

УДК 633.321:632.488

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКУРРЕНТНЫХ ОТБОРОВ
НА ПОЛЕВОМ ИСКУССТВЕННОМ ИНФЕКЦИОННОМ ФОНЕ
В СОЗДАНИИ УСТОЙЧИВОГО К КОРНЕВЫМ ГНИЛЯМ
СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО**

Е.Г. Арзамасова, кандидат сельскохозяйственных наук

М.Н. Грипась, кандидат сельскохозяйственных наук

Е.В. Попова, кандидат сельскохозяйственных наук

*ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
610007, г. Киров, ул. Ленина, 166-а
aeg5577@yandex.ru*

**ESTIMATION OF EFFICIENCY OF RECURRENT SELECTION
ON THE FIELD ARTIFICIAL INFECTIOUS BACKGROUND
IN CREATING OF RED CLOVER BREEDING MATERIAL
RESISTANT TO ROOT ROTS**

E.G. Arzamasova, Candidate of Agricultural Sciences

M.N. Gripas, Candidate of Agricultural Sciences

E.V. Popova, Candidate of Agricultural Sciences

*Federal Agricultural Research Center of North-East
610007, Russia, Kirov, Lenin str., 166-a
aeg5577@yandex.ru*

DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2019-2-58-69

Отражены результаты научно-исследовательской работы по оценке ранее созданного гибридного материала клевера лугового (*Trifolium pratense* L.), прошедшего селекционную проработку на полево-искусственном фузариозном фоне, в сравнении с исходными формами без отбора и стандартным сортом Дымковский. Для повышения объективности оценки был создан полевой инфекционный фон на основе смеси местных штаммов *Fusarium spp.* (*F. oxysporum* + *F. avenaceum* + *F. heterosporum*). Эффективность формирования болезнеустойчивого селекционного материала методом рекуррентного биотипического отбора анализировали по наиболее значимым хозяйственно-биологическим признакам и свойствам: зимостойкость, высота растений, урожайность сухой биомассы и семян, устойчивость к болезни. Приведены сведения по агрометеорологическим условиям, сложившимся в годы исследований. По результатам изучения выявлена высокая зимостойкость селекционных популяций в различных условиях осенне-зимних периодов. Отмечена тенденция увеличения кормовой и семенной продуктивности у гибридов, прошедших отбор на инфекционном фоне, в сравнении с исходными формами, установлена их меньшая поражаемость корневой гнилью во второй год жизни. Для дальнейшей селекционной работы выделены три перспективные устойчивые к корневым гнилям популяции: ГПФ-64-2 — со значимо высоким сбором сухого вещества относительно стандарта Дымковский по годам пользования; ГПФ-60-2 — с урожайностью семян на уровне стандарта и превышением исходной формы на 87,5%; ГПФ-63-2 — с наименьшей степенью поражения корневой системы в сравнении с исходной формой и стандартом.

Ключевые слова: клевер луговой, гибридная популяция, инфекционный фон, рекуррентная селекция, зимостойкость, кормовая продуктивность, урожайность семян, устойчивость к корневым гнилям.

The results are reflected of research work on the evaluation of previously created hybrid material of red clover (*Trifolium pratense* L.), which passed a selection study on a field artificial *Fusarium* background in compare with initial forms without selection and standard variety Dymkovsky. For improving objectivity of the assessment, a field infection background was created based on a mixture of local strains of *Fusarium* spp. (*F. oxysporum* + *F. avenaceum* + *F. heterosporum*). The efficiency of formation of a disease-resistant breeding material by the method of recurrent biotypic selection was analyzed on the most significant economic and biological characteristics: winter hardiness; plant height; dry mass and seed productivity; disease resistance. Information on agrometeorological conditions in the years of research was provided. According to the results of the study, a high winter hardiness of breeding populations was found in various conditions of the autumn-winter periods. The tendency was noted of increasing in forage and seed productivity in hybrids that have been selected on an infectious background in comparison with the initial forms; their lower susceptibility to root rot in the second year of life was established. For further breeding work, three prospective root rot-resistant populations have been selected: GPF-64-2 — with significantly higher dry matter yield relative to standard Dymkovsky by year of use; GPF-60-2 — with seed yield at the level of the standard and the excess of initial form by 87.5%; GPF-63-2 — with the least degree of damage to the root system in comparison with initial form and standard.

Keywords: red clover, hybrid population, infection background, recurrent selection, winter hardiness, forage productivity, seed yield, root rot resistance.

Введение. Известно, что в природе наиболее устойчивые виды и формы растений возникают в результате естественного стабилизирующего отбора на исторически перманентном инфекционном фоне [1; 2]. Современная стратегия создания болезнеустойчивых сортов сельскохозяйственных культур предусматривает широкое использование искусственных инфекционных фонов, где возможно не только провести отбор резистентных генотипов, но и дать объективную оценку устойчивости сорта независимо от погодных условий, определить невосприимчивость растений к комплексу патогенов, наиболее характерных для зоны возделывания культуры [3; 4].

Массовый отбор на инфекционном фоне наиболее результативен у перекрестноопыляющихся культур, в связи с чем является эффективным приемом в

селекции клевера лугового на устойчивость к патогенам корневой системы. Исследованиями установлено, что при отборе на инфекционном фоне с каждым последующим поколением устойчивость отобранных растений возрастает; однако необходимо учитывать, что на протяжении всего селекционного процесса отбор на болезнеустойчивость нужно вести комплексно, с учетом других важнейших хозяйственно ценных признаков и свойств, чтобы не обеднять создаваемые сорта в генетическом отношении [5; 6; 7].

В ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока целенаправленная селекция клевера лугового на повышение устойчивости к корневым гнилям методом рекуррентных биотипических отборов с использованием искусственных инфекционных фонов проводится с 1988 г. На первоначальном этапе совместно с ВНИИ фито-

патологии были проведены обследования, идентифицирован состав патокомплекса. Установлено, что основными и наиболее вредоносными в этиологии корневых гнилей клевера в нашей зоне являются грибы рода *Fusarium spp.*, имеющие различную распространенность в зависимости от места произрастания, погодных условий, года жизни растений и сорта. На основе полученных данных начали создавать искусственные инфекционные фоны (лабораторные и полевые) и проводить на них селекционную проработку исходного и гибридного материала [8; 9].

Задача наших исследований заключалась в оценке на полевом инфекционном фоне гибридных популяций клевера лугового, сформированных методом рекуррентного биотипического отбора в условиях искусственного фузариозного фона и экрановой изоляции (тимофеевка), по основным хозяйственным признакам и устойчивости к корневой гнили.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования проводили на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока,

расположенном в южной части г. Киров. Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, с высокой кислотностью pH_{KCl} — 4,4, низким содержанием гумуса — 2,2% (по Тюрину), высокой обеспеченностью элементами минерального питания: P_2O_5 — 196 мг/кг, K_2O — 193 мг/кг почвы (по Кирсанову).

Полевой искусственный инфекционный фон создавали из смеси выделенных из корней клевера местных популяций *Fusarium spp.* в равных долях (*F. oxysporum* + *F. avenaceum* + *F. heterosporum*) в соответствии с методикой ВНИИ кормов [10].

Объект исследований — девять ранеспелых гибридных популяций от искусственных скрещиваний, прошедших двукратный биотипический отбор на полевом искусственном фузариозном фоне. Сравнение номеров — с исходными формами и районированным сортом-стандартом Дымковский. Площадь делянки — 1 м², размещение рендомизированное, повторность четырехкратная, в том числе три — укосное, одна — семенное использование травостоя (рис. 1).



Рис. 1. Питомник изучения эффективности рекуррентного биотипического отбора на искусственном фузариозном фоне (посев 2005 г., второй год жизни)

Анализ эффективности метода рекуррентного отбора при создании устойчивого к корневым гнилям селекционного материала клевера лугового осуществляли на основе комплексной оценки по наиболее значимым биологическим и хозяйственным признакам: зимостойкость, высота растений, урожайность сухой биомассы и семян. Устойчивость популяций к болезни определяли после укосного использования травостоя осенью второго года жизни на основании анализа поражения на поперечном срезе корня. Статистическая обработка экспериментальных данных — по Б.А. Доспехову [11] с использованием пакета при-

кладных программ Microsoft Office Excel и селекционно-ориентированной компьютерной программы AGROS 2.07.

Агроклиматические условия в годы проведения исследований были разнообразными как во время перезимовок, так и в периоды вегетации клевера.

Осенне-зимний период 2005–2006 гг. в целом был благоприятен для зимующих растений первого года жизни: температура воздуха с октября по декабрь несколько превышала среднюю многолетнюю величину, однако во вторую половину зимы, когда увеличилась высота снежного покрова, была близка к норме (рис. 2).

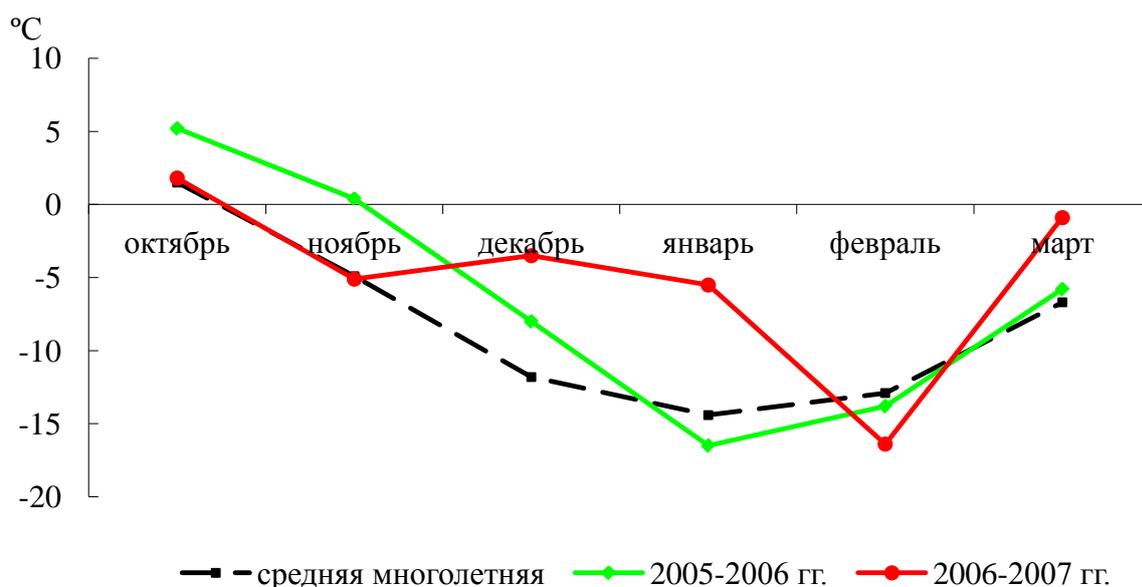


Рис. 2. Среднемесячная температура воздуха в период покоя клевера лугового

Условия для перезимовки клевера второго года жизни в 2006–2007 гг. складывались менее благоприятно. Температура воздуха с декабря до середины января и в марте была на 5,8...8,9°C выше оптимальной, что привело к повышению температуры почвы на уровне корневой шейки и, при достаточной высоте снежного покрова и его уплотнении, способствовало расходу питательных

веществ, истощению растений, большому поражению корневыми гнилями и склеротиниозом в травостоях третьего года жизни.

Агроклиматические условия вегетационного периода 2006 г. в целом были благоприятными для роста и развития клевера лугового. Погода в мае, июне, августе была преимущественно теплая с частыми дождями (ГТК = 2,8; 1,3; 1,8

соответственно), что способствовало хорошему физиологическому развитию растений и интенсивному нарастанию кормовой массы первого и второго укосов. Менее благоприятные условия складывались в июле, когда холодная дожд-

ливая в начале месяца, а затем жаркая сухая погода негативно сказалась на состоянии растений в послеуборочный период, сдерживая отрастание травостоев и способствуя усилению поражения клеверов корневой гнилью (табл. 1).

1. Гидротермический коэффициент (по Г.Т. Селянинову)* в период вегетации клевера лугового

Год	Месяц				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
2006	2,8	1,3	0,9	1,8	3,7
2007	2,1	0,5	2,8	1,1	2,1

*ГТК > 1,6 — избыточное увлажнение;
ГТК = 1,3...1,6 — достаточное увлажнение;
ГТК = 1,0...1,3 — слабый недостаток;
ГТК = 0,7...1,0 — сильный недостаток;
ГТК < 0,7 — засуха.

Агроклиматические условия 2007 г. были удовлетворительные в первую половину и благоприятные во вторую половину вегетации клевера лугового. После возобновления вегетации 17–18 апреля в конце месяца произошло резкое похолодание до температур ниже биологического минимума растений (+1,5...+4,5 °С), продлившееся до середины мая, что замедлило рост клевера. Неоднократную смену волн тепла и холода на фоне засухи (ГТК = 0,5) наблюдали в течение июня. Погода июля–августа по температурному режиму была близка к климатической норме, с частыми ливневыми дождями — такие условия способствовали активному отрастанию клевера после первого укоса и формированию биомассы второго укоса, однако ограничивали лет насекомых-опылителей, что

отрицательно сказалось на опылении и завязываемости семян.

Результаты исследований. Как было отмечено выше, перезимовка растений первого года жизни проходила в достаточно благоприятных условиях, все изучаемые варианты гибридных популяций показали высокую зимостойкость (72,2–97,8%) (табл. 2).

Во второй год жизни наблюдали снижение зимостойкости по сравнению с уровнем первого года, связанное с изреживанием травостоев вследствие поражения склеротиниозом (гибель растений на некоторых делянках достигала 19%). В целом селекционные популяции клевера хорошо перезимовали (70,7–84,3%) при незначительных отличиях между исходными и прошедшими рекуррентный отбор.

2. Биологическая характеристика гибридов клевера лугового (посев 2005 г.)

Популяция	Происхождение	Вариант*	Зимостойкость растений, %		Высота растений, см (2-й год жизни)	
			год жизни		1-й укос	2-й укос
			1-й	2-й		
ГПФ-60-2	Фаленский 1 × Трио	1	97,8	83,3	68,8 ± 2,9	58,7 ± 2,6
		2	93,3	76,3	73,6 ± 1,8 ⁱ⁾	65,0 ± 2,4 ^{is)}
ГПФ-61-2	Трио × (Дымковский × дикорастущие, Московская обл.)	1	81,1	70,7	65,4 ± 2,1	63,0 ± 2,5
		2	72,2	70,7	67,7 ± 1,0	63,6 ± 2,4 ^{s)}
ГПФ-62-2	(Зиновский × Марино) × ПСО-91	1	90,6	73,7	60,7 ± 1,3	59,3 ± 3,1
		2	95,6	75,7	64,8 ± 1,2 ⁱ⁾	63,6 ± 2,6 ^{s)}
ГПФ-63-2	(Кировский 159 × дикорастущие, Московская обл.) × (дикорастущие, Горьковская обл. × Зиновский)	1	93,3	75,8	70,8 ± 3,3	62,9 ± 1,8
		2	97,8	78,0	71,6 ± 3,8	64,3 ± 2,1 ^{s)}
ГПФ-64-2	(Кировский 159 × дикорастущие, Московская обл.) × Кировский 159	1	86,7	78,0	65,2 ± 1,9	61,9 ± 2,4
		2	87,8	80,0	67,5 ± 1,9	62,3 ± 2,5 ^{s)}
ГПФ-65-2	Дымковский – инцухт	1	96,7	81,0	74,9 ± 2,5	63,2 ± 3,4
		2	90,0	79,3	73,4 ± 3,0	63,9 ± 1,6 ^{s)}
ГПФ-66-2	Трио × ПСО-91	1	97,8	80,0	75,7 ± 2,8	59,0 ± 2,7
		2	95,6	79,7	77,2 ± 3,1	61,0 ± 3,9
ГПФ-67-2	(дикорастущие, Горьковская обл. × Зиновский) × (Кировский 159 × дикорастущие, Московская обл.)	1	88,9	80,7	74,0 ± 3,9	60,2 ± 2,4
		2	91,1	80,3	70,7 ± 3,3	59,3 ± 1,7
ГПФ-72-2	Кировский 159 × (Кировский 159 × дикорастущие, Московская обл.)	1	95,6	84,3	74,5 ± 3,5	62,5 ± 3,2
		2	92,2	78,7	81,2 ± 3,8 ^{s)}	61,3 ± 1,7 ^{s)}
Дымковский, стандарт			97,8	88,7	71,8 ± 3,7	56,7 ± 2,8

* 1 — исходная форма; 2 — отбор на инфекционном фоне;

ⁱ⁾ отклонение от исходной формы статистически значимо ($p \leq 0,05$);

^{s)} отклонение от стандарта статистически значимо ($p \leq 0,05$);

^{is)} отклонение от исходной формы и стандарта статистически значимо ($p \leq 0,05$).

По высоте растений первого укоса у большинства селекционных номеров не выявлено значимых отличий между сравниваемыми формами, достоверное ее превышение к исходной популяции — у ГПФ-60-2 и ГПФ-62-2, к стандарту — у ГПФ-72-2, которая также отличилась наибольшим значением признака (81,2 см).

Во втором укосе максимальной высоты достигла гибридная популяция ГПФ-60-2 (65,0 см), достоверно превысив исходную форму (+1,3 см) и стандарт (+3,1 см); также значимо превзошли стандарт Дымковский шесть гибридов, прошедших рекуррентный отбор: ГПФ-61-2, ГПФ-62-2, ГПФ-63-2, ГПФ-64-2, ГПФ-65-2, ГПФ-72-2.

Внутрисортной отбор устойчивых массы у гибридов клевера по годам к корневым гнилям биотипов обеспечил пользования в среднем по вариантам достоверное увеличение сбора сухой (табл. 3).

3. Кормовая продуктивность гибридов клевера лугового (посев 2005 г.)

Селекционная популяция	Сбор сухого вещества (в сумме за два укоса)					
	1-й год пользования		2-й год пользования		в среднем за цикл	
	кг/м ²	± к исходной форме	кг/м ²	± исходной форме	кг/м ²	± к исходной форме
ГПФ-60-2	1,39	-0,06	2,16	+0,04	1,78	0,00
ГПФ-61-2	1,37	-0,01	2,36	-0,02	1,87	-0,01
ГПФ-62-2	1,21	+0,03	2,09	+0,16*	1,65	+0,10*
ГПФ-63-2	1,21	-0,34	2,57	+0,12*	1,89	-0,11
ГПФ-64-2	1,66	+0,16**	2,82	+0,64**	2,24	+0,30**
ГПФ-65-2	1,45	0,00	2,53	+0,36*	1,99	+0,18*
ГПФ-66-2	1,38	+0,16*	2,02	-0,28	1,70	-0,06
ГПФ-67-2	1,69	+0,42**	2,46	+0,24*	2,08	+0,34*
ГПФ-72-2	1,59	+0,40*	2,32	-0,19	1,96	+0,11*
Среднее	1,44	+0,09*	2,37	+0,10*	1,97	+0,16*
Дымковский, стандарт	1,52	—	2,51	—	2,01	—
НСР ₀₅ (А)	0,13		0,15		0,11	
(В)	0,06		0,07		0,05	

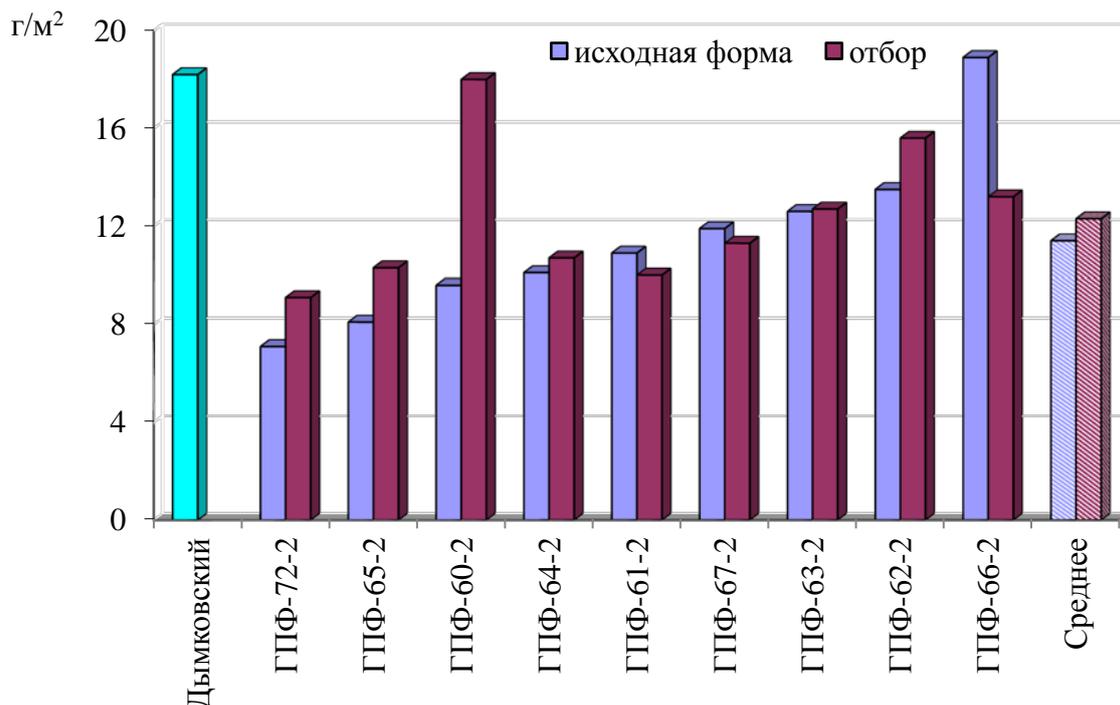
Примечание: фактор А — селекционная популяция;
 фактор В — вариант (исходная форма/контроль);
 *превышение к исходной форме достоверно ($P \geq 0,95$);
 **превышение к исходной форме и стандарту достоверно ($P \geq 0,95$).

В первый год урожайность гибридов составила 1,44, во второй — 2,37 кг/м², что соответственно на 0,09 и 0,10 кг/м² выше, чем у исходных форм (НСР_{05(В)} = 0,06 и 0,07 кг/м²). Наибольшие показатели и статистически доказанное превышение над исходными формами и стандартом получены в первый год пользования у ГПФ-67-2 (1,69 кг/м²), в оба года пользования — у ГПФ-64-2 (1,66 и 2,82 кг/м²) при показателях Дымковского 1,52 и 2,51 кг/м² соответственно в первый и второй годы пользования.

По результатам законченного цикла изучения, в среднем за два года укосного использования травостоя значимые прибавки сухой массы по отношению к исходным формам (+0,10...+0,30 кг/м², НСР_{05(В)} = 0,05 кг/м²) получены у пяти гибридов: ГПФ-62-2, ГПФ-64-2, ГПФ-65-2, ГПФ-67-2, ГПФ-72-2. Выделена популяция ГПФ-64-2 с достоверным превышением сбора сухого вещества к стандарту Дымковский как по годам пользования, так и в среднем за цикл исследований.

Рекуррентный внутривидовой отбор на полевом искусственном инфекционном фоне также повлиял на изменение урожайности семян — отмечена общая тенденция ее увеличения в сравнении с исходными формами (в среднем 12,3/11,4 г/м²). По данному признаку гибриды ГПФ-62-2, ГПФ-65-2, ГПФ-72-2,

ГПФ-60-2 превысили исходные формы на 15,6, 27,2, 28,2 и 87,5% соответственно; у ГПФ-61-2, ГПФ-63-2, ГПФ-64-2, ГПФ-72-2 не выявлено существенных различий между исходной и прошедшей отбор популяциями; наибольшей урожайностью (18,0 г/м²) отличилась ГПФ-60-2 — на уровне стандарта Дымковский (рис. 3).



исходная форма	18,2	7,1	8,1	9,6	10,1	10,9	11,9	12,6	13,5	18,9	11,4
отбор		9,1	10,3	18,0	10,7	10,0	11,3	12,7	15,6	13,2	12,33

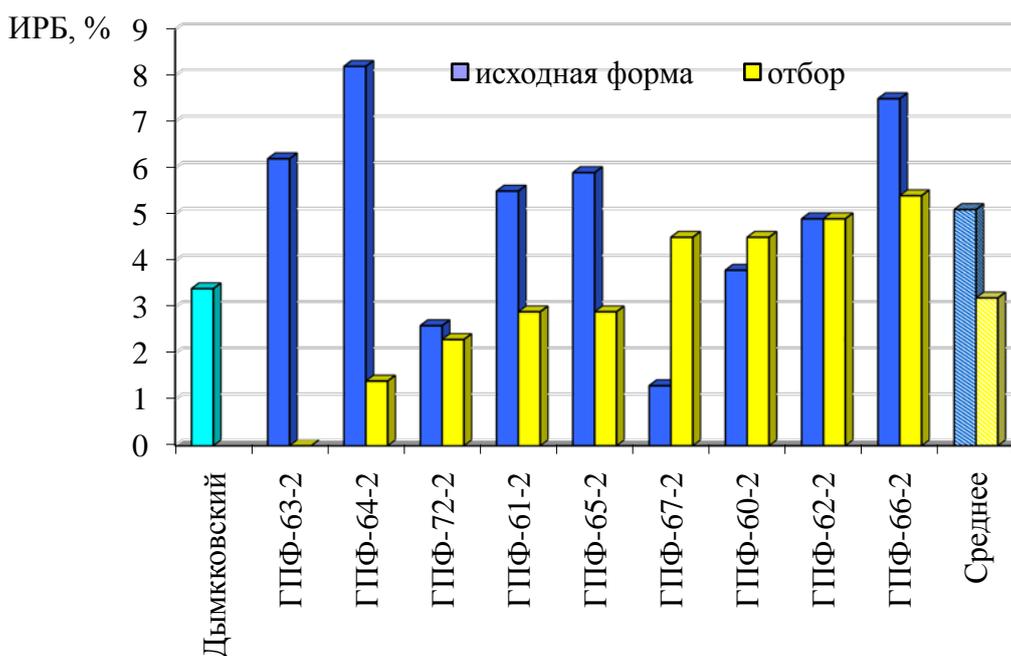
Рис. 3. Урожайность семян у гибридов клевера лугового (1-й год пользования, 2006 г.)

Анализ корневой системы растений после первой перезимовки выявил очень слабую степень поражения (менее 10%) внутрикоровыми гнилями у всех изучаемых вариантов. В среднем по группе популяции с отбором имели признаки заболевания меньшей интенсивности (интенсивность развития болезни: ИРБ = 3,2%), чем их исходные формы (ИРБ = 5,1%) (рис. 4).

Пять гибридов (ГПФ-72-2, ГПФ-61-2, ГПФ-65-2, ГПФ-63-2, ГПФ-64-2) были

поражены слабее популяций без отбора на 0,3–6,8% и на 0,5–3,4% — стандарта Дымковский.

Следует выделить селекционную популяцию ГПФ-63-2, которая после перезимовки не имела признаков заболевания (ИРБ = 0,0%), тогда как ее исходная форма была поражена на 6,2%, и популяцию ГПФ-64-2, которая при минимальной степени поражения (ИРБ = 1,4%), превысила по устойчивости исходную форму на 6,8%.



исходная форма	3,4	6,2	8,2	2,6	5,5	5,9	1,3	3,8	4,9	7,5	5,1
отбор		0,0	1,4	2,3	2,9	2,9	4,5	4,5	4,9	5,4	3,2

Рис. 4. Интенсивность поражения корневыми гнилями гибридов клевера лугового (весна, второй год жизни, 2006 г.)

Оценка устойчивости гибридных популяций клевера лугового к корневой гнили дана на основании результатов анализа корней осенью второго года жизни. Отмечена тенденция усиления заболевания в сравнении с весенней оценкой и эффект «выравнивания»: средняя интенсивность поражения по исследуемым группам соответствовала 20,8, 20,9% (рис. 5).

Наибольшее развитие болезни (25,8–29,4%), характеризующее среднюю устойчивость, наблюдали у гибридов без отбора (ГПФ-61-2, ГПФ-62-2), с отбором (ГПФ-67-2, ГПФ-72-2).

У остальных популяций выявлена слабая степень развития корневых гнилей (ИРБ = 14,2–22,4%), свидетельствующая об устойчивости к заболеванию.

У пяти гибридов, прошедших отбор на инфекционном фоне (ГПФ-63-2, ГПФ-60-2, ГПФ-66-2, ГПФ-61-2, ГПФ-62-2), интенсивность поражения была на 2,4–7,0% слабее, чем у исходных форм, а четыре популяции (ГПФ-63-2, ГПФ-60-2, ГПФ-66-2, ГПФ-65-2) с развитием болезни 15,2–18,4% были достоверно устойчивее стандарта ($НСР_{05} = 5,2\%$) при интенсивности поражения Дымковского 24,4%.

В оба срока учета большей устойчивостью к болезни и меньшей интенсивностью поражения корневой системы в сравнении с другими селекционными популяциями, исходной формой и стандартом характеризовалась ГПФ-63-2 (ИРБ = 0,0% весной, 15,2% осенью второго года жизни).

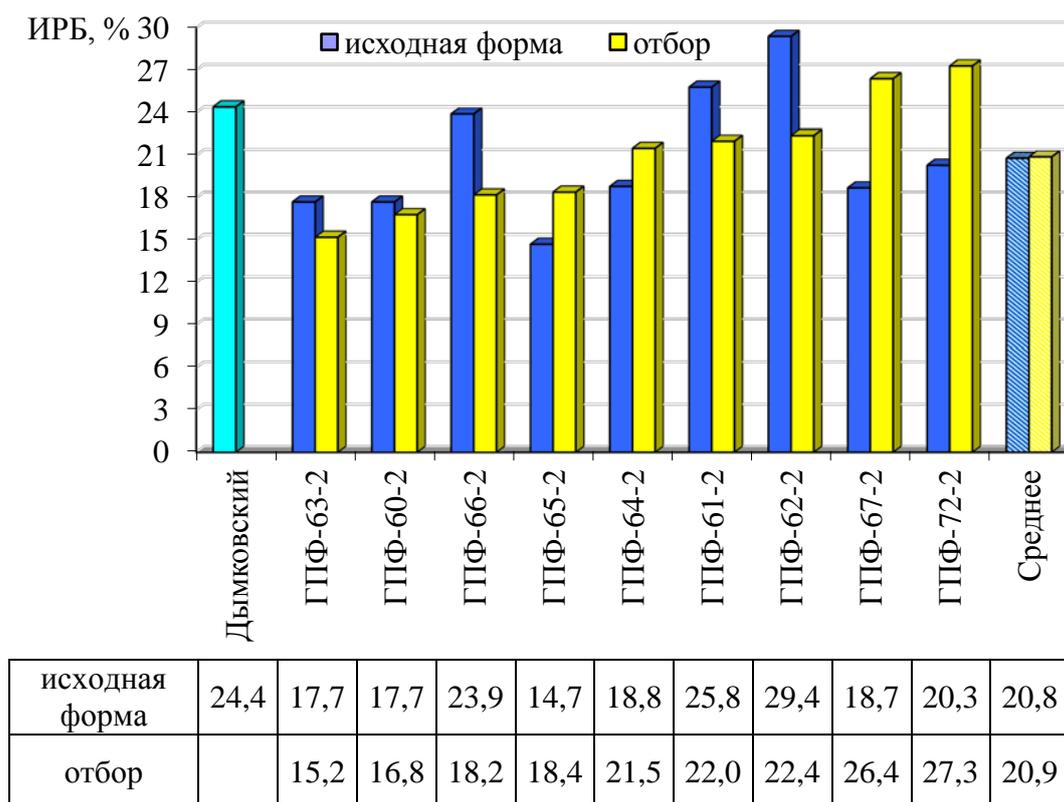


Рис. 5. Интенсивность поражения корневыми гнилями гибридов клевера лугового (осень, второй год жизни, 2006 г.)

Заключение. По результатам наших исследований подтверждена эффективность использования метода рекуррентного биотипического отбора на искусственном инфекционном фоне в создании селекционного материала клевера лугового, сочетающего комплекс хозяйственно полезных признаков с повышенной устойчивостью к корневым гнилям. Сформированные таким образом селекционные популяции характеризуются высокой зимостойкостью в первый и второй годы жизни в различных условиях осенне-зимнего периода. У гибридов данной группы отмечена общая тенденция увеличения кормовой и семенной продуктивности и меньшая поражае-

мость корневой гнилью во второй год жизни травостоев.

Для дальнейшей селекционной работы нами выделены перспективные, прошедшие отбор на инфекционном фоне, устойчивые к корневым гