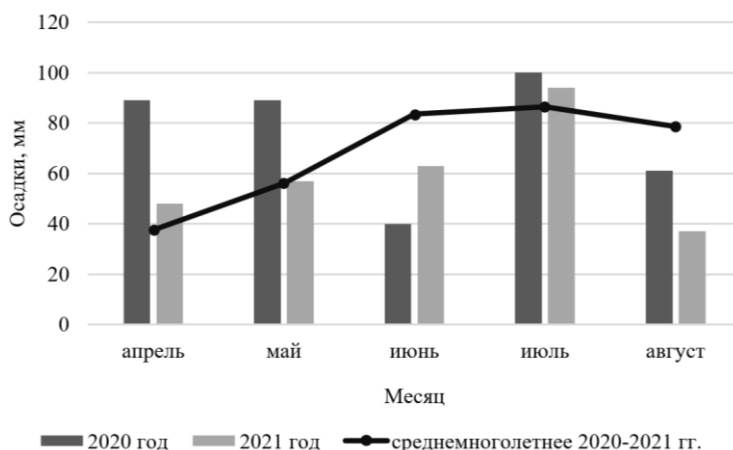


Рисунок 1 – Влагообеспеченность вегетационных периодов 2020–2021 гг.

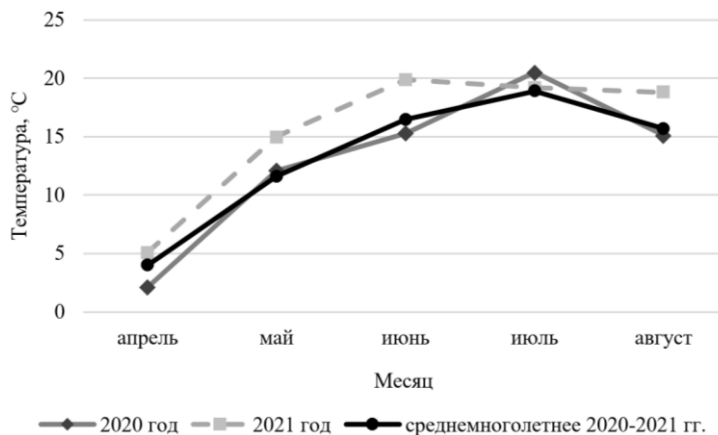


Рисунок 2 – Температурный режим вегетационных периодов 2020–2021 гг.

Активная вегетация растений в 2021 г. началась седьмого мая, когда произошёл устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 10 °С в сторону повышения. Во второй декаде месяца стояла аномально жаркая погода – 25–29 °С (выше климатической нормы на 8–10,5 °С). В конце месяца наступившее похолодание (ночью около 0 °С) повлияло на развитие растений. В июне стояла тёплая (до жаркой), сухая, с редкими грозовыми дождями погода. В течение месяца выпало 63 мм осадков (80 % от нормы), сумма эффективных температур достигла 767,3 °С. Июль – умеренно-тёплый, жаркий со среднесуточной температурой воздуха 19–24 °С, в отдельные дни до 30–32 °С. В начале месяца осадков выпадало мало, затем участились дожди и сильные ливни. К моменту уборки семенных травостоев (26.07) сумма эффективных температур достигала 1207,2 °С.

Закладку питомника, оценки, учёты и фенологические наблюдения проводили согласно действующим методикам для многолетних бобовых трав [17–19]. Статистическая обработка данных – по Б. А. Доспехову [20] методами дисперсионного, парного корреляционно-регрессионного и вариационного анализа с помощью пакета селекционно ориентированных программ AGROS, версия 2.07.

### Результаты и их обсуждение

Перезимовка клеверов в периоды 2019–2020 и 2020–2021 гг. прошла удовлетворительно. Отрастание растений в первый год пользования (г.п.) отмечено 21 апреля, во второй г.п. – 20 апреля. Зимостойкость всех популяций и сорта Дымковский в оба года исследований была высокой и очень высокой: в первый год – от 85,6 (ГПР-32-2Ф1) до 98,9 % (ГПФ-49-3), во второй – от 88,2 (СГПФ-159-3) до 100,0 % (ГПР-32-2Ф1) (таблица 1) [21].

**Таблица 1 – Биологическая характеристика селекционных популяций клевера лугового**

Популяция	Зимостойкость, %		Дата наступления фенологической фазы				Продолжительность периода от начала отрастания до, сут			
			цветения		созревания		цветения		созревания	
	1 г.п.	2 г.п.	1 г.п.	2 г.п.	1 г.п.	2 г.п.	1 г.п.	2 г.п.	1 г.п.	2 г.п.
ГПФ-49-3	98,9	96,7	29.06	22.06	10.08	19.07	69	63	111	90
П-15	96,8	91,8	30.06	24.06	10.08	20.07	70	65	111	91
ГПР-32-2Ф1	85,6	100,0	27.06	22.06	10.08	19.07	67	63	111	90
СГПФ-159-3	96,8	88,2	02.07	24.06	11.08	20.07	72	65	112	91
СГПФ-159-3+ СГП-117	87,5	95,7	01.07	24.06	11.08	20.07	71	65	112	91
ГПФ-86-3	88,2	93,8	05.07	24.06	13.08	23.07	75	65	114	94
Дымковский (St.)	87,5	92,9	07.07	30.06	15.08	24.07	77	71	116	95

