


<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.47-56>

УДК 633.321:631.526.32:631.559 (470.1)

## Оценка семенной продуктивности сложногибридных популяций клевера лугового

© 2021. И. В. Шихова , Е. В. Попова, Е. Г. Арзамасова

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

В условиях Кировской области изучена урожайность семян четырех сложногибридных популяций (СГП) клевера лугового, в том числе сформированных на инфекционном фузариозном фоне (СГПФ). Исследования проводили в питомнике оценки семенной продуктивности 2017 года посева в сравнении со стандартом (ст.) Дымковский за 2 года пользования (г. п.). Дана характеристика СГП и СГПФ по зимостойкости, наступлению вегетационных фаз развития, высоте растений, структуре семенного травостоя, урожайности и качеству семенного материала. Все изученные популяции были продуктивнее стандарта (1,97 ц/га). Достоверно высокая урожайность семян в среднем за 2 года отмечена у СГПФ-158-3 – 2,48 ц/га, СГП-188 – 2,32 ц/га, СГПФ-157-3 – 2,16 ц/га. По показателям плодоношения в 2019 году выделена СГПФ-158-3 с головками небольшого размера, но при этом отличающаяся наибольшим количеством цветков и семян (132,2 и 77,4 шт. соответственно), хорошей обсемененностью (58,8 %) и высокой массой семян с головки (0,153 г). Также высокие показатели были получены у популяций СГПФ-157-3 и СГПФ-160-3. Выявлена сильная корреляционная зависимость между урожайностью семян и показателями плодоношения: количеством цветков в головке ( $r = 0,92$ ); общим количеством семян в головке ( $r = 0,92$ ); количеством выполненных семян в головке ( $r = 0,94$ ); обсемененностью головки ( $r = 0,90$ ); общей массой семян в головке ( $r = 0,85$ ); массой выполненных семян в головке ( $r = 0,87$ ). Отмечена тесная положительная корреляция между значением гидротермического коэффициента (ГТК) и длиной ( $r = 0,86$ ), шириной ( $r = 0,86$ ) головки клевера лугового в межфазный период «отрастание-начало цветения». Установлено, что средняя дневная температура воздуха и сумма эффективных температур в период «начало цветения-созревание» положительно влияют на показатели плодоношения: «обсемененность головок» ( $r = 0,97$  и  $r = 0,87$ ) и «количество семян в головке» ( $r = 0,95$  и  $r = 0,89$  соответственно). В этот же межфазный период выявлена тесная отрицательная зависимость указанных показателей плодоношения от значений ГТК ( $r = -0,95$  и  $r = -0,94$ ). Определяя посевные качества семян урожая 2019 года и установили, что весь семенной материал соответствует категории «оригинальные и элитные семена». В результате проведенных исследований выделили популяции клевера лугового СГПФ-158-3, СГП-188 и СГПФ-157-3, превосходящие ст. Дымковский по семенной продуктивности (на 0,51; 0,35 и 0,19 ц/га соответственно,  $НСР_{05} = 0,12$  ц/га) и показателям плодоношения.

**Ключевые слова:** урожайность семян, структура семенного травостоя, показатели плодоношения, посевные качества, корреляционная связь

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № 0528-2019-0098).

Авторы благодарят рецензентов за вклад в экспертную оценку работы.

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Шихова И. В., Попова Е. В., Арзамасова Е. Г. Оценка семенной продуктивности сложногибридных популяций клевера лугового. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(1):47-56.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.47-56>

Поступила: 06.05.2020 Принята к публикации: 25.01.2021. Опубликовано онлайн: 22.02.2021

## Assessment of seed productivity of complex hybrid populations of red clover

© 2021. Irina V. Shikhova , Evgenia V. Popova, Ekaterina G. Arzamasova

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

In the conditions of the Kirov region, the productivity of seeds of four complex hybrid populations (SGP) of red clover was studied, including those formed against an infectious fusarium background (SGPF). The research was carried out in the nursery for evaluating the seed productivity of 2017 sowing in comparison with the standard (st.) Dymkovsky for 2 years of use (y.u.). The characteristics of the SGP and SGPF according to winter hardiness, the start of vegetation phases of development, plant height, structure of seedgrass stand, yield and quality of seed material are given. All studied varieties were more productive

than the standard (1.97 c/ha). Reliably high seed yield on average for 2 years was shown by SGPF-158-3 – 2.48 c/ha, SGP-188 – 2.32 c/ha, SGPF-157-3 – 2.16 c/ha. According to fruiting indicators, in 2019 SGPF-158-3 with small heads, but with the largest number of flowers and seeds (132.2 and 77.4 pcs., respectively), good seediness (58.8 %) and high seed weight per head (0.153 g) was selected. Also, high rates were noted in the populations of SGPF-157-3 and SGPF-160-3. A strong correlation between seed yield and fruiting rates was revealed: the number of flowers in the head ( $r = 0.92$ ), the total number of seeds in the head ( $r = 0.92$ ), the number of filled seeds in the head ( $r = 0.94$ ), the seediness of the head ( $r = 0.90$ ), the total weight of seeds in the head ( $r = 0.85$ ), the mass of filled seeds in the head ( $r = 0.87$ ). A close positive correlation was noted between the hydrothermal coefficient (HTC) value and length ( $r = 0.86$ ), width ( $r = 0.86$ ) of the red clover head during the intergrowth period “regrowth - the beginning of flowering”. It has been established that the average daily air temperature and the sum of effective temperatures during the “beginning of flowering - ripening” period have a positive effect on the fruiting performance: “seediness of the heads” ( $r = 0.97$  and  $r = 0.87$ ) and “the number of seeds in the head” ( $r = 0.95$  and  $r = 0.89$ , respectively). In the same interphase period, a close negative dependence of the indicated fruiting indices on the HTC values was revealed ( $r = -0.95$  and  $r = -0.94$ ). The sowing qualities of the seeds of the 2019 harvest were determined; it was found that all seed material corresponds to the category of “original and elite seeds”. As the result of the research, the populations of red clover SGPF-158-3, SGP-188 and SGPF-157-3, superior to st. Dymkovsky on seed productivity (by 0.51; 0.35 and 0.9 c/ha, respectively,  $LSD_{05} = 0.12$  c/ha) and fruiting indicators, were selected.

**Keywords:** seed yield, seed grass stand structure, fruiting rates, sowing qualities, correlation relationship

**Acknowledgement:** the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No.0528-2019-0098).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

**Conflict of interest:** the authors stated no conflict of interest.

**For citations:** Shikhova I. V., Popova E. V., Arzamasova E. G. Assessment of seed productivity of complex hybrid populations of red clover. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(1):47-56. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.47-56>

Received: 06.05.2020

Accepted for publication: 25.01.2021

Published online: 22.02.2021

Нечерноземная зона России является одной из ведущих регионов по посеву многолетних бобовых трав, которые составляют основу системы земледелия [1, 2]. Лидирующие позиции в получении высокопитательных и недорогих кормов занимает клевер луговой [3]. Почвенно-климатические условия зоны позволяют успешно возделывать и получать высокие урожаи кормовой массы и семян клевера. Очень важным для эффективного возделывания клевера является обеспечение производства качественными селекционными сортами. При соблюдении технологии возделывания новых сортов возможно получить прибавку урожайности семян на 25-30 % [4, 5, 6]. Создаваемые сорта должны иметь высокую семенную продуктивность, позволяющую быстро размножить и длительно использовать их в сельском хозяйстве [7].

Оценку селекционного материала на высокую семенную продуктивность необходимо проводить по комплексу хозяйственно ценных признаков: зимостойкости, структуре семенного травостоя, показателям плодоношения. Выделенные в процессе работы перспективные популяции должны обладать пластичностью, чтобы обеспечить стабильную продуктивность по годам. Для увеличения семенной продуктивности клевера лугового при создании новых сортов необходимо использовать совре-

менные методы генетики и селекции. Исследования должны проводиться по всем направлениям, позволяющим получать высокоурожайные, адаптивные к различным условиям произрастания сорта для обеспечения животноводства высокобелковыми кормами [8, 9].

**Цель исследований** – оценить сложногобридные популяции клевера лугового и выделить перспективные с высокой семенной продуктивностью в условиях Кировской области.

**Материал и методы.** Исследования проводили в 2017-2019 гг. на экспериментальном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. В питомнике оценки семенной продуктивности изучали урожайность семян четырёх популяций в сравнении со ст. Дымковский. Три сложногобридные популяции СГПФ-158-3, СГПФ-157-3 и СГПФ-160-3 ранее сформированы в питомнике поликросса на долговечность из выделенных по результатам трех циклов отбора биотипов на инфекционном фузариозном фоне. Гибридная популяция СГП-188 получена путем отбора высокопродуктивных биотипов с коротким периодом цветения, устойчивых к местным почвенно-климатическим условиям из сложногобридных популяций, созданных во ВНИИ кормов. Популяции СГПФ-158-3, СГПФ-157-3 и СГПФ-160-3 относятся к раннеспелому типу, СГП-188 и ст. Дымковский – к среднеспелому.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Агрохимические показатели пахотного слоя: рН<sub>KCl</sub> – 4,4; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 132 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 144 мг/кг (по Кирсанову), содержание гумуса – 2,27 % (по Тюрину).

Посев весенний беспокровный. Площадь делянок 30 м<sup>2</sup>. В качестве экрановой изоляции высевали тимофеевку луговую. Уборку проводили напрямую селекционным комбайном.

Закладку питомника, фенологические наблюдения и учеты проводили в соответствии с методиками<sup>1</sup>.

Полученные статистические данные обрабатывали методом дисперсионного анализа<sup>2</sup> и парного корреляционно-регрессионного анализа с использованием пакета селекционно-ориентированных программ AGROS v. 2.07 и программы Microsoft Exce l2010.

В годы изучения метеорологические условия различались по количеству тепла и влаги. Vegetационный период 2018 года (с 28 апреля по 1 сентября) характеризовался прохладной весной и теплым летом с достаточным увлажнением. В этот период ГТК составил 1,73, сумма эффективных температур

воздуха – 1699 °С, среднесуточная температура воздуха – 15,4 °С, осадков выпало 294 мм. 2019 год, несмотря на тёплую погоду мая (температура воздуха выше нормы на 2,8 °С), отличался прохладным летним периодом с умеренным количеством осадков. Для этого вегетационного периода (с 22 апреля по 29 августа) характерно: ГТК – 1,48, сумма эффективных температур воздуха – 1688 °С, среднесуточная температура воздуха – 14,4 °С, количество осадков – 249 мм.

**Результаты и их обсуждение.** Перезимовка клеверов проходила в нормальных условиях, весеннее состояние травостоев оценено как удовлетворительное. Отрастание растений в 2018 г. отмечено 28 апреля – на 6-8 суток позднее обычных сроков, это связано с вновь выпавшим снегом (21-22 апреля), в 2019 г. – 22 апреля (благодаря рано установившейся теплой погоде). Зимостойкость всех популяций в 1 г. п. была высокой 85-95 % (табл. 1), во 2 г. п. у СГП-188 и ст. Дымковский зимостойкость снизилась до 59-65 %, что соответствует средним значениям, у остальных популяций находилась в пределах 76-84 %.

