

УДК 633.321:631.531.011.2  
EDN AXIMXU

Шихова И. В., Арзамасова Е. Г., Попова Е. В.  
**ОЦЕНКА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПОСЕВНЫХ  
КАЧЕСТВ СЕМЯН КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО НА РАННИХ СТАДИЯХ  
РАЗВИТИЯ**

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

**Реферат.** Изучение жизнеспособности семян представляет большой теоретический и практический интерес. Цель исследований – оценить влияние различных условий года и длительности хранения на посевные качества семян клевера лугового, выделить популяции с высокими морфофизиологическими параметрами проростков и силой роста семян. Для исследования были взяты семена репродукции 2020 г. (первый год пользования (г.п.)) и 2021 г. (второй г.п.), полученные в питомнике оценки семенной продуктивности 2019 г. посева. Установлена достоверная положительная корреляционная связь между количеством осадков в фазу цветения и количеством твёрдых семян ( $r = 0,81^{**}$  и  $r = 0,80^{**}$ ) и отрицательная с энергией прорастания ( $r = -0,52^{***}$  и  $r = -0,74^{**}$ ). Обнаружена положительная корреляция между массой 1000 семян и значением гидротермического коэффициента (ГТК) в межфазный период «цветение-созревание» ( $r = 0,75^{**}$  и  $r = 0,78^{**}$ ). Выявлено, что свежесобранные семена обладали низкой энергией прорастания и большей твёрдосемянностью, по сравнению с семенами, прошедшими период дозревания. При определении силы роста семян проанализированы ростовые показатели проростков. Семена первого г.п. отличались от семян урожая второго г.п. меньшей длиной ростка, гипокотыля и корешка в среднем на 1–2 мм. Равномерный рост в оба года зафиксирован у селекционных популяций СГПФ-159-3 и ГПФ-49-3. По силе роста достоверно превысили стандарт (61,5 %, НСР<sub>05</sub> = 10,7 % и 62,5 %, НСР<sub>05</sub> = 13,7 %) в 2020 г. популяции ГПФ-86-3, СГПФ-159-3, ГПФ-32-2Ф1 и ГПФ-49-3 (85,0; 82,0; 78,0 и 73,5 % соответственно), в 2021 г. – СГПФ-159-3, ГПФ-49-3 и сорт Трио (89,0; 86,5 и 79,0 % соответственно). Тесная корреляционная зависимость отмечена между силой роста и ростовыми показателями. Наибольшая сила роста при высоких показателях всхожести отмечена у СГПФ-159-3 (82,0 и 89,0 %) и ГПФ-49-3 (73,5 и 86,5 %).

**Ключевые слова:** клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), селекционная популяция, всхожесть, энергия прорастания, твёрдосемянность, проростки, сила роста, коэффициент корреляции.

**Для цитирования:** Шихова И. В., Арзамасова Е. Г., Попова Е. В. Оценка морфофизиологических показателей и посевных качеств семян клевера лугового на ранних стадиях развития // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 3(31). С. 198–221. EDN: AXIMXU.

**For citation:** Shikhova I. V., Arzamasova E. G., Popova E. V. Evaluation of morpho-physiological indicators and sowing quality of *Trifolium pratense* L. seeds at the early stages of development // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2022. No. 3(31). P. 198–221. EDN: AXIMXU.

### Введение

Для многолетних трав характерна разнокачественность семян, так как они длительно прорастают, неравномерно цветут и созревают, имеют различную физиологическую спелость [1]. Рост и развитие клевера лугового, как и других сельскохозяйственных культур, получение качественного семенного материала зависят от погодных условий периода вегетации растений, реакции генотипов на эти условия [2–4]. Кроме того, существенное влияние на качество посевного материала после

уборки оказывает срок хранения. При хороших условиях хранения количество всхожих семян у бобовых трав через два года снижается на 3–10 %, а через три года – на 8–35%. Доля же твёрдых семян, напротив, уменьшается. Длительность жизнеспособности семян при хранении определяется комплексом биохимических и биологических процессов, зависящих от особенностей самих семян и условий внешней среды [5–9].

На семенную продуктивность также существенно оказывает влияние степень развития проростков на ювенильных этапах. Сильные проростки с хорошими зародышевыми корешками менее подвержены стрессовым условиям среды [10]. Морфофизиологическая оценка степени развития проростков служит контролем биологических свойств семян и позволяет оценить особенности реализации потенциальных возможностей генотипа сорта в конкретных экологических условиях [11].

Показатели посевных качеств семян, таких как лабораторная всхожесть и энергия прорастания, используют только в работе с живыми семенами, пригодными для посева. По лабораторной всхожести устанавливают норму высева семян. Но этот показатель не даёт полной информации о степени их жизнеспособности, не говорит о поведении семян в полевых условиях, о способности формировать проростки и продуктивное растение. В настоящее время широко используют показатель силы роста семян, как дополнительный критерий оценки качества посевного материала. При определении динамики полевой всхожести первыми дают всходы семена с наибольшей силой роста. Чем раньше появятся проростки, тем быстрее они перейдут к автотрофному питанию и развитию растения. Сила роста имеет тесную связь с уровнем полевой всхожести и служит средством для её прогнозирования [12–16]. Установлено, что семена с высокой силой роста лучше противостоят неблагоприятным условиям внешней среды, всходы быстрее растут и развиваются, меньше болеют. Показатель силы роста характеризует биологические свойства семян, длительность их прорастания, степень роста проростков [17, 18]. Семена, обладающие высокими показателями силы роста, проявляют и высокие урожайные свойства. Изучение развития органов проростков и выявление связей с фактической урожайностью является актуальным, так как позволяет спрогнозировать в лабораторных условиях урожайность, наметить мероприятия по подготовке семян к посеву и технологические приёмы возделывания [11].

**Цель исследований** – оценить влияние различных условий года и длительности хранения на посевные качества семян клевера лугового, выделить популяции с высокими морфофизиологическими параметрами проростков и силой роста семян.

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

Исследования проведены в 2020–2021 гг. в лабораторных условиях. В качестве объекта исследований был использован семенной материал шести популяций клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) различного селекционного происхождения: гибридных и сложногогибридных популяций с отбором на фузариозном фоне (ГПФ-49-3, ГПФ-86-3, СГПФ-159-3, СГПФ-159-3+СГП-117), гибридной популяции с двукратным отбором на склеротиниозном фоне и однократным на фузариозном ГПР-32-2Ф1, поликроссной популяции П-15, в сравнении с районированными сортами двукосного типа Трио и стандартом (St.) Дымковский. Данные селекционные популяции прошли оценку по комплексу хозяйственно ценных признаков (зимостойкость, урожайность и качество корма, устойчивость к болезням) в 2–3 циклах конкурсного сортоиспытания и были выделены как перспективные для передачи на Государственное сортоиспытание. Семенной материал получен в питомнике оценки семенной продуктивности 2019 г. посева на экспериментальном поле ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого». Почва опытного участка дерново-

среднеподзолистая среднесуглинистая сильноокислая ( $pH_{KCl} = 4,4$ ), с высоким содержанием элементов минерального питания (по Кирсанову):  $P_2O_5$  – 192,5 мг/кг почвы,  $K_2O$  – 217,9 мг/кг почвы и низким содержанием гумуса (по Тюрину, ГОСТ 26213-91) – 2,2 %.

Метеорологические условия вегетационных периодов 2020 и 2021 гг. были различными и отразились на качестве полученного семенного материала. Вегетационный сезон 2020 г. был умеренно-тёплым, с достаточным увлажнением. В первой половине мая было по-летнему тепло, затем до конца месяца установилась холодная погода, которая сдерживала развитие растений. Влагообеспеченность была выше нормы (ГТК – 3,0). В первую и вторую декаду июня преобладала тёплая, в отдельные дни жаркая погода с дефицитом осадков. В третьей декаде на фоне кратковременного похолодания начали зацветать травостой раннеспелых популяций (ГПФ-49-3, П-15, ГПР-32-2Ф1, СППФ-159-3, СППФ-159-3+СПП-117, сорт Трио). Цветение среднеспелой популяции ГПФ-86-3 и сорта Дымковский совпало с наступлением нового потепления (05–07.07). Июль был типично умеренно-тёплым и тёплым: условия влагообеспеченности выше нормы (ГТК – 1,6), сумма эффективных температур воздуха к концу месяца достигла 1390 °С. Созревание клеверов проходило при неустойчивой от тёплой до прохладной с небольшими осадками погоде. Во второй половине августа выпадали редкие, но обильные дожди, что привело к полеганию, израстанию созревших семенных травостоев и осложнило уборку, снизило урожай семян. ГТК за вегетационный период (с 21 апреля по 15 августа) составил 2,2, сумма эффективных температур воздуха – 1620 °С, среднесуточная температура воздуха – 14,7 °С, осадков выпало 353 мм.

Погодные условия 2021 г. характеризовались тёплой (до жаркой) погодой, с периодически выпадающими осадками. Начиная со второй декады мая и почти до конца месяца удерживалась аномально высокая температура воздуха (на 8–10 °С выше климатической нормы), затем наступило непродолжительное похолодание. Количество осадков составило 57 мм, ГТК – 1,4. В июне температура воздуха была выше климатической нормы на 3,4 °С, осадков выпало 63 мм (80 % от нормы), увлажнение достаточное (ГТК – 1,0). Это привело к более раннему зацветанию травостоев клевера лугового по сравнению с вегетационным периодом 2020 г. У раннеспелых популяций и сорта Трио фаза цветения отмечена 22–24.06, у среднеспелой и сорта Дымковский – 24–30.06. Погода июля в целом была благоприятной для опыления и завязывания семян. В течение месяца преобладали умеренно-тёплые и жаркие дни с редкими дождями. Такие погодные условия способствовали раннему созреванию семенных травостоев (19–24.07). Для этого вегетационного периода (с 20 апреля по 24 июля) характерно: ГТК – 1,2, сумма эффективных температур воздуха – 1488 °С, среднесуточная температура воздуха – 16,3 °С, количество осадков – 185 мм. Полученные в 2021 г. семена отличались меньшей крупностью и массой.

Для исследования были взяты семена урожая 2020 г. (первого г.п.) с чистотой 100 %, массой 1000 семян от 1,55 до 1,94 г, урожая 2021 г. (второго г.п.) с чистотой 100 %, массой 1000 семян от 1,42 до 1,64 г.

Посевные качества семян: энергия прорастания, лабораторная всхожесть и масса 1000 семян оценены согласно ГОСТ 12038-84 и ГОСТ 52325-2005. Семена клевера лугового проращивали в чашках Петри и в рулонах из фильтровальной бумаги в термостате. Энергию прорастания определяли на третьи сут, а лабораторную всхожесть – на седьмые сут после закладки. Анализ степени развития проростков [19] и определение силы роста проводили по методическим указаниям ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса [13]. Проростки семян оценивали на седьмые сут при проращивании семян в рулонах из увлажненной фильтровальной бумаги по пятибалльной шкале:

сильные, с длиной ростка от 10 мм до 30 мм и выше, с длиной корешка от 10 мм до 25 мм и выше (3, 4, 5 баллов); слабые, с длиной ростка и корешка менее 10 мм (1, 2 балла).

Полученные результаты обрабатывали статистически с применением метода дисперсионного и парного корреляционно-регрессионного анализа по Б. А. Доспехову [20] с использованием пакета селекционно-ориентированных программ AGROS v. 2.07 и программы Microsoft Excel 2010.

### Результаты и их обсуждение

Посевные качества семян клевера лугового: лабораторная всхожесть, энергия прорастания, масса 1000 семян были оценены в зависимости от влияния на них погодных условий вегетационного периода. Семенной материал закладывали на проращивание в чашки Петри через два месяца после уборки травостоев. Согласно таблице 1, всхожесть семян всех селекционных популяций и сортов была высокой и соответствовала категориям «оригинальные и элитные семена» (ГОСТ 52325-2005): в 2020 г. варьировала от 95,0 (СГПФ-159-3+СГП-177, ст. Дымковский) до 98,5 % (сорт Трио), в 2021 г. от 96,0 (ГПФ-49-3) до 100,0 % (ГПР-32-2Ф1).

**Таблица 1 – Посевные качества семян селекционных популяций клевера лугового урожая 2020 и 2021 гг. через два месяца после уборки**

Популяция	Всхожесть, %		Энергия прорастания, %		Твёрдые семена, %		Масса 1000 семян, г	
	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	98,0*	96,0*	29,5*	31,0*	64,0*	59,5	1,62*	1,55
П-15	96,5	97,0	45,5*	47,5*	46,0*	44,5*	1,78*	1,57
Трио	98,5*	99,5	39,5*	38,5*	56,0*	46,5*	1,55	1,42
ГПР-32-2Ф1	97,5*	100,0*	43,5*	47,0*	48,0*	46,0*	1,77*	1,49
СГПФ-159-3	98,0*	98,5	34,5*	57,0*	58,5*	38,0*	1,89*	1,59
СГПФ-159-3+СГП-117	95,0	98,0	49,5*	24,0*	41,0*	69,5*	1,94*	1,57
ГПФ-86-3	96,5	97,5	57,5*	34,5*	36,0*	56,5	1,76*	1,59
Дымковский (Ст.)	95,0	98,0	70,5	27,5	21,0	61,0	1,60	1,64
НСР <sub>05</sub>	1,5	1,9	7,1	2,4	5,3	4,3	0,01	0,01