В первый г.п. самое раннее начало цветения (27 и 29 июня) отмечено у популяций ГПР-32-2Ф1 и ГПФ-49-3 (на 67 и 69 сут после отрастания), затем на 70–72 сут (30.06–02.07) зацвели П-15, СГПФ-159-3+СГП-117, СГПФ-159-3, более позднее цветение отмечено у популяции ГПФ-86-3 и сорта Дымковский – 5 и 7 июля соответственно. На второй год растения зацвели раньше на 5–7 дней благодаря тёплой погоде в июне, которая сохранялась на протяжении всего месяца. Первыми, как и в первый г.п., в фазу цветения вступили ГПФ-49-3 и ГПР-32-2Ф1 – 22 июня (на 63 сут после начала отрастания), через два дня зацвели остальные селекционные популяции, стандарт – 30 июня.

Погодные условия повлияли и на продолжительность вегетационных периодов растений клевера лугового: в первый г.п. он составил 111–116 сут, во второй г.п. был менее продолжительным – 90–95 сут. Созревание и уборка семенных

травостоев в 2020 г. (22.08) затянулись благодаря участвовавшим дождям в конце июля и неустойчивой погоде августа, когда дневная температура воздуха не превышала 12–20 °С. Более раннее созревание отмечено у популяций ГПФ-49-3, П-15, ГПР-32-2Ф1, СГПФ-159-3 и СГПФ-159-3+СГП-117 (10 и 11 августа), несколько позднее уборочной спелости достигли травостой ГПФ-86-3 (13 августа) и сорта Дымковский (15 августа). В 2021 г. формирование семян клевера лугового проходило в умеренно-тёплых и жарких условиях с редкими осадками, поэтому фаза «созревание» у популяций отмечена с 19 июля (ГПФ-49-3 и ГПР-32-2Ф1) по 24 июля (Дымковский), а к 26 июля травостой уже были готовы к уборке.

Избыточное количество осадков в мае–июне 2020 г. привело к тому, что все популяции сформировали высокие травостой – 93,6 см (СГПФ-159-3+СГП-117) – 99,7 см (П-15), что вызвало их полегание в фазе уборочной спелости и частичную потерю урожая семян (таблица 2).

**Таблица 2 – Хозяйственно-биологические показатели селекционных популяций клевера лугового**

Популяция	Высота растений, см		Урожайность семян, ц/га				
	1 г.п.	2 г.п.	1 г.п.	2 г.п.	среднее за два года	± к ст.	%
П-15	99,7	63,8	1,13	3,14*	2,14*	+0,56	135,4
ГПР-32-2Ф1	93,6	64,0	1,05	2,92*	1,99*	+0,41	126,0
ГПФ-49-3	99,5	61,2	0,97	2,47*	1,72	+0,14	108,9
СГПФ-159-3	96,5	61,8	0,88	2,49*	1,69	+0,11	107,0
СГПФ-159-3+ СГП-117	93,7	59,4	0,97	2,14*	1,56	-0,02	98,7
ГПФ-86-3	94,5	57,6	0,96	1,99	1,48	-0,10	93,7
Дымковский (St.)	97,4	62,8	1,34	1,82	1,58	-	-
НСР <sub>05</sub>	-	-	0,11	0,26	0,39	-	-

*Примечание.* \* – достоверно к стандарту ( $P \geq 0,95$ ).

В 2021 г. высота растений у всех селекционных популяций и сорта Дымковский была ниже уровня первого г.п. на 40 % и соответствовала градации «средняя» – 57,6–64,0 см (популяции), 62,8 см (стандарт). В оба года изучения самой высокорослой была П-15 (99,7 и 63,8 см).

Максимальный урожай семян клевера лугового можно получить при достаточном количестве осадков во время формирования генеративных органов растения и когда в межфазный период «цветение–созревание» преобладает сухая и солнечная погода, способствующая активному лёту насекомых и опылению трав [22, 23].

Урожайность семян в 2020 г. у селекционных популяций была ниже в два раза, по сравнению с урожайностью, полученной на следующий год, и уступила стандарту (на 0,21–0,46 ц/га), составив 0,88 (СГПФ-159-3) – 1,13 ц/га (П-15). В 2021 г. все популяции, за исключением ГПФ-86-3, достоверно превысили стандарт (1,82 ц/га,  $НСР_{05} = 0,26$  ц/га) по этому параметру на 0,32 (СГПФ-159-3+СГП-117) – 1,32 ц/га (П-15), ГПФ-86-3 обеспечила прибавку 0,17 ц/га семян в пределах статистической погрешности.

Более высокие показатели во второй год (2021) отмечены благодаря тёплой, с редкими дождями погоде, послужившей лучшему опылению и завязываемости семян в головках клевера, по сравнению с первым годом (2020), когда условия влагообеспеченности находились выше нормы (в июле ГТК = 2,1). Кроме того, обильные дожди второй половины августа 2020 г. привели к полеганию высокорослых травостоев, что затруднило уборку и снизило урожай семян. По



данным ряда исследователей [22, 24], наибольшее влияние на семенную продуктивность имеют погодные условия в межфазный период «цветение-созревание». Нами в оба года пользования выявлена зависимость от средней температуры воздуха ( $r = -0,74$  и  $r = 0,68$  соответственно в 2020 и 2021 гг.,  $p \leq 0,01$ ) и количества осадков ( $r = 0,61$  и  $r = 0,54$ ,  $p \leq 0,01$ ).

В среднем за два года исследований наибольший уровень урожайности семян показали популяции П-15 – 2,14 ц/га (+0,56 ц/га к стандарту) и ГПР-32-2Ф1 – 1,99 ц/га (+0,41 ц/га). Небольшие прибавки дали ГПФ-49-3 (+0,14 ц/га) и СГПФ-159-3 (+0,11 ц/га). Согласно шкале [21], полученные результаты урожайности относительно стандарта Дымковский можно разделить по градациям: «высокая» – 135,44 % (П-15) и «средняя» со значениями от 93,67 (ГПФ-86-3) до 125,95 % (ГПР-32-2Ф1).

На формирование урожайности семян клевера лугового большое влияние оказывает продуктивность головок. В 2020 и 2021 гг. был проведен анализ показателей плодоношения перспективных селекционных популяций (таблица 3).

**Таблица 3 – Показатели семенной продуктивности селекционных популяций клевера лугового (2020–2021 гг.)**

Популяция	Год пользования	Параметры головки, см		Плотность головки, шт./мм	Структура головки			Объемность головок, %	Масса 1000 семян, г
		длина	ширина		цветков, шт.	семян, шт.			
						всего	выполненных		
ГПФ-49-3	первый	2,49 ± 0,08	2,59 ± 0,10*	7,0 ± 0,40	109,4	29,7	21,8	19,9	1,62*
	второй	2,28 ± 0,07*	1,94 ± 0,13	9,8 ± 0,57	105,2	38,2	35,4	33,6	1,55
	среднее	2,38*	2,26	8,4	107,3	34,0	28,6	26,8	1,59
П-15	первый	2,40 ± 0,10	2,57 ± 0,06*	0,2 ± 0,84*	100,6	41,5	35,5	35,3	1,78*
	второй	2,10 ± 0,03*	2,41 ± 0,08*	9,6 ± 0,65	89,4	32,8	26,3	29,4	1,57
	среднее	2,25*	2,49*	9,9	95,0	37,2	30,9	32,4	1,68
ГПР-32-2Ф1	первый	2,35 ± 0,17	2,27 ± 0,07	8,5 ± 0,81	111,9	24,0	20,7	18,5	1,77*
	второй	2,07 ± 0,08*	2,42 ± 0,11*	10,4 ± 0,54	107,6	42,3	37,2	34,6	1,49
	среднее	2,21	2,34	9,4	109,8*	33,2	29,0	26,6	1,63
СГПФ-159-3	первый	2,17 ± 0,09	2,76 ± 0,14*	8,1 ± 0,36	91,9	32,3	28,8	31,3	1,89*
	второй	2,20 ± 0,05*	2,31 ± 0,07*	10,4 ± 0,48	102,9	50,3	45,4	44,1*	1,59
	среднее	2,18	2,54*	9,2	97,4	41,3	37,1	37,7	1,74
СГПФ-159-3+ СГП-117	первый	2,26 ± 0,16	2,64 ± 0,04*	6,4 ± 0,45	106,9	33,0	26,6	24,9	1,94*
	второй	2,16 ± 0,05*	2,36 ± 0,08*	10,4 ± 0,44	108,3	40,8	36,5	33,7	1,57
	среднее	2,21	2,50*	8,4	107,6	36,9	31,6	29,3	1,76
ГПФ-86-3	первый	2,40 ± 0,07	2,37 ± 0,06	7,7 ± 0,53	114,6*	38,1	33,9	29,6	1,76*
	второй	2,16 ± 0,05*	2,22 ± 0,06	12,0 ± 1,13*	115,2*	36,2	32,1	27,9	1,59
	среднее	2,28*	2,30	9,8	114,9*	37,2	33,0	28,8	1,68
Дымковский (St.)	первый	2,35 ± 0,07	2,40 ± 0,08	8,7 ± 0,68	103,8	37,8	33,5	32,3	1,60
	второй	1,91 ± 0,06	2,12 ± 0,08	10,4 ± 0,35	106,6	47,3	40,3	37,8	1,64
	среднее	2,13	2,26	9,6	105,2	42,6	36,9	35,1	1,62
Среднее	первый	2,34	2,51	8,1	105,6	33,8	28,7	27,4	1,74
	второй	2,12	2,25	10,4	105,0	41,1	36,2	34,4	1,55
НСР <sub>05</sub>	первый	0,15	0,10	0,5	9,8	8,7	9,2	5,5	0,01
	второй	0,06	0,12	0,9	6,2	6,6	6,0	5,3	0,01
	среднее	0,12	0,17	1,0	3,8	5,4	4,8	4,6	0,11
CV, %	первый	4,44	6,86	15,30	7,26	17,5	20,74	23,47	7,12
	второй	5,50	7,77	7,38	7,50	14,92	16,66	15,64	2,90

*Примечание.* CV – коэффициент вариации; \* – достоверно к стандарту ( $P \geq 0,95$ ).