**Таблица 1 – Биологическая характеристика сложного гибридных популяций клевера лугового в питомнике оценки семенной продуктивности 2017 г. посева / Table 1 – Biological characteristics of complex hybrid populations of red clover in the nursery for assessing seed productivity of 2017 sowing**

Популяция / Population	Зимостойкость, % / Winter hardiness, %		Дата наступления фенологической фазы / Date of the beginning of phenological phase				Продолжительность межфазного периода, сут / The duration of the interphase period, days			
			цветение / flowering		созревание / ripening		начало отрастания-цветение / start of regrowth-flowering		начало отрастания-созревание / start of regrowth-ripening	
	1 з.п. / 1 y.u.	2 з.п. / 2 y.u.	1 з.п. / 1 y.u.	2 з.п. / 2 y.u.	1 з.п. / 1 y.u.	2 з.п. / 2 y.u.	1 з.п. / 1 y.u.	2 з.п. / 2 y.u.	1 з.п. / 1 y.u.	2 з.п. / 2 y.u.
СГПФ-158-3 / SGPF-158-3	95	76	05.07	29.06	26.08	25.08	68	68	121	125
СГПФ-157-3 / SGPF-157-3	95	82	05.07	29.06	24.08	25.08	68	68	119	125
СГПФ-160-3 / SGPF-160-3	93	84	05.07	30.06	27.08	27.08	68	69	122	127
СГП-188 / SGP-188	93	65	08.07	02.07	26.08	28.08	71	71	121	128
Дымковский-ст. / Dymkovsky-st.	85	59	10.07	13.07	01.09	29.08	73	82	127	129

<sup>1</sup>Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ВНИИК, 1997. 197 с.; Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 269 с.; Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера. М.: ВНИИК, 2002. 72 с.; Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Trifolium* L. Л.: ВИР, 1983. 30 с.

<sup>2</sup>Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Скорость роста и развития растений в большей степени зависит от теплообеспеченности вегетационного периода. В 2018 г. фаза цветения раннеспелых популяций наступила 5 июля, СГП-188 зацвела позднее на 3 сут, ст. Дымковский – на 5 сут, это обусловлено тем, что они относятся к более позднеспелому типу. 2019 г. отличался тёплой погодой мая и июня с достаточным увлажнением, это ускорило развитие трав, фаза цветения отмечена 29-30 июня у селекционных популяций СГПФ-158-3, СГПФ-157-3 и СГПФ-160-3, у СГП-188 – 2 июля, ст. Дымковский – 13 июля, когда наступили более благоприятные погодные условия для цветения среднеспелого сорта. Межфазный период «начало цветения-созревание» в 2018 г. варьировал от 49 (СГП-188) до 53 сут (СГПФ-160-3, ст. Дымковский). В 2019 г. этот период у всех популяций составил 57 сут, у стандарта сократился до 48 сут. Сумма эффективных температур воздуха в этот период составила 961 °С (1 г. п.) и 815 °С (2 г. п.), что повлияло на продолжительность созревания травостоев. В первый год более раннее созревание семян отмечено

у СГПФ-157-3 (24 августа), через 2-3 сут были готовы к уборке остальные селекционные популяции, ст. Дымковский – 1 сентября. На второй год созревание семян наблюдали в эти же сроки (с 25 по 29 августа). Более продолжительным (на 2-7 сут) вегетационный период отмечен у растений 2 г. п., это связано с менее благоприятными метеорологическими условиями летнего периода 2019 г.: в июле и августе было значительно холоднее, чем в эти же месяцы 2018 г., температура воздуха была ниже нормы на 1,8-2,2 °С.

Метеорологические условия также значительно влияли на высоту травостоев. В сырой и тёплый 2018 год высота растений перед уборкой на семена достигала у ст. Дымковский 133,2 см, изучаемые популяции были ниже на 6,6-23,8 см (табл. 2). В прохладный с умеренным увлажнением 2019 год у всех популяций и стандарта наблюдалось уменьшение высоты растений на 20-40 %, но в сравнении со ст. Дымковский (80,4 см) все популяции были более высокорослыми (84,6-102,2 см). Выделена перспективная СГПФ-160-3 (+22,4 см к ст.).

*Таблица 2 – Хозяйственно-биологическая характеристика сложного гибридных популяций клевера лугового в питомнике оценки семенной продуктивности (посев 2017 г.) /*

*Table 2 – Economic and biological characteristics of complex hybrid populations of red clover in a nursery for assessing seed productivity (2017 sowing)*

Популяция / Population	Высота растений, см / Plant height, cm		Урожайность семян, ц/га / Seed productivity, c/ha				
	1 г.п. / 1 y.u.	2 г.п. / 2 y.u.	1 г.п. / 1 y.u.	2 г.п. / 1 y.u.	среднее за 2 года / average for 2 years	± к ст. / ± to st.	%
СГПФ-158-3 / SGPF-158-3	126,6	84,6	3,23*	1,72*	2,48*	+0,51	125,89
СГП-188/ SGP-188	118,8	99,4	3,32*	1,32*	2,32*	+0,35	117,77
СГПФ-157-3 / SGPF-157-3	109,4	90,8	2,87*	1,45*	2,16*	+0,19	109,64
СГПФ-160-3 /SGPF-160-3	123,8	102,8	2,73*	1,38*	2,06	+0,09	104,57
Дымковский-ст. / Dymkovsky-st.	133,2	80,4	3,05	0,89	1,97	-	-
HCP <sub>05</sub> /LSD <sub>05</sub>	-	-	0,14	0,12	0,12	-	-

\* достоверно к стандарту (P≥0,95) / \* reliable to standard (P≥0.95)

Семенная продуктивность клеверов сильно зависела от дневной температуры воздуха, а также влагообеспеченности в период цветения травостоя. Тёплая, солнечная погода и достаточное количество осадков в июле 2018 г. (среднесуточная дневная температура воздуха – 24,7 °С, сумма осадков –

114,2 мм, ГТК – 1,78) в большей степени благоприятствовали формированию урожая семян клевера, чем условия 2019 г., когда период цветения травостоев отличался низкими температурами воздуха в июле (-2,2 °С от нормы) и дефицитом осадков (58,1 мм). В 1 г. п. популяции СГП-188 и СГПФ-158-3

с урожайностью семян 3,32 и 3,23 ц/га достоверно превзошли ст. Дымковский на 0,27 и 0,18 ц/га ( $НСР_{05} = 0,14$  ц/га). Установлено, что с возрастом травостоев наблюдается тенденция к снижению семенной продуктивности [10]. В наших исследованиях во 2 г. п., несмотря на снижение урожайности к уровню первого года, все популяции были урожайнее сорта-стандарта. В среднем за два года исследований три популяции (СГПФ-158-3, СГП-188, СГПФ-157-3) достоверно превзошли стандарт по урожайности семян.

Все изучаемые сложногобридные популяции превосходили ст. Дымковский по показателям плодоношения: количество цветков в головке; количество семян в головке; обсеменённость; масса семян с 1 головки (табл. 3). По размерам головки выделена популяция СГПФ-160-3. У СГПФ-158-3 отмечена короткая и неширокая головка, но с наибольшим

количеством цветков и семян, высокой обсеменённостью и массой семян с головки. Популяция СГП-188 незначительно уступала другим сортам по изучаемым показателям. Раннеспелые популяции отличались большим количеством цветков в головке (от 126,3 до 132,2 шт.), общим количеством семян в головке (от 71,8 до 77,4 шт.) и нормально развитых семян (от 66,4 до 73,2 шт.), лучшей обсеменённостью головок (от 54,7 до 58,5 %), общей массой семян с 1 головки (от 0,132 до 0,153 г) и массой выполненных семян с головки (от 0,128 до 0,148 г). Выделены популяции СГПФ-158-3, СГПФ-157-3 и СГПФ-160-3 с высокой семенной продуктивностью и показателями плодоношения. Лучшая урожайность семян отмечена у СГПФ-158-3 (+0,83 ц/га к ст.), она определялась большим количеством цветков в головке, количеством семян и хорошей обсеменённостью головок.

*Таблица 3 – Показатели плодоношения сложногобридных популяций клевера лугового (питомник оценки семенной продуктивности, посев 2017 г.), 2019 г. /*

*Table 3 – Fruiting indicators of complex hybrid populations of red clover (nursery for assessing seed productivity, 2017 sowing), 2019*

Популяция / Population	Параметры головки, см / Head parameters, cm		Количество, шт. / Quantity, pcs.			Обсеменённость головок, % / Seediness of heads, %	Масса семян с 1 головки, г / The weight of seeds per 1 head, g	
	длина / length	ширина / width	цветков в головке / flowers in the head	семян в головке / seed in the head			общая / common	выполненных / completed
				общее / common	нормально развитых / normally developed			
СГПФ-158-3 / SGPF-158-3	2,28	2,13*	132,2*	77,4*	73,2*	58,8	0,153*	0,148*
СГПФ-157-3 / SGPF-157-3	2,32	2,23*	126,3*	74,3*	69,7*	58,8	0,163*	0,157*
СГПФ-160-3 / SGPF-160-3	2,45*	2,75*	131,2*	71,8*	66,4*	54,7	0,132*	0,128*
СГП-188 / SGP-188	2,38	2,34*	125,3*	57,3*	53,1*	45,7	0,104*	0,102
Дымковский-ст. / Dymkovsky-st.	2,29	2,54	114,7	43,0	37,0	37,5	0,083	0,077
НСР <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	0,12	0,12	7,1	8,5	9,4	-	0,015	0,047

\* достоверно к стандарту ( $P \geq 0,95$ ) / \* reliable to standard ( $P \geq 0,95$ )

Установлена высокая корреляционная зависимость семенной продуктивности от показателей плодоношения. Выявлено, что урожайность семян зависит от показателей «количество цветков в головке», «количество семян в головке», «обсеменённость головок», а также «масса семян в головке» (табл. 4).

Уровень семенной продуктивности зависит от метеорологических условий в периоды развития растений. В межфазный период «отрастание-начало цветения» отмечена тесная положительная корреляционная зависимость длины ( $r = 0,86$ ) и ширины ( $r = 0,86$ ) головки клевера от значений ГТК (рис. 1).

Таблица 4 – Зависимость урожайности семян сложногибридных популяций клевера лугового (Y) от показателей плодоношения (2019 г.) /

Table 4 – Dependence of seed yield of complex hybrid populations of red clover(Y) on fruiting indicators (2019)

Показатель (X) / Indicator (X)	Уравнение регрессии / Regression equation	Коэффициент корреляции с семенной продуктивностью / Coefficient of correlation with seed productivity	Коэффициент детерминации / Coefficient of determination
Количество цветков в головке, шт. / The number of flowers in the head, pcs.	$Y = -3,6533 + 0,0397436 * X$	$r = 0,92^*$	0,85
Общее количество семян в головке, шт. / The total number of seeds in the head, pcs.	$Y = 0,0969633 + 0,0193798 * X$	$r = 0,92^*$	0,86
Количество нормально развитых семян в головке, шт. / The number of normally developed seeds in the head, pcs.	$Y = 0,214046 + 0,0190039 * X$	$r = 0,94^*$	0,89
Обсеменённость головок, % / Seediness of heads, %	$Y = -0,147767 + 0,0293496 * X$	$r = 0,90^*$	0,83
Общая масса семян в 1 головке, г / The total weight of seeds in 1 head, g	$Y = 0,375734 + 7,68714 * X$	$r = 0,85^{**}$	0,73
Масса выполненных семян в 1 головке, г / The weight of filled seeds in 1 head, g	$Y = 0,38104 + 7,93268 * X$	$r = 0,87^{**}$	0,76

\* значимо при  $p \leq 0,05$ , \*\* – при  $p \leq 0,10$  / \* significantly at  $p \leq 0,05$ , \*\* – at  $p \leq 0,10$

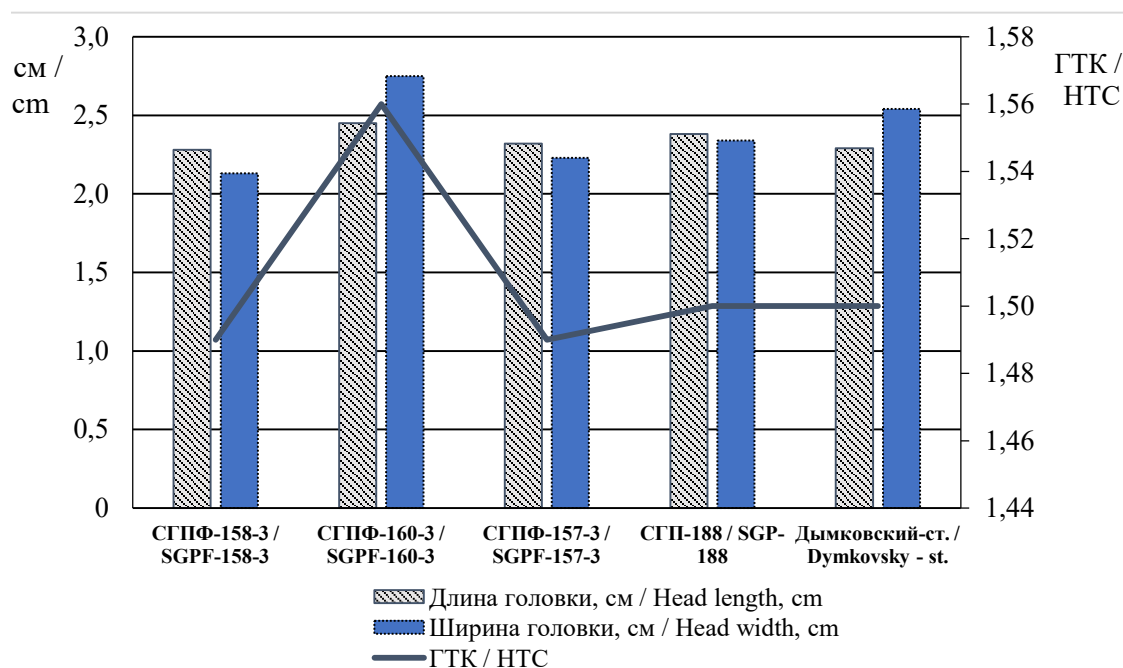


Рис. 1. Зависимость параметров головки сложногибридных популяций клевера лугового от показателя влагообеспеченности /

Fig. 1. The dependence of the parameters of the head of complex hybrid populations of red clover on the indicator of moisture availability

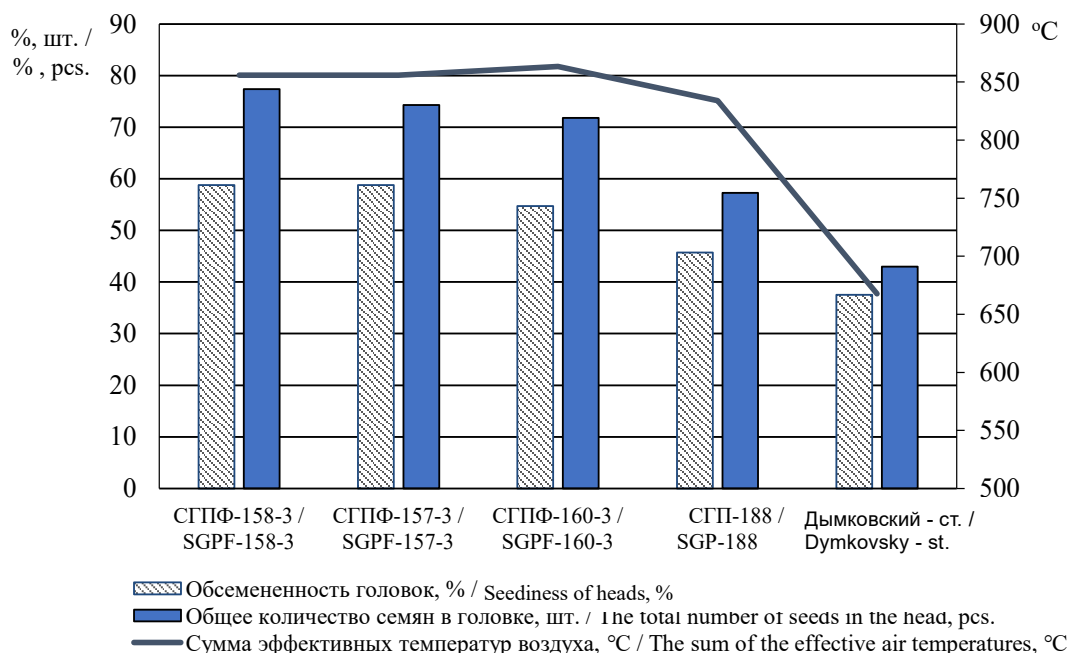
Средняя дневная температура воздуха и сумма эффективных температур в межфазный период «начало цветения-созревание» сильно влияют на показатели «обсеменённость головок» ( $r = 0,97$  и  $r = 0,87$ ) и «общее количество семян в головке» ( $r = 0,95$  и  $r = 0,89$  соответственно) (рис. 2). Также была выявлена тесная отрицательная корреляция

между указанными элементами продуктивности и ГТК в период «начало цветения-созревание» ( $r = -0,95$  и  $r = -0,94$ ).

Таким образом, в период формирования генеративных органов растения большое влияние оказывает увлажнённая территория произрастания, чрезмерное увлажнение неблагоприятно сказывается на семенной продук-

тивности. Завязывание и созревание семян зависит от оптимальной температуры воздуха,

увеличивающей лёта насекомых и интенсивность опыления головок клевера [11, 12].



**Рис. 2. Зависимость обсеменённости головок и общего количества семян в головке сложногибридных популяций клевера лугового от суммы эффективных температур воздуха / Fig. 2. The dependence of the seediness of heads and the total number of seeds in the head of complex hybrid populations of red clover on the sum of the effective air temperatures**

Определение показателей всхожести необходимо для установления количества нормально проросших семян и способности в дальнейшем образовать растение [13, 14]. Показатели качества определяли у семенного материала, полученного в 2019 г. после прохождения им периода послеуборочного дозревания (2 месяца после уборки). Лабораторная всхожесть у всех популяций была достоверно выше (94,0-97,5 %), чем у ст. Дымковский (87,5 %) (табл. 5). Согласно ГОСТу<sup>3</sup>, у семян клевера лугового всхожесть должна быть не менее 80 %, т. е. все семена изучаемых популяций и сорта-стандарта соответствовали требованиям для категории «оригинальные и элитные семена»<sup>4</sup>.

Энергия прорастания характеризует способность семян дружно и быстро прорасти. У трех популяций (СГП-188, СГПФ-158-3, СГПФ-157-3) она была на уровне стандарта.

При установлении процента лабораторной всхожести у многолетних и однолетних бобовых трав к фактически проросшим семенам

относят все твёрдые семена. Наибольшее их количество (24 %) было отмечено у популяции СГПФ-160-3. Достоверно повышенным содержанием твёрдых семян в сравнении со ст. Дымковский (12 %) отличались СГПФ-157-3 (на 3,5 %) и СГП-188 (на 3,0 %). У СГПФ-158-3 этот показатель был на уровне стандарта.

Максимальная масса 1000 семян, как показатель крупности и полновесности, отмечена у популяций СГПФ-158-3, СГПФ-160-3 и СГПФ-157-3 (2,06-2,07 г), что достоверно превышает сорт-стандарт (2,0 г). Эти же популяции выделяются по параметрам плодоношения (количество цветков в головке, количество семян в головке, обсемененность, масса семян с 1 головки) и семенной продуктивности. Между семенной продуктивностью и массой 1000 семян изучаемых сортов и ст. Дымковский выявлена корреляционная связь средней степени ( $r = 0,59$ ). Аналогичные результаты были получены З. А. Зарьяновой и С. В. Кирюхиным [15].

<sup>3</sup>ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Стандартинформ, 2011. 64 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200023365>

<sup>4</sup>ГОСТ 52325-2005 Семена сельскохозяйственных растений. Сортвые и посевные качества. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2009. 20 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200039547>

Таблица 5 – Посевные качества семян сложногибридных популяций клевера лугового (питомник оценки семенной продуктивности, посев 2017 г., учет 2019 г.) /

Table 5 – Sowing qualities of seeds of complex hybrid populations of red clover (nursery for assessing seed productivity, 2017 sowing, 2019 census)

Популяция / Population	Всхожесть, % / Germination, %	Энергия прорастания, % / Germination energy, %	В том числе твёр- дых семян, % / Including hard seeds, %	Масса 1000 семян, г / 1000 seed weight, g
СГПФ-157-3/ SGPF-157-3	97,5*	79,5	15,5*	2,07*
СГПФ-160-3/ SGPF-160-3	97,0*	68,0*	24,0*	2,06*
СГПФ-158-3/ SGPF-158-3	95,5*	78,0	12,5	2,06*
СГП-188 / SGP-188	94,0*	76,0	15,0*	1,97*
Дымковский-ст./ Dymkovsky-st.	87,5	76,5	12,0	2,00
НСР <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	5,1	3,6	2,5	0,01

\* достоверно к стандарту ( $P \geq 0,95$ ) / \*reliable to standard ( $P \geq 0,95$ )

**Выводы.** В результате проведенных исследований в питомнике оценки семенной продуктивности выделены в качестве перспективных сортов сложногибридные популяции клевера лугового СГПФ-158-3, СГПФ-157-3 и СГП-188 с урожайностью семян от 2,16

до 2,48 ц/га, превосходящие ст. Дымковский на 9,64-25,89 %. Популяции СГПФ-158-3 и СГПФ-157-3 также были лучшими по показателям плодоношения. Выявлена сильная корреляционная зависимость семенной продуктивности от показателей плодоношения.

#### Список литературы

1. Чугреев М. К., Тормосина Т. Т. Сравнительное изучение работы карпатских пчёл на опыление клевера лугового в условиях Ярославской области. Достижения науки и техники АПК. 2011;(5):70-71. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16382717>
2. Акманаев Э. Д., Багатырева А. С. Влияние абиотических условий на урожайность одноукосного и двухукосного сортов клевера лугового в Среднем Предуралье. Пермский аграрный вестник. 2017;(1(17)):12-18. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28822607>
3. Ковалевская Л. И., Бушуева В. И. Изменчивость морфологических и хозяйственно полезных признаков у клевера лугового и ее использование в селекции. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2016;(3):74-78. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenchivost-morfologicheskikh-i-hozyaystvenno-poleznyh-priznakov-u-klevera-lugovogo-i-ee-ispolzovanie-v-selektcii>
4. Зарьянова З. А., Цуканова З. Р., Кирюхин С. В. Особенности хозяйственных и биологических признаков нового сорта клевера лугового Сувенир. Зернобобовые и крупяные культуры. 2015;(3(15)):30-34. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24116415>
5. Тормозин М. А., Нагибин А. Е., Зырянцева А. А. Ценные по ряду признаков образцы клевера лугового на Урале. Аграрный вестник Урала. 2018;(10(177)):16-22. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36587109>
6. Золотарев В. Н., Косолапов В. М., Переправо Н. И. Состояние травосеяния и перспективы развития семеноводства многолетних трав в России и Волго-Вятском регионе. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017;1(56):28-34. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28318039>
7. Зарьянова З. А., Кирюхин С. В. Изучение комбинационной способности сортов и селекционных номеров клевера лугового по признаку семенной продуктивности. Вестник ОрелГАУ. 2014;(5(50)):134-139. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22612481>
8. Скалозуб О. М., Емельянов А. Н. Урожайность и посевные качества семян сортов клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) и гибридного (*Trifolium hybridum* L.) в условиях степной зоны Приморского края. Дальневосточный аграрный вестник. 2015;(4(36)):21-27. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25808991>
9. Курдакова О. В., Рекашус Э. С., Иванова С. В. Оценка исходного материала в создании нового раннеспелого сорта клевера лугового Починковец. Экология и строительство. 2018;(1):53-59. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35128523>



10. Касаткина Н. И., Нелюбина Ж. С. Продуктивность сортов клевера лугового в условиях Среднего Предуралья. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2016;(5(54)):31-36. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26605309>
11. Зарьянова З. А. Семенная продуктивность сортов клевера лугового различного типа спелости в условиях северной части Центрально-Черноземного региона. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2012;(2):108-115. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19132245>
12. Тимошкина О. Ю., Тимошкин О. А. Оценка сортообразцов клевера ползучего в конкурсном сортоиспытании. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2018;20(2-2(82)):209-213. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36289154>
13. Марченко Л. В. Посевные качества семян клевера лугового, репродуцированных в условиях Северного Зауралья. *Вестник КрасГАУ*. 2014;(8(95)):81-83. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21989486>
14. Скалозуб О. М. Продуктивность и питательность сортов клевера лугового в условиях Приморского края. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2013;(6(104)):62-65. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19092539>
15. Зарьянова З. А., Кирюхин С. В. Сопряжённость семенной продуктивности клевера лугового с его хозяйственными, биологическими и морфологическими признаками. *Образование, наука и производство*. 2014;(2):88-91. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sopryazhyonnost-semennoy-produktivnosti-klevera-lugovogo-s-ego-hozyaystvennymi-biologicheskimi-i-morfologicheskimi-priznakami>

### References

1. Chugreev M. K., Tormosina T. T. *Sravnitel'noe izuchenie raboty karpatskikh pchel na opylenie klevera lugovogo v usloviyakh Yaroslavskoy oblasti*. [Comparative study of carpathian bees work on pollination of meadow clover under condition of Yaroslavl region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2011;(5):70-71. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16382717>
2. Akmanayev E. D., Bagatyreva A. S. *Vliyaniye abioticheskikh usloviy na urozhaynost' odnoukosnogo i dvoukosnogo sortov klevera lugovogo v Srednem Predural'e*. [Influence of abiotic conditions on the yield of single and double-crop clover meadow in middle Preduralie]. *Permskiy agrarnyy vestnik = Perm Agrarian Journal*. 2017;(1(17)):12-18. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28822607>
3. Kovalevskaya L. I., Bushueva V. I. *Izmenchivost' morfologicheskikh i khozyaystvenno poleznykh priznakov u klevera lugovogo i ee ispol'zovanie v seleksii*. [Variability of morphological and economically useful traits in meadow clover and its use in breeding]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2016;(3):74-78. (In Belarus). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenchivost-morfologicheskikh-i-hozyaystvenno-poleznykh-priznakov-u-klevera-lugovogo-i-ee-ispolzovanie-v-seleksii>
4. Zaryanova Z. A., Tsukanova Z. R., Kiryukhin S. V. *Osobennosti khozyaystvennykh i biologicheskikh priznakov novogo sorta klevera lugovogo Suvenir*. [Features of economic and biological characteristics of the new variety of red clover Souvenir]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury = Legumes and Groat Crops*. 2015;(3(15)):30-34. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24116415>
5. Tormozin M. A., Nagibin A. E., Zyryantseva A. A. *Tsennye po ryadu priznakov obraztsy klevera lugovogo na Urale*. [Valuable on a number of grounds samples of red clover in the Urals]. *Agrarnyy vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2018;(10(177)):16-22. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36587109>
6. Zolotarev V. N., Kosolapov V. M., Perepravo N. I. *Sostoyaniye travoseyaniya i perspektivy razvitiya semenovodstva mnogoletnikh trav v Rossii i Volgo-Vyatskom regione*. [The state of grass cultivation and prospects of development of seed production of perennial grasses in Russia and in the Volga-Vyatka region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2017;1(56):28-34. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28318039>
7. Zaryanova Z. A., Kiryukhin S. V. *Izucheniye kombinatsionnoy sposobnosti sortov i selektsionnykh numerov klevera lugovogo po priznaku semennoy produktivnosti*. [Study of combining ability of varieties and selected numbers of meadow clover according to seed productivity]. *Vestnik OrelGAU = Vestnik OrelGAU*. 2014;5(50):134-139. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22612481>
8. Skalozub O. M., Emel'yanov A. N. *Urozhaynost' i posevnye kachestva semyan sortov klevera lugovogo (Trifolium pratense L.) i gibridnogo (Trifolium hybridum L.) v usloviyakh stepnoy zony Primorskogo kraya*. [Yield and sowing quality of seeds of *Trifolium pratense*L. and *Trifolium hybridum*L. in the conditions of steppe zone in Primorsky krai]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2015;(4(36)):21-27. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25808991>
9. Kurdakova O. V., Rekashev E. S., Ivanova S. V. *Otsenka iskhodnogo materiala v sozdaniy novogo rannespelogo sorta klevera lugovogo Pochinkovets*. [Estimation of the initial material of meadow clover for create the new early-maturing variety Pochinkovets]. *Ekologiya i stroitel'stvo*. 2018;(1):53-59. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35128523>

10. Kasatkina N. I., Nelyubina Zh. S. *Produktivnost' sortov klevera lugovogo v usloviyakh Srednego Predural'ya*. [Productivity of red clover varieties in conditions of the Middle Urals]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2016;(5(54)):31-36. (In Russ.).

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26605309>

11. Zaryanova Z. A. *Semennaya produktivnost' sortov klevera lugovogo razlichnogo tipa spelosti v usloviyakh severnoy chasti Tsentral'no-Chernozemnoy regiona*. [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]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2012;(2):108-115. (In Russ.).

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19132245>

12. Timoshkina O. Yu., Timoshkin O. A. *Otsenka sortoobraztsov klevera polzuchego v konkursnom sortispytanii*. [Estimation samples dutch clover creeping in competitive test of grades]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* = Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2018;20(2-2(82)):209-213. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36289154>

13. Marchenko L. V. *Posevnye kachestva semyan klevera lugovogo, reproduktivnykh v usloviyakh Severnogo Zaural'ya*. [The sowing qualities of red clover seeds reproduced in the northern Trans-Ural region conditions]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2014;(8(95)):81-83. (In Russ.).

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21989486>

14. Skalozub O. M. *Produktivnost' i pitatel'nost' sortov klevera lugovogo v usloviyakh Primorskogo kraja*. [Productivity and nutritional value of trifolium *Pratensis* L. varieties in the conditions of the Primorskiy region]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2013;(6(104)):62-65. (in Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19092539>

15. Zaryanova Z. A., Kiryukhin S. V. *Sopryazhennost' semennoy produktivnosti klevera lugovogo s ego khozyaystvennymi, biologicheskimi i morfologicheskimi priznakami*. [Pairing seed productivity red clover with its economic, biological morphological signs]. *Obrazovanie, nauka i proizvodstvo* = The Education and Science Journal. 2014;(2):88-91. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sopryazhyonnost-semennoy-produktivnosti-klevera-lugovogo-s-ego-hozyaystvennymi-biologicheskimi-i-morfologicheskimi-priznakami>

#### **Сведения об авторах**

✉ **Шихова Ирина Витальевна**, младший научный сотрудник лаборатории молекулярной биологии и селекции, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166-а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: [priemnaya@fanc-sv.ru](mailto:priemnaya@fanc-sv.ru), e-mail: [travy@fanz-sv.ru](mailto:travy@fanz-sv.ru)

**Попова Евгения Валериевна**, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства многолетних трав, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166-а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: [priemnaya@fanc-sv.ru](mailto:priemnaya@fanc-sv.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7354-4656>

**Арзамасова Екатерина Геннадьевна**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией селекции и первичного семеноводства многолетних трав, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166-а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: [priemnaya@fanc-sv.ru](mailto:priemnaya@fanc-sv.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0939-4400>

#### **Information about the authors**

✉ **Irina V. Shikhova**, junior researcher the Laboratory of Molecular Biology and Breeding, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: [priemnaya@fancsv.ru](mailto:priemnaya@fancsv.ru), e-mail: [travy@fanz-sv.ru](mailto:travy@fanz-sv.ru)

**Evgenia V. Popova**, PhD in Agricultural Science, researcher, the Laboratory of Breeding and Primary Seed Growing of Perennial Grasses, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: [priemnaya@fanc-sv.ru](mailto:priemnaya@fanc-sv.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7354-4656>

**Ekaterina G. Arzamasova**, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Head of the Laboratory of Breeding and Primary Seed Growing of Perennial Grasses, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: [priemnaya@fanc-sv.ru](mailto:priemnaya@fanc-sv.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0939-4400>

✉ – Для контактов / Corresponding author