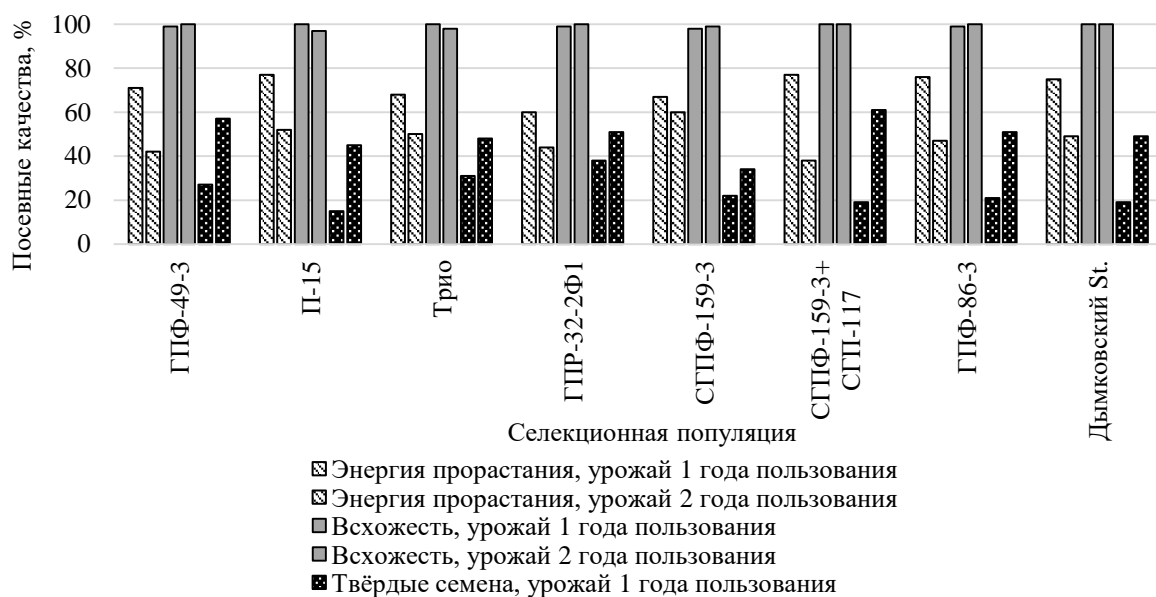
*Примечание.* \* – достоверно к стандарту ( $p \geq 0,95$ ).

Энергия прорастания семян в первый и второй г.п. у раннеспелых популяций составила 29,5 (ГПФ-49-3) – 49,5 % (СГПФ-159-3+СГП-117) и 24,0 (СГПФ-159-3+СГП-117) – 57,0 % (СГПФ-159-3) соответственно. Количество твёрдых семян варьировало в первый г.п. от 41,0 (СГПФ-159-3+СГП-117) до 64,0 % (ГПФ-49-3), во второй г.п. – от 38,0 (СГПФ-159-3) до 69,5 % (СГПФ-159-3+СГП-117). У среднеспелой популяции ГПФ-86-3 и сорта Дымковский эти показатели различались по годам. В первый г.п. энергия прорастания была выше (57,5 и 70,5 %), чем во второй (27,5 и 34,5 %). Соответственно доля твёрдых семян в урожае 2020 г. ниже, чем в урожае 2021 г. Согласно литературным данным, на твёрдосемянность у бобовых культур оказывает влияние недостаток влаги в фазу цветения. В засушливые годы твёрдых семян образуется больше [5]. Выявлена положительная корреляционная связь между количеством твёрдых семян и количеством осадков в фазу цветения ( $r = 0,81^{**}$  и  $r = 0,80^{**}$ ). Отрицательное влияние оказали осадки на показатель энергии прорастания ( $r = -0,52^{***}$  и  $r = -0,74^{**}$ ; \* значимо при  $p \leq 0,01$ ; \*\* –  $p \leq 0,05$ ; \*\*\* –  $p \leq 0,1$ ).

На массу 1000 семян также оказывали влияние погодные условия сезона. Формирование семян первого г.п. проходило в течение влажного и тёплого июля, что отразилось на их выполненности и массе (1,55–1,94 г). Во второй г.п. при недостатке осадков в межфазный период «цветение–созревание» масса 1000 семян снизилась на 8–

15 % и составила 1,42–1,64 г. Отмечена тесная положительная корреляция между массой 1000 семян и значением ГТК в указанный межфазный период ( $r = 0,75^{**}$  и  $r = 0,78^{**}$ ).

Выявлено влияние сроков хранения на качество семенного материала. Так, через шесть месяцев после уборки количество твёрдых семян в урожае второго г.п. находилось в пределах 34,0 (СГПФ-159-3) – 61,0 % (СГПФ-159-3+СГП-117), а после полутора лет хранения (урожай семян первого г.п.) доля их уменьшилась в два раза и составила 15,0 (П-15) – 38,0 % (ГПР-32-2Ф1). Соответственно у более свежих семян энергия прорастания была ниже 38,0 (СГПФ-159-3+СГП-177) – 60,0 % (СГПФ-159-3), чем у дозревших (60,0–77,0 %) (рисунок 1). Кроме того, значение этого показателя увеличилось в 1,5–2,0 раза по сравнению с данными, полученными при закладке семян после уборки.



**Рисунок 1 – Посевные качества семян селекционных популяций клевера лугового урожая 2020 и 2021 гг. через шесть месяцев после уборки**

Всхожесть семян урожаев двух лет была высокая: у семян 2020 г. от 98,0 до 100,0 %, у семян 2021 г. от 97,0 до 100,0 %.

Нами были измерены ростовые показатели и определена масса проростков (таблица 2).

Средняя длина ростка семян урожая первого г.п. составила 34,0 мм, минимальной она была у популяции ГПФ-49-3 (2,0 мм), а максимальной у ГПФ-86-3 (64 мм). Благодаря сильному варьированию данного показателя наблюдается высокий уровень изменчивости ( $CV = 32,2$  (ГПФ-86-3) –  $62,2$  % (П-15)). Суточный рост ростка был наибольшим у ГПФ-86-3 (5,5 мм) и СГПФ-159-3 (5,4 мм), при показателях районированных сортов Трио – 4,6 мм и стандарта Дымковский – 4,8 мм.

Длина гипокотилия варьировала от 25,2 (П-15) до 34,3 мм (ГПФ-86-3), со средним значением по опыту 30,2 мм.

Длина корешка достигала 13,4 (Трио) – 21,8 мм (ГПФ-86-3), с минимальным показателем 2,0 мм (ГПФ-49-3, П-15, СГПФ-159-3+СГП-117, Трио, Дымковский) и максимальным – 55,0 мм (ГПР-32-2Ф1) ( $CV = 42,8$  (ГПФ-86-3) –  $64,7$  % (П-15)). Достоверно превзошли Дымковский (14,2 мм,  $НСР_{05} = 3,5$  мм) популяции ГПФ-86-3 (21,8 мм), ГПР-32-2Ф1 (20,0 мм), СГПФ-159-3 (18,8 мм), ГПФ-49-3 (18,4 мм), СГПФ-

159-3+СПП-117 (17,9 мм). Суточный рост корешка у всех популяций был выше (2,2–3,1 мм), чем у районированных сортов (1,9 и 2,0 мм). В среднем по опыту длина корешка была меньше длины ростка в два раза.

**Таблица 2 – Морфофизиологическая характеристика проростков клевера лугового (на седьмые сут после начала проращивания), 2020–2021 гг.**

Популяция	Год пользования	Длина ростка, мм	Длина гипокотилия, мм	Длина корешка, мм	Суточный рост, мм		Коэффициент симметрии	Общая масса проростков, г
					ростка	корешка		
ГПФ-49-3	первый	34,9 ± 2,69	31,1 ± 2,69	18,4 ± 1,98*	5,0	2,6	1,9	1,28*
	второй	35,4 ± 3,51	31,6 ± 3,53	17,9 ± 1,81*	5,0	2,5	2,0	0,89*
П-15	первый	28,6 ± 2,98	25,2 ± 2,94	15,4 ± 1,67	4,1	2,2	1,9	1,46
	второй	31,6 ± 2,81	27,8 ± 2,82	14,9 ± 1,34	4,5	2,1	2,1	0,98*
Трио	первый	31,9 ± 2,61	18,6 ± 2,64	13,4 ± 1,42	4,6	1,9	2,4	1,47
	второй	34,4 ± 1,96	31,5 ± 1,98	15,9 ± 1,29*	4,9	2,3	2,1	1,11*
ГПР-32-2Ф1	первый	36,1 ± 2,39	32,3 ± 2,39	20,0 ± 1,88*	5,2	2,8	1,8	1,59
	второй	31,2 ± 3,13	27,4 ± 3,10	15,7 ± 1,73*	4,4	2,2	2,0	0,81*
СГПФ-159-3	первый	37,8 ± 2,25	34,0 ± 2,26	18,8 ± 1,37*	5,4	2,7	2,0	1,87*
	второй	37,1 ± 2,01*	33,5 ± 2,00*	19,9 ± 1,54*	5,3	2,8	1,9	1,47*
СГПФ-159-3 + СПП-117	первый	29,7 ± 2,45	25,9 ± 2,44	17,9 ± 1,76*	4,2	2,6	1,6	1,52
	второй	34,7 ± 3,62	30,8 ± 3,60	15,1 ± 2,08	5,0	2,2	2,3	0,77*
ГПФ-86-3	первый	38,6 ± 2,13	34,3 ± 2,04	21,8 ± 1,57*	5,5	3,1	1,8	1,76
	второй	25,8 ± 2,96*	22,2 ± 2,90	11,9 ± 1,18	3,7	1,7	2,2	0,63
Дымковский (St.)	первый	34,0 ± 2,60	30,2 ± 2,58	14,2 ± 1,27	4,8	2,0	2,4	1,54
	второй	31,8 ± 3,24	27,8 ± 3,20	13,3 ± 2,13	4,5	1,9	2,4	0,50
Среднее	первый	34,0	30,2	17,5	4,8	2,5	2,0	1,56
	второй	32,8	29,1	15,6	4,7	2,2	2,1	0,90
НСР <sub>05</sub>	первый	5,4	5,0	3,5	-	-	-	0,24
	второй	5,1	5,0	1,9	-	-	-	0,21
CV, %	первый	10,73	11,37	16,67	-	-	-	-
	второй	10,67	12,20	16,02	-	-	-	-

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

По комплексу ростовых показателей выделена популяция ГПФ-86-3 с наибольшей длиной ростка 38,6 мм, длиной гипокотилия 34,3 мм, длиной корешка 21,8 мм и суточным ростом 5,5 и 3,1 мм.

Проростки семян второго г.п. отличались от семян первого г.п. меньшей длиной ростка, гипокотилия и корешка, так как на качество семян повлияли условия года произрастания. Семена урожая 2021 г. имели длину ростка от 25,8 (ГПФ-86-3) до 37,1 мм (СГПФ-159-3) со средним значением по опыту 32,8 мм. Наименьшая длина отмечена у П-15, ГПР-32-2Ф1 и стандарта (4,0 мм), а наибольшая – 68,0 мм у ГПФ-86-3 (CV = 28,3 (Трио) – 58,2 % (ГПФ-86-3)). По длине ростка и гипокотилия популяция СГПФ-159-3 (37,1 и 33,5 мм) превосходила стандарт (31,8 и 27,8 мм, при НСР<sub>05</sub> = 5,1 и 5,0 мм).

По длине корешка выделились популяции СГПФ-159-3, ГПФ-49-3, ГПР-32-2Ф1 и сорт Трио (19,9; 17,9; 15,7 и 15,9 мм соответственно), как достоверно превысившие стандарт Дымковский (13,3 мм, НСР<sub>05</sub> = 1,9 мм). Средняя длина корешка составила 15,6 мм. Минимальный показатель отмечен у П-15 и стандарта (2,0 мм), максимальный – у СГПФ-159-3 (41,0 мм). Коэффициент вариации по данному показателю значительный (CV = 40,5 (Трио) – 58,8 % (Дымковский)). Суточный рост корешка изменялся от 1,7 (ГПФ-86-3) до 2,8 мм (СГПФ-159-3). В 2021 г. можно выделить популяцию СГПФ-159-3, имеющую наибольшее превосходство над стандартом по всем ростовым показателям.

За два года равномерный рост проростков зафиксирован у популяций СГПФ-159-3 и ГПФ-49-3.

Изменчивость показателей длины проростков по годам средняя. Коэффициент вариации длины ростка соответственно составляет 10,73 и 10,67 %, длины гипокотыля – 11,37 и 12,20 %, длины корешка – 16,67 и 16,02 %. Установлена высокая отрицательная корреляционная зависимость между урожайностью и длиной корешка в первый год ( $r = -0,84^*$ ) и положительная корреляция средней степени во второй год ( $r = 0,36^{***}$ ).

Коэффициент симметрии (соотношение длины ростка к длине корешка) составил в 2020 г. 1,6 (СГПФ-159-3+СГП-117) – 2,4 (Трио и Дымковский), в 2021 г. – 1,9 (СГПФ-159-3) – 2,4 (Дымковский). Установлено, что чем выше данный коэффициент, тем ниже урожайные свойства семян [21, 22]. Отмечена тесная положительная (первый г.п.) и отрицательная (второй г.п.) корреляция между урожайностью и коэффициентом симметрии ( $r = 0,82^{**}$  и  $r = -0,63^{***}$ ).