Длина головки клевера лугового в первый г.п. варьировала от 2,17 (СГПФ-159-3) до 2,49 см (ГПФ-49-3) со средним значением 2,34 см. Уровень изменчивости по данному показателю от незначительного – 8,57 % (Дымковский) до среднего – 21,63 % (ГПР-32-2Ф1) [20]. Достоверно шире стандарта (2,40 см,  $НСР_{05} = 0,10$  см) головки у популяций СГПФ-159-3 – 2,76 см ( $CV = 15,10$  %), СГПФ-159-3+СГП-117 – 2,64 см ( $CV = 5,11$  %), ГПФ-49-3 – 2,59 см ( $CV = 11,29$  %) и П-15 – 2,57 см

( $CV = 7,57\%$ ), со средним показателем по питомнику 2,51 см. Средняя плотность головки составляла 8,1 цветков на 1 мм длины стерженька и была достоверно выше у популяции П-15 – 10,2 шт./мм, при показателе стандарта 8,7 шт./мм,  $НСР_{05} = 0,5$  шт./мм. Наименьшее количество цветков на 1 мм у СГПФ-159-3+СГП-117 (6,4 шт.) и ГПФ-49-3 (7,0 шт.). Уровень изменчивости – 13,45 (СГПФ-159-3) – 28,3 % (ГПР-32-2Ф1).

Во второй г.п. размеры головки клевера лугового были меньше в сравнении с первым годом в среднем на 0,22 см по длине и на 0,26 см по ширине. Наименьшая длина отмечена у ст. Дымковский – 1,91 см ( $НСР_{05} = 0,06$  см), все популяции достоверно превысили стандарт на 0,16 (ГПР-32-2Ф1) – 0,37 см (ГПФ-49-3), изменчивость незначительная ( $CV = 4,49–11,84\%$ ). По ширине головке выделяются ГПР-32-2Ф1, П-15, СГПФ-159-3+СГП-117, СГПФ-159-3 (2,42; 2,41; 2,36 и 2,31 см соответственно), как достоверно превышающие стандарт (2,12 см, при  $НСР_{05} = 0,12$  см). Коэффициент вариации данного показателя – 7,60 (ГПФ-86-3) – 19,62 % (ГПФ-49-3). В сравнении с первым г.п. головки клевера лугового второго г.п. были плотнее в среднем на 2,3 шт./мм. Выделилась популяция ГПФ-86-3, достоверно превышающая стандарт (10,4 шт./мм,  $НСР_{05} = 0,9$  шт./мм) на 1,6 цветков. У остальных популяций плотность головки была на уровне стандарта Дымковский от 9,6 (П-15) до 10,4 шт./мм (ГПР-32-2Ф1, СГПФ-159-3 и СГПФ-159-3+СГП-117). Коэффициент вариации составил 10,06 (Дымковский) – 27,33 % (ГПФ-86-3).

За два года наблюдений по параметрам головки (длина 2,25 см и ширина 2,49 см), а также плотности головки (9,9 см) выделяется популяция П-15.

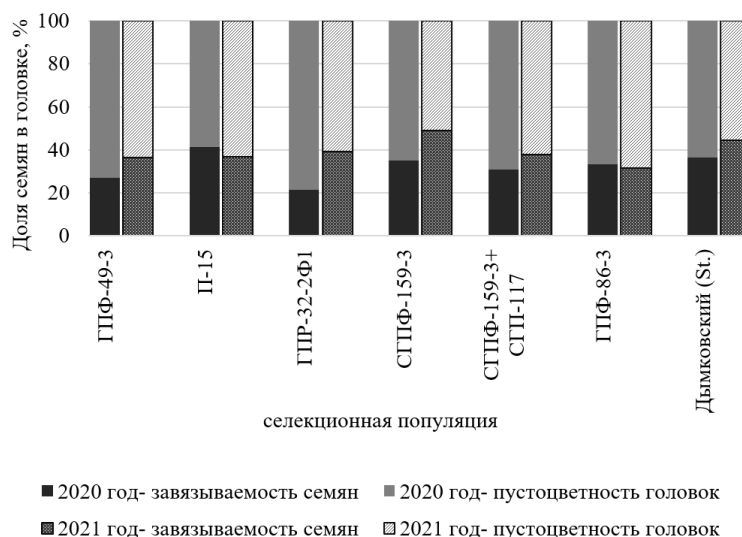
Среднее количество цветков в головке в оба года исследований было равным и составило 105 шт. Популяция ГПФ-86-3 с показателем 114,6 и 115,2 шт. в 1 и 2 г.п. достоверно превысила стандарт (103,8 шт.,  $НСР_{05} = 9,8$  шт. и 106,6 шт.,  $НСР_{05} = 6,2$  шт. соответственно).

Наименее изменчивыми по годам исследований являются показатели: длина ( $CV = 4,44$  и  $5,50\%$ ) и ширина ( $CV = 6,86$  и  $7,77\%$ ) головки, а также количество цветков в головке ( $CV = 7,26$  и  $7,50\%$ ).

Максимальная завязываемость семян обеспечивается при температуре воздуха 21–24 °С и относительной влажности воздуха 40–50 % в период опыления травостоев клевера лугового, в дождливую погоду увеличивается гибель завязей и завязываемость уменьшается на 6–10 % [25, 26]. Так в 2021 г. при наиболее благоприятных погодных условиях доля завязываемости семян была выше и варьировала у селекционных популяций от 31,4 (ГПФ-86-3) до 48,9 % (СГПФ-159-3) (рисунок 3). В 2020 г. процент завязавшихся семян в головках был ниже на 7,7–10,0 % и составил 21,4 (ГПР-32-2Ф1) – 41,2 % (П-15).

Наибольшее количество семян в головке в первый г.п. отмечено у популяции П-15 (41,5 шт.) при проценте завязываемости 41,2 %. На уровне стандарта (37,8 шт., при  $НСР_{05} = 8,7$  шт.) общее количество семян находилось у ГПФ-86-3 (38,1 шт.), СГПФ-159-3+СГП-117 (33,0 шт.) и СГПФ-159-3 (32,3 шт.) при среднем значении по питомнику 33,8 шт. Во второй г.п. семян в головке образовалось больше (в среднем 41,1 шт.), максимальное их количество отмечали у популяции СГПФ-159-3 (50,3 шт.).

В оба года установлена корреляционная зависимость завязываемости семян от суммы активных температур (выше 10 °С) ( $r = -0,62$  и  $r = -0,61$ ,  $p \leq 0,01$ ) и от количества выпавших осадков ( $r = -0,77$  и  $r = -0,41$ ,  $p \leq 0,01$ ) в период «цветение–созревание». Общее количество семян в головке также зависело от указанных факторов ( $r = -0,70$  и  $r = -0,51$ ;  $r = -0,83$  и  $r = -0,45$  соответственно,  $p \leq 0,01$ ).



**Рисунок 3 – Доля завязываемости семян в головках селекционных популяций клевера лугового**

Обсеменённость головок в первый г.п. достигала 18,5 (ГПР-32-2Ф1) – 35,3 % (П-15), при показателях Дымковского 32,3 % ( $НСР_{05} = 5,5$  %). Во второй г.п. она была выше и составила 27,9 (ГПФ-86-3) – 44,1 % (СГПФ-159-3), с достоверным превышением над стандартом (37,8 %) популяции СГПФ-159-3 (+6,3 %). Сумма активных температур и количество осадков в межфазный период «цветение–созревание» также значимо повлияли на обсеменённость головок ( $r = -0,67$  и  $r = 0,16$ ;  $r = -0,77$  и  $r = 0,39$ ,  $p \leq 0,01$ ) и соответственно количество выполненных семян в головках ( $r = -0,75$  и  $r = -0,34$ ;  $r = -0,83$  и  $r = -0,31$ ,  $p \leq 0,01$ ). Подобные результаты получены Зарьяновой З. А. и Золотарёвым В. Н. [9, 15].

В 2021 г. в результате наиболее благоприятных погодных условий для опыления клеверов завязываемость семян увеличилась на 7,7–10,0 %, а обсеменённость головок на 8,8–9,4 % вследствие чего был получен более высокий урожай семян у селекционных популяций клевера лугового.

В среднем за два года популяции П-15 и СГПФ-159-3 обладали лучшей завязываемостью семян в головке (39,0 и 32,4 %) и обсеменённостью головок (42,0 и 37,7 %), а соответственно наибольшим количеством семян в головке (37,2 и 41,3 шт. соответственно).

Масса 1000 семян также зависела от погодных условий в межфазный период «цветение–созревание». В 2020 г. семена благодаря достаточному увлажнению ( $ГТК = 1,9$ ) были более крупными и выполненными, со средней массой 1000 семян – 1,74 г. В более засушливый период формирования и созревания семян 2021 г. ( $ГТК = 1,3$ ) средняя масса 1000 семян составила 1,55 г, семена отличались меньшей крупностью и были более щуплыми. Селекционные популяции П-15 и СГПФ-159-3, имеющие хорошую завязываемость семян и обсеменённость головок, отличались также высокой массой 1000 семян в среднем за два года (1,68 и 1,74 г соответственно).

### Выводы

Таким образом, по результатам двух лет изучения семенной продуктивности и показателей плодоношения у селекционных популяций клевера лугового выделены наиболее перспективные:

– П-15 и ГПР-32-2Ф1, обеспечившие наибольший уровень урожайности семян (2,14 и 1,99 ц/га) в среднем за два года пользования, что достоверно выше стандарта Дымковский на 0,56 и 0,41 ц/га ( $НСР_{05} = 0,39$  ц/га).



– П-15 с наибольшими параметрами головки (длиной – 2,25 см и шириной – 2,49 см) и плотностью головки (9,9 шт./мм), завязываемостью семян (39,0 %), обсеменённостью головок (32,4 %), количеством семян в головке (37,2 шт.) и массой 1000 семян (1,68 г);

– СГПФ-159-3 с хорошей завязываемостью и обсеменённостью (42,0 и 37,7 %), количеством семян (41,3 шт.), в том числе выполненных (37,1 шт.), а также массой 1000 семян (1,74 г).

Полученные результаты позволяют использовать выделенные селекционные популяции в качестве источников повышенной семенной продуктивности в дальнейшей селекционной работе по созданию новых сортов клевера лугового.

### Литература

1. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Новые сорта кормовых культур и технологии для сельского хозяйства России // Кормопроизводство. 2021. № 6. С. 22–26.
2. Косолапов В. М., Костенко С. И., Пилипко С. В. Направления и задачи селекции кормовых трав в России // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 2. С. 21–24. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10205.
3. Солодка Л. А., Лапотышкина Л. И., Агафодорова М. Н., Косолапов В. М. Методы биотехнологии для создания кислотоустойчивых образцов клевера лугового с повышенной семенной продуктивностью // Кормопроизводство. 2022. № 6. С. 22–26.
4. Бурцева Н. И., Молоканцева Е. И. Получение семян клевера лугового в Нижнем Поволжье при орошении // Аграрный вестник Урала. 2021. № 08 (211). С. 2–10. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-211-08-2-10.
5. Акманаев Э. Д. Формирование урожайности одноукосного и двухукосного клевера лугового в зависимости от агрометеорологических условий // Пермский аграрный вестник. 2018. № 3 (23). С. 30–34.
6. Касаткина Н. И., Нелюбина Ж. С. Семенная продуктивность клевера лугового тетраплоидного в зависимости от способа и срока уборки // Вестник НГАУ. 2016. № 3 (40). С. 13–18.
7. Новосёлов М. Ю., Дробышева Л. В., Матвеева О. С., Зятчина Г. П., Старшинова О. А., Однорова А. А., Засименко Е. М. Современные подходы в селекции клевера лугового для кормопроизводства России // Земледелие. 2014. № 2. С. 43–46.
8. Касаткина Н. И. Формирование семенной продуктивности клевера лугового тетраплоидного в зависимости от технологических приёмов // Вестник НГАУ. 2017. № 2 (43). С. 32–40.
9. Зарьянова З. А., Кирюхин С. В. Параметры отбора перспективного материала для селекции клевера лугового в условиях Центрально-Чернозёмного региона РФ // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 3 (35). С. 128–133. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11195.
10. Тормозин М. А., Нагибин А. Е., Зырянцева А. А. Ценные по ряду признаков образцы клевера лугового на Урале // Аграрный вестник Урала. 2018. № 10 (177). С. 16–22. DOI: 10.32417/article\_5c1a8b6bd0d3a0.35414551.
11. Новосёлов М. Ю., Дробышева Л. В., Старшинова О. А., Рекашус Э. С., Однорова А. А. Изучение различных агроприемов для повышения семенной продуктивности тетраплоидного клевера лугового // Кормопроизводство. 2019. № 11. С. 32–36.
12. Золотарёв В. Н., Косолапов В. М., Переpravо Н. И. Состояние травосеяния и перспективы развития семеноводства многолетних трав в России и Волго-Вятском регионе // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 1 (56). С. 28–34.
13. Донских Н. А., Уманец М. С. Сравнительная оценка семенной продуктивности сортов клевера лугового в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2021. № 3 (64). С. 15–23. DOI: 10.24412/2078-1318-2021-3-15-23.
14. Спиридонова А. М. Семенная продуктивность клевера лугового различных сортов // Сборник трудов Международной конференции «Современные тенденции в сельском хозяйстве». Казань: ИП Синяев Д. Н., 2014. С. 119–121.
15. Золотарёв В. Н. Сопряжённость семенной продуктивности клевера лугового с полеганием травостоя // Адаптивное кормопроизводство. 2022. № 1. С. 13–25. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2022-1-13-25.
16. Зарьянова З. А. Повышение урожайности семян клевера лугового за счёт активизации лётно-опылительной деятельности пчёл // Адаптивное кормопроизводство. 2020. № 3. С. 12–24. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2020-3-12-24.

17. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ВНИИК, 1997. 197 с.
18. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур // Под ред. Федина М. А. М.: Колос, 1985. 269 с.
19. Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера // Под ред. Шамсутдинова З. Ш., Новосёловой А. С., Бекузаровой С. А. М.: ВНИИК, 2002. 72 с.
20. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1968. 336 с.
21. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Trifolium* L. // Сост. Ужик М., Мухина Н. [и др.]. Л.: ВИР, 1983. 30 с.
22. Корелина В. А. Влияние абиотических факторов на семенную продуктивность клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) в условиях субарктической зоны РФ // Адаптивное кормопроизводство. 2019. № 2. С. 40–47. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2019-2-40-47.
23. Антонов В. И., Ларетин Н. А., Волкова Т. И. Эффективность опыления пчёлами клевера лугового // Кормопроизводство. 2016. № 4. С. 34–38.
24. Касаткина Н. И., Нелюбина Ж. С., Фатыхов И. Ш. Длительность использования семенных травостоев многолетних бобовых трав // Известия ТСХА. 2021. № 4. С. 51–62. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-4-51-62.
25. Зарьянова З. А. Семенная продуктивность сортов клевера лугового различного типа спелости в условиях северной части Центрально-Чернозёмного региона // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 2. С. 108–115.
26. Полюдина Р. И. Клевер в Сибири. Монография. Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. 348 с.

### References

1. Kosolapov V. M., Chernyavskikh V.I., Kostenko S.I. New varieties of forage crops and technologies for Russian agriculture // Kormoproizvodstvo. 2021. No. 6. P. 22–26.
2. Kosolapov V.M., Kostenko S.L., Pilipko S.V. Directions and tasks of breeding of forage grasses in Russia // Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2018. Vol. 32. No. 2. P. 21–24. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10205.
3. Solodkaya L. A., Lapotyshkina L. I., Agafodorova M. N., Kosolapov V. M. Biotechnology in the breeding of acid-resistant red clover with high seed productivity // Kormoproizvodstvo. 2022. No. 6. P. 22–26.
4. Burtseva N. I., Molokantseva E. I. Obtaining seeds of meadow clover in the Lower Volga region under irrigation // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 08 (211). P. 2–10. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-211-08-2-10.
5. Akmanayev E. D. Yield formation of single- and double crop red clover depending on agrometeorological conditions // Perm Agrarian Journal. 2018. No. 3 (23). P. 30–34.
6. Kasatkina N. I., Neliubina Zh. S. Seed productivity of tetraploid giant clover in dependence on the way and time of harvesting // Vestnik NGAU. 2016. No. 3 (40). P. 13–18.
7. Novoselov M. Yu., Drobysheva L. V., Matveeva O. S., Zyatchina G. P., Starshinova O. A., Odnovorova A. A., Zashimenko E. M. Current approaches in breeding of red clover for Russian fodder production // Zemledelie. 2014. No. 2. P. 43–46.
8. Kasatkina N. I. Seed productivity of tetraploid red clover in dependence on technological means // Vestnik NGAU. 2017. No. 2 (43). P. 32–40.
9. Zar'yanova Z. A., Kiryukhin S. V. Parameters of selection of promising material for breeding red clover in the conditions of the Central Black Earth region of the Russian Federation // Legumes and Groat Crops. 2020. No. 3 (35). P. 128–133. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11195.
10. Tormozin M. A., Nagibin A. E., Zyryantseva A. A. Valuable on a number of grounds samples of red clover in the Urals // Agrarian Bulletin of the Urals. 2018. No. 10 (177). P. 16–22. DOI: 10.32417/article\_5c1a8b6bd0d3a0.35414551.
11. Novoselov M. Yu., Drobysheva L. V., Starshinova O. A., Rekashev E. S., Odnovorova A. A. Cultivation practices improving seed productivity of tetraploid red clover // Kormoproizvodstvo. 2019. No. 11. P. 32–36.
12. Zolotarev V. N., Kosolapov V. M., Perepravo N. I. The state of grass cultivation and prospects of development of seed production of perennial grasses in Russia and in the Volga-Vyatka region // Agricultural Science Euro-North-East. 2017. No. 1 (56). P. 28–34.
13. Donskikh N. A., Umanets M. S. Comparative assessment of seed productivity of meadow clover varieties in the conditions of the Leningrad region // Izvestiya of Saint-Petersburg State Agrarian University. 2021. No. 3 (64). P. 15–23. DOI: 10.24412/2078-1318-2021-3-15-23.
14. Spiridonova A. M. Seed productivity of meadow clover of various varieties // Proceedings of the International Conference “Modern Trends in Agriculture”. Kazan: IP Sinyaev D. N., 2014 P. 119–121.

15. Zolotarev V. N. Conjugacy of seed productivity meadow clover with herbage lodging // Adaptive Fodder Production. 2022. No. 1. P. 13–25. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2022-1-13-25.
16. Zaryanova Z. A. Increasing the yield of red clover sees due to activating the pollination function of bees // Adaptive Fodder Production. 2020. No. 3. P. 12–24. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2020-3-12-24.
17. Methodological guidelines for conducting field experiments with forage crops. Moscow: VNIIC, 1997. 197 p.
18. Methodology of State variety testing of agricultural crops // Ed. by Fedin M. A. Moscow: Kolos, 1985. 269 p.
19. Methodological guidelines for the selection and primary seed production of clover // Ed. by Shamsutdinov Z. S., Novoselova A. S., Bekuzarova S. A. Moscow: VNIIC, 2002. 72 p.
20. Dospikhov B. A. Methods of field research. Moscow: Kolos, 1968. 336 p.
21. Wide unified classifier of CMEA of the genus *Trifolium* L. // Compilers Uzhik M., Mukhina N. [et al.]. Leningrad: VIR, 1983. 30 p.
22. Korelina V. A. Influence of abiotic factors on seed productivity of red clover (*Trifolium pratense* L.) in subarctic conditions of the Russian Federation // Adaptive Fodder Production. 2019. No. 2. P. 40–47. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2019-2-40-47.
23. Antonov V. I., Laretin N. A., Volkova T. I. Efficiency of red clover pollination by bees // Kormoproizvodstvo. 2016. No. 4. P. 34–38.
24. Kasatkina N. I., Nelyubina Zh. S., Fatykhov I. Sh. Duration of seed grass-stand use of perennial leguminous grasses // Izvestiya of TAA. 2021. No. 4. P. 51–62. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-4-51-62.
25. Zaryanova Z. A. Seed productivity of varieties of meadow clover of various maturity in the conditions of northern part of Central Black Earth region of the Russian Federation // Legumes and Groat Crops. 2012. No. 2. P. 108–115.
26. Polyudina R. I. Clover in Siberia. Monograph. Novosibirsk: SFSCA RAS, 2017. 348 p.

UDC 633.321:631.559

Shikhova I. V., Arzamasova E. G., Popova E. V.

#### **STUDY OF *TRIFOLIUM PRATENSE* L. BREEDING POPULATIONS SEED PRODUCTIVITY UNDER CONDITIONS OF THE KIROV REGION**

**Summary.** *To meet the needs of production, it is necessary to create high-quality varieties of red clover that have fodder value, as well as seed productivity. The purpose of the research was to study seed yield and fruiting indicators of breeding populations of red clover in the Nursery for Assessing Seed Productivity and identify the most promising ones. The object of the research – six populations of various breeding origin; standard – zoned variety ‘Dymkovsky’. During the growing season, weather conditions were contrasting (2020 was moderately warm with sufficient moisture supply; 2021 – warm and hot with rare precipitation), which affected the quality of seed material. For two years of research (2020–2021), the following breeding populations were identified: by seed yield – ‘P-15’ (2.14 centners per hectare) and ‘GPR-32-2F1’ (1.99 centners per hectare), which significantly exceeded the standard values (1.58 centners per hectare,  $LSD_{05} = 0.39$  centners per hectare); by fruiting parameters – ‘P-15’ and ‘SGPF-159-3’ with good seed setting (39.0 and 42.0 %), inflorescence seeding (32.4 and 37.7 %), the number of seeds in the head (37.2 and 41.3 pcs.) and 1,000 seeds weight (1.68 and 1.74 g). During both years of use, in the “flowering–ripening” period, we revealed a correlation dependence between the yield and average air temperature ( $r = -0.74$  and  $r = 0.68$ ,  $p \leq 0.1$ ), as well as between the yield and amount of precipitation ( $r = 0.61$  and  $r = 0.54$ ,  $p \leq 0.1$ ). In addition, during the specified interphase period, a negative correlation was established between the seed setting in the heads and sum of active temperatures (above 10 °C) ( $r = -0.62$  and  $r = -0.61$ ,  $p \leq 0.1$ ), as well as between the seed setting in the heads and the amount of precipitation ( $r = -0.77$  and  $r = -0.41$ ,  $p \leq 0.1$ ). The isolated populations will be used in further breeding work as sources of increased seed productivity.*

**Keywords:** red clover (*Trifolium pratense* L.), breeding population, weather conditions, yield, fruiting indicators, head seeding, correlation coefficient.

Шихова Ирина Витальевна, младший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства многолетних трав, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого»; г. Киров, ул. Ленина, 166 а, 610007, Россия; e-mail: travy@fanc-sv.ru.

Арзамасова Екатерина Геннадьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией селекции и первичного семеноводства многолетних трав ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого»; г. Киров, ул. Ленина, 166 а, 610007, Россия; e-mail: travy@fanc-sv.ru.

Попова Евгения Валериевна, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства многолетних трав ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого»; г. Киров, ул. Ленина, 166 а, 610007, Россия; e-mail: travy@fanc-sv.ru.

Shikhova Irina Vitalievna, junior researcher, Laboratory of breeding and primary seed growing of perennial grasses, FSBSI “Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky”; 166 a, Lenin str., Kirov, 610007, Russia; e-mail: travy@fanc-sv.ru.

Arzamasova Ekaterina Gennadievna, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher, head of the Laboratory of breeding and primary seed growing of perennial grasses, FSBSI “Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky”; 166 a, Lenin str., Kirov, 610007, Russia; e-mail: travy@fanc-sv.ru.

Popova Evgenia Valeryevna, Cand. Sc. (Agr.), researcher, Laboratory of breeding and primary seed growing of perennial grasses, FSBSI “Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky”; 166 a, Lenin str., Kirov, 610007, Russia; e-mail: travy@fanc-sv.ru.

*Дата поступления в редакцию – 22.02.2023.*

*Дата принятия к печати – 01.04.2023.*