По толщине ростка и корешка, а также массе проростки не различались по годам. Диаметр ростка был равен 0,6–0,7 мм, диаметр корешка – 0,5–0,6 мм. Масса проростка в среднем составляла 0,02 г. Общий вес полученных проростков семян первого г.п. варьировал от 1,28 (ГПФ-49-3) до 1,84 г (СГПФ-159-3) со средним значением по опыту 1,56 г, семян второго г.п. – от 0,50 (Дымковский) до 1,47 г (СГПФ-159-3) со средним значением 0,90 г. Популяция СГПФ-159-3 достоверно превзошла стандарт (1,54 и 0,50 г, при  $НСР_{05} = 0,24$  и  $0,21$  г) по общей массе проростков в оба года. В 2021 г. сорт Трио (1,11 г), популяции П-15 (0,98 г), ГПФ-49-3 (0,89 г), ГПР-32-2Ф1 (0,81 г) и СГПФ-159-3+СГП-117 (0,77 г) также были достоверно выше стандартного сорта (0,50 г,  $НСР_{05} = 0,21$  г) по этому показателю.

Метод проращивания семян в рулонах позволяет определить не только силу роста, а также всхожесть и энергию прорастания (таблица 3).

**Таблица 3 – Посевные качества семян клевера лугового при проращивании в рулонах (2020–2021 гг.)**

Популяция	Год пользования	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %	Твёрдые семена, %	Сила роста, %	Распределение проростков по баллам, шт.				
						сильные			слабые	
						5	4	3	2	1
ГПФ-49-3	первый	100,0	49,0*	35,0*	73,5*	13	-	35	5	-
	второй	100,0	17,0	64,0	86,5*	4	2	25	1	-
П-15	первый	95,0	55,0*	22,0	64,5	13	1	33	16	-
	второй	99,0	33,0	47,0*	72,5	6	-	32	5	-
Трио	первый	100,0	64,0	27,0*	56,0	8	-	33	4	-
	второй	100,0	37,0*	47,0*	79,0*	4	1	37	-	-
ГПР-32-2Ф1	первый	94,0	52,0*	30,0*	78,0*	17	3	30	4	1
	второй	99,0	20,0	56,0*	72,5	5	2	24	3	-
СГПФ-159-3	первый	99,0	68,0	17,0	82,0*	16	2	49	4	-
	второй	99,0	44,0*	37,0*	89,0	16	-	39	2	1
СГПФ-159-3+СГП-117	первый	93,0*	49,0*	13,0	71,0	16	1	40	7	2
	второй	99,0	29,0	64,0	57,0	4	-	16	4	-
ГПФ-86-3	первый	98,0*	59,0	28,0*	85,0*	21	6	33	2	1
	второй	95,0*	31,0	49,0*	51,5	3	1	21	5	-
Дымковский (St.)	первый	98,0	68,0	18,0	61,5	9	2	38	8	2
	второй	98,0	25,0	69,0	62,5	2	1	15	2	-
НСР <sub>05</sub>	первый	4,4	11,3	4,4	10,7	-	-	-	-	-
	второй	2,8	9,2	8,8	13,7	-	-	-	-	-

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

Лабораторная всхожесть у всех изучаемых селекционных популяций и сортов была высокой: в первый г.п. – 93,0 (СГПФ-159-3+СГП-117) – 100,0 % (ГПФ-49-3, Трио),

во второй г.п. – 95,0 (ГПФ-86-3) – 100,0 % (ГПФ-49-3, Трио). По энергии прорастания отмечены аналогичные результаты при проращивании в чашках Петри для определения влияния длительности хранения семян на их посевные качества. Энергия прорастания семян первого г.п. находилась в пределах от 49,0 (ГПФ-49-3, СГПФ-159-3+СГП-117) до 68,0 % (СГПФ-159-3, Дымковский), количество твёрдых семян варьировало от 13,0 (СГПФ-159-3+СГП-117) до 35,0 % (ГПФ-49-3). У более свежих семян энергия прорастания была ниже (17,0–44,0 %), достоверное превышение стандарта отмечено у популяции СГПФ-159-3 (44,0 %, стандарт – 25,0 %, при  $НСР_{05} = 9,2$  %), твёрдосемянность соответственно была выше – от 37,0 (СГПФ-159-3) до 69,0 % (Дымковский). Кроме того, при проращивании семян в рулонах, благодаря ухудшению воздухообмена между слоями фильтровальной бумаги наблюдали снижение энергии прорастания (–15 %) и лабораторной всхожести (–2 %) по сравнению с семенами, заложёнными в чашках.

При оценке семян в лабораторных условиях сложно предсказать полевую всхожесть из-за неблагоприятных условий окружающей среды. Поэтому дополнительно рекомендуется определять силу роста семян как показатель, отражающий потенциальную активность проростков при прорастании в полевых условиях. При этом учитываются индивидуальные особенности в развитии проростков: размеры, целостность, степень развития [12]. Показатель силы роста выражается процентом сильных проростков от общего числа проросших семян [13, 23]. Сила роста семян урожая 2020 г. составила 56,0 (Трио) – 85,0 % (ГПФ-86-3), достоверно превзошли стандарт (61,5 %,  $НСР_{05} = 10,7$  %) популяции ГПФ-86-3 (85,0 %), СГПФ-159-3 (82,0 %), ГПР-32-2Ф1 (78,0 %), ГПФ-49-3 (73,5 %). В 2021 г. этот показатель находился в пределах 51,5 (ГПФ-86-3) – 89,0 % (СГПФ-159-3). Популяции СГПФ-159-3, ГПФ-49-3 и сорт Трио превысили на достоверном уровне по силе роста стандарт (62,5 %,  $НСР_{05} = 13,7$  %) на 26,5; 24,0 и 16,5 % соответственно.

Наибольшая сила роста при высоком показателе всхожести отмечена у СГПФ-159-3 (82,0 и 89,0 %) и ГПФ-49-3 (73,5 и 86,5 %), то есть данные популяции способны дать хорошие сильные всходы и высокий урожай семян. У ГПР-32-2Ф1 индекс силы роста был стабильным по годам (78,0 и 72,5 %).

Минимальная разница между лабораторной всхожестью и силой роста выявлена у СГПФ-159-3 в оба года (17 и 10 %), у остальных популяций разрыв между этими показателями более значительный (ГПФ-86-3 – 13,0–43,5 %). Таким образом, количество всходов в полевых условиях уменьшится в среднем на 30 %.

Между показателями лабораторной всхожести и силой роста в 2021 г. установлена положительная корреляционная зависимость сильной степени ( $r = 0,73^{**}$ ), в 2020 г. связь отсутствует ( $r = -0,09^{***}$ ). Тесная отрицательная связь выявлена между урожайностью семян первого г.п. и силой роста ( $r = -0,88^*$ ) и положительная средней степени во второй г.п. ( $r = 0,43^{***}$ ). Также на показатель силы роста семян существенное влияние оказывают величины органов проростков (длина ростка –  $r = 0,73^{**}$  и  $r = 0,74^{**}$ , гипокотиль –  $r = 0,70^{***}$  и  $r = 0,76^{**}$ , корешка –  $r = 0,96^*$  и  $r = 0,90^*$ ). Зависимость силы роста от длины ростка и корешка в 2020 г. представлена на рисунке 2.

При определении силы роста семян учитывается количество сильных проростков. В 2020 г. количество 3, 4 и 5-балльных проростков составило 72 % от общего числа проросших семян, в 2021 г. – 73 %. Соотношение сильных проростков у селекционных популяций по годам представлено на диаграммах (рисунок 3).



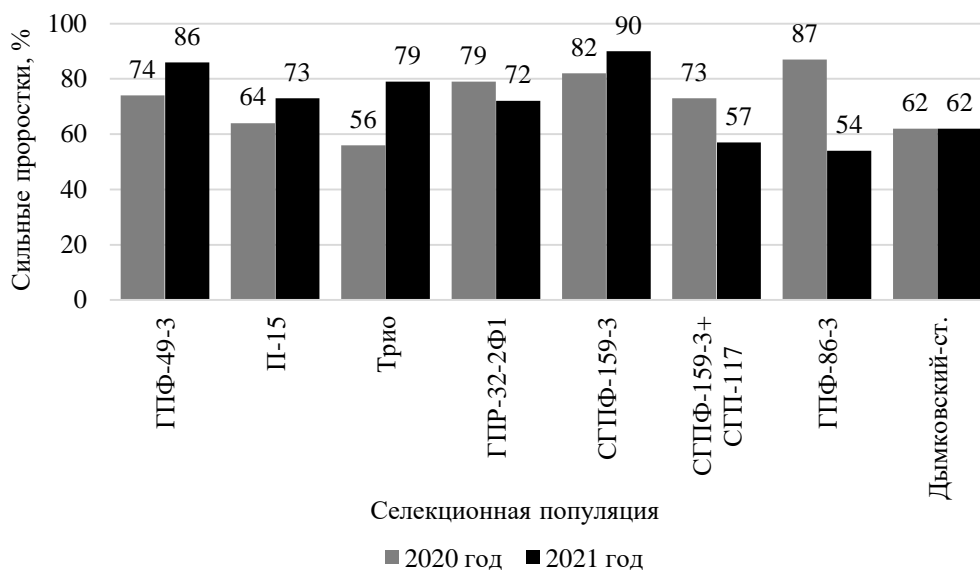


Рисунок 2 – Сила роста в зависимости от длины ростка ( $r = 0,73$ ) и длины корешка ( $r = 0,96$ ), 2020 г.

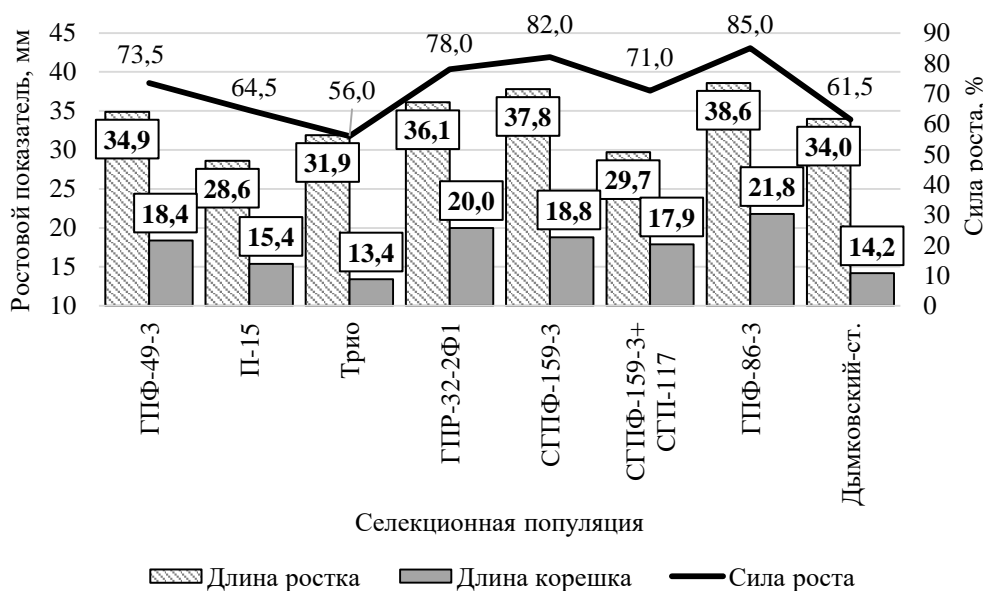


Рисунок 3 – Доля сильных проростков в популяциях клевера лугового, 2020 и 2021 гг.

В 2020 и 2021 гг. преобладали в основном 3-балльные проростки, на их долю пришлось 50 и 59 % соответственно. Количество 5-балльных проростков было значительно меньше (19 и 12 %). В 4 балла оценены лишь 2,5 и 2 % проростков. Слабых проростков в первый г.п. было в 2,5 раза больше, чем во второй г.п. и составило 9,5 и 6 % соответственно. Ненормально проросших семян, у которых росток свернут в кольцо, в 2020 г. не отмечено, в 2021 г. их менее 1 %. Количество непроросших семян (набухших, загнивших) по годам составляло 4 и 2 %.

#### Выводы

В результате проведённых исследований определено влияние на качество семян уровня увлажнения (ГТК) в фазы цветения и завязывания семян. Установлена тесная положительная корреляция между массой 1000 семян и значением ГТК в межфазный период «цветение–созревание» ( $r = 0,75^{**}$  и  $r = 0,78^{**}$ ). На качестве семенного

материала отразилась длительность хранения семян. У семян, прошедших период дозревания, после полутора лет хранения (урожай 2020 г.), энергия прорастания была выше (60,0–77,0 %), а доля твёрдых семян ниже (15,0–38,0 %) по сравнению с семенами свежего урожая (2021 г.), у которых энергия прорастания варьировала от 38,0 до 60,0 %, а твёрдых семян было 34,0–61,0 %.

Выделены селекционные популяции СГПФ-159-3 и ГПФ-49-3, отличающиеся равномерным ростом проростков по годам. У СГПФ-159-3 длина ростка составляла 37,8 и 37,1 мм, длина гипокотилия – 34,0 и 33,5 мм, длина корешка – 18,8 и 19,9 мм, суточный рост ростка достигал 5,4 и 2,7 мм, суточный рост корешка – 5,3 и 2,8 мм. У ГПФ-49-3 длина ростка – 34,9 и 35,4 мм, длина гипокотилия – 31,1 и 31,6 мм, длина корешка – 18,4 и 17,9 мм, суточный рост ростка и корешка – 5,0 и 2,6 мм; 5,0 и 2,5 мм.

У этих же популяций при высоком показателе всхожести отмечена наибольшая сила роста, достоверно превышающая стандарт. Индекс силы роста у СГПФ-159-3 составил 82,0 и 89,0 % (всхожесть 99,0 %), у ГПФ-49-3 – 73,5 и 86,5 % (всхожесть 100,0 %), при показателях сорта Дымковский 61,5 и 62,5 % (НСР<sub>05</sub> = 10,7 и 13,7 %), то есть можно спрогнозировать, что эти популяции способны дать хорошие всходы в полевых условиях. Также была выявлена тесная положительная корреляция между силой роста и ростовыми показателями проростков (длиной ростка  $r = 0,73^{**}$  и  $r = 0,74^{**}$ , гипокотилия  $r = 0,70^{***}$  и  $r = 0,76^{**}$ , корешка  $r = 0,96^*$  и  $r = 0,90^*$ ).

Среди исследованных селекционных популяций ГПФ-49-3, обладающая комплексом хозяйственно ценных признаков, в 2021 г. была передана на Государственное сортоиспытание как перспективный сорт Малахит.

### Литература

1. Марченко Л. В. Влияние обработки биостимуляторами на посевные качества семян клевера лугового // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 8. С. 103–107.
2. Жаркова С. В., Чевычелова С. С., Новикова С. С. Формирование показателей всхожести и энергии прорастания семян у яровой мягкой пшеницы в разных средовых условиях // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 5 (199). С. 5–10.
3. Jing S., Boelt B. Seed production of red clover (*Trifolium pratense* L.) under Danish field conditions // Agriculture. 2021. Vol. 11. Iss. 12. Art. No. 1289. DOI: 10.3390/agriculture11121289.
4. Jing S., Kryger P., Boelt B. Review of seed yield components and pollination conditions in red clover (*Trifolium pratense* L.) seed production // Euphytica. 2021. Vol. 217. Iss. 4. Art. No. 69. DOI: 10.1007/s10681-021-02793-0.
5. Боголюбова Е. В., Коняева Н. М. Качество семян клевера паннонского Премьер в условиях Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 3. С. 34–42. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-3-5.
6. Киселев Н. П., Кормщиков А. Д., Никифорова Е. В., Прозорова И. Н., Прозоров В. А., Трапицын А. Е., Тумасова М. И., Тупицын В. А., Фигурин В. А., Чикилев А. А., Шитова З. С., Юрлова Т. Л. Вятские клевера. Киров: ГИПП «Вятка», 1995. 276 с.
7. Чухлебова Н. С., Дридигер В. К., Голубь А. С. Посевные качества и полевая всхожесть семян донника на чернозёме выщелоченном // Вестник АПК Ставрополя. 2014. № 4 (16). С. 207–212.
8. Зекич Н., Симич А., Вукович С. Влияние сроков хранения на качество семян лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) // Кормопроизводство. 2012. № 4. С. 25–26.
9. Карпин В. И. Условия хранения и посевные качества семян кормовых трав // Кормопроизводство. 2001. № 9. С. 26–28.
10. Сорока А. В., Шик А. С., Антонюк А. С., Костюченко Н. Н., Терлецкая Н. Ф. Влияние нетрадиционных способов предпосевной обработки на прорастание семян клевера лугового // Земледелие и селекция в Беларуси. 2017. № 53. С. 154–159.
11. Ларионов Ю. С., Горбатая А. П. Степень развития органов проростков семян бобовых культур как показатель их потенциальной продуктивности // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 2 (88). С. 17–18.
12. Торопова Е. Ю., Рудёва Ю. В. Влияние агроэкологических факторов на силу роста семян зерновых культур в Новосибирской области // Вестник НГАУ. 2014. № 4 (33). С. 54–58.
13. Карпин В. И., Переправо Н. И., Золотарев В. Н., Рябова В. Э., Шамсутдинова Э. З. Методика определения силы роста семян кормовых культур. М.: Изд-во РГАУ–МСХА, 2012. 16 с.

14. Строна И. Г. Общее семеноведение полевых культур. М.: Колос, 1966. 464 с.
15. Каманина Л. А., Оборская Ю. В. Исследование эффективных методов определения силы роста семян сои // Вестник НГАУ. 2016. № 1 (38). С. 15–21.
16. Нелюбина Ж. С., Касаткина Н. И. Влияние ультрафиолетового облучения семян многолетних трав на их посевные качества // Аграрная наука. 2021. № 9. С. 97–100. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-352-9-97-100.
17. Скаженник М. А., Воробьев Н. В., Ковалев В. С., Гаркуша С. В., Пшеницына Т. С., Балясный И. В. Образование всходов риса и их связь с энергией прорастания и силой роста семян // Рисоводство. 2018. № 2 (39). С. 16–20.
18. Сушкевич А. В., Бурляева М. О. Оценка силы роста, энергии прорастания и морфологических показателей *Vigna radiata* (L.) на ранней стадии онтогенеза // Евразийский Союз Учёных. 2019. № 1 (58). С. 17–22. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.1.58.17-22.
19. Веллингтон П. Методика оценки проростков семян. М.: Колос, 1973. 175 с.
20. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1968. 336 с.
21. Касаткина Н. И., Нелюбина Ж. С., Кондратьева Н. П., Руденко В. А. Влияние предпосевной обработки семян многолетних бобовых культур на их прорастание // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 5. С. 30–33. DOI: 10.30850/vrsn/2020/5/30-33.
22. Марченко Л. В., Григорьева Л. В. Морфофизиологические показатели проростков клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) // Агропродовольственная политика России. 2015. № 10 (46). С. 49–52.
23. Марченко Л. В. Посевные качества семян клевера лугового, репродуцированных в условиях Северного Зауралья // Вестник КрасГАУ. 2014. № 8. С. 81–84.

### References

1. Marchenko L. V. The effect of treatment with biostimulants on the sowing quality seeds of red clover // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2019. No. 8. P. 103–107.
2. Zharkova S. V., Chevychelova S. S., Novikova S. S. The formation of germination and seed vigor indices of spring soft wheat varieties under different environmental conditions // Bulletin of Altai State Agricultural University. 2021. No. 5 (199). P. 5–10.
3. Jing S., Boelt B. Seed production of red clover (*Trifolium pratense* L.) under Danish field conditions // Agriculture. 2021. Vol. 11. Iss. 12. Art. No. 1289. DOI: 10.3390/agriculture11121289.
4. Jing S., Kryger P., Boelt B. Review of seed yield components and pollination conditions in red clover (*Trifolium pratense* L.) seed production // Euphytica. 2021. Vol. 217. Iss. 4. Art. No. 69. DOI: 10.1007/s10681-021-02793-0.
5. Bogolyubova E. V., Konyaeva N. M. Seed quality of Premier cultivar of Hungarian clover in the conditions of Western Siberia // Siberian Herald of Agricultural Science. 2018. Vol. 48. No. 3. P. 34–42. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-3-5.
6. Kiselev N. P., Kormshchikov A. D., Nikiforova E. V., Prozorova I. N., Prozorov V. A., Trapitsyn A. E., Tumasova M. I., Tupitsyn V. A., Figurin V. A., Chikilev A. A., Shitova Z. S., Yurlova T. L. Vyatka clovers. Kirov: GIPP "Vyatka", 1995. 276 p.
7. Chukhlebova N. S., Dridiger V. K., Golub A. S. Sowing quality and germination seeds sweet clover on leached chernozem // Agricultural Bulletin of Stavropol Region. 2014. No. 4 (16). P. 207–212.
8. Zekich N., Simich A., Vukovich S. Effect of storage time on birds food trefoil (*Lotus corniculatus* L.) seed quality // Kormoproizvodstvo (Fodder Production). 2012. No. 4. P. 25–26.
9. Karpin V. I. Storage conditions and sowing qualities of fodder grass seeds // Kormoproizvodstvo (Fodder Production). 2001. No. 9. P. 26–28.
10. Soroka A. V., Shik A. S., Antonyuk A. S., Kostyuchenko N. N., Terletskaia N. F. Influence of non-traditional methods of presowing treatment on red clover seed germination // Arable Farming and Plant Breeding in Belarus. 2017. No. 53. P. 154–159.
11. Larionov Yu. S., Gorbataya A. P. The degree of development of organs of seedlings of seeds of legumes as an indicator of their potential productivity // Bulletin of Altai State Agricultural University. 2012. No. 2 (88). P. 17–18.
12. Toropova E. Yu., Ruleva Yu. V. The effect of agroecological factors on the vigor of grain crop seeds growth in Novosibirsk region // Vestnik NGAU (Novosibirsk State Agrarian University). 2014. No. 4 (33). P. 54–58.
13. Karpin V. I., Perepravo N. I., Zolotarev V. N., Ryabova V. E., Shamsutdinova E. Z. Method for determining the growth force of seeds of fodder crops. Moscow: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (RSAU – MTAA) Publ., 2012. 16 p.
14. Strona I. G. General seed science of field crops. Moscow: Kolos, 1966. 464 p.
15. Kamanina L. A., Oborskaya Yu. V. Exploitation of the effective methods of soya germination power // Vestnik NGAU (Novosibirsk State Agrarian University). 2016. No. 1 (38). P. 15–21.

16. Nelyubina Zh. S., Kasatkina N. I. Influence of ultraviolet irradiation of perennial grasses seeds on their sowing quality // Agrarian science. 2021. No. 9. P. 97–100. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-352-9-97-100.
17. Skazhennik M. A., Vorobyov N. V., Kovalev V. S., Garkusha S. V., Pshenitsyna T. S., Balyasny I. V. The formation of seedlings of rice and their relationship with germination power and power of seeds // Rice Growing. 2018. No. 2 (39). P. 16–20.
18. Sushkevich A. V., Burlyaeva M. O. Estimation of the growth, energy of spring and morphological of *Vigna radiata* (L.) indicators at the early stage of ontogenesis // EurasianUnionScientists. 2019. No. 1 (58). P. 17–22. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.1.58.17-22.
19. Wellington P. Method for assessing seed sprouts. Moscow: Kolos, 1973. 175 p.
20. Dospekhov B. A. Methods of field research. Moscow: Kolos, 1968. 336 p.
21. Kasatkina N. I., Nelyubina Zh. S., Kondratieva N. P., Rudenok V. A. Influence of pre-sowing seeds treatment of perennial legumes on their germination // Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2020. No. 5. P. 30–33. DOI: 10.30850/vrsn/2020/5/30-33.
22. Marchenko L. V., Grigoryeva L. V. Morphophysiological parameters of seedlings of meadow clover (*Trifolium pratense* L.) // Agro-food policy in Russia. 2015. No. 10 (46). P. 49–52.
23. Marchenko L. V. The sowing qualities of red clover seeds reproduced in the Northern Trans-Urals Region conditions // Bulletin of KrasGAU. 2014. No. 8. P. 81–84.

UDC 633.321:631.531.011.2

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

#### EVALUATION OF MORPHO-PHYSIOLOGICAL INDICATORS AND SOWING QUALITY OF *TRIFOLIUM PRATENSE* L. SEEDS AT THE EARLY STAGES OF DEVELOPMENT

**Summary.** *The study of seed viability is of great theoretical and practical interest. The purpose of the research was twofold: assess the influence of various weather conditions of the year and storage duration on the sowing qualities of red clover seeds; identify T. pratense populations with high morpho-physiological parameters of seedlings and seed vigor. For the study, we used seeds harvested in 2020 (the first year of use (y.u.)) and 2021 (the second y.u.) obtained in the Nursery for Assessing Seed Productivity, which was laid in 2019. A reliable positive correlation was established between the amount of precipitation in the flowering phase and the number of hard seeds ( $r = 0.81^{**}$  and  $r = 0.80^{**}$ ); negative one – between the precipitation and the germination energy ( $r = -0.52^{***}$  and  $r = -0.74^{**}$ ). There was a positive correlation between 1000 seeds weigh and values of Selyaninov Hydrothermal Coefficient (HTC) in the interphase period “flowering-maturation” ( $r = 0.75^{**}$  and  $r = 0.78^{**}$ ). It was revealed that freshly harvested seeds had low germination energy and greater number of hard seeds compared to those that had passed through post-harvesting ripening. When determining seed vigor, the growth indicators of seedlings were analyzed. The seeds of the 1<sup>st</sup> y.u. differed from those of the 2<sup>nd</sup> y.u. by a shorter sprout, hypocotyl and root on average by 1-2 mm. Both in 2020 and 2021, uniform growth of breeding populations ‘SGPF-159-3’ and ‘GPF-49-3’ was recorded. In 2020, populations ‘GPF-86-3’, ‘SGPF-159-3’, ‘GPR-32-2F1’ and ‘GPF-49-3’ significantly exceeded the standard (61.5 %,  $LSD_{05} = 10.7\%$  and 62.5 %,  $LSD_{05} = 13.7\%$ ) in terms of seed vigor (85.0; 82.0; 78.0 and 73.5 %, respectively); in 2021 – ‘SGPF-159-3’, ‘GPF-49-3’ and variety ‘Trio’ (89.0; 86.5 and 79.0 %, respectively). We noted a close correlation between seed vigor and growth indicators. Seeds with great vigor and high germination rates were obtained from red clover populations ‘SGPF-159-3’ (82.0 and 89.0 %) and ‘GPF-49-3’ (73.5 and 86.5 %).*

**Keywords:** *red clover (*Trifolium pratense* L.), breeding population, germination, germination energy, hard seed, seedlings, seed vigor, 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»; 610007, Россия, г. Киров, ул. Ленина, 166 а; 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»; 610007, Россия, г. Киров, ул. Ленина, 166 а; 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»; 610007, Россия, г. Киров, ул. Ленина, 166 а; 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 – 18.04.2022.*

*Дата принятия к печати – 25.07.2022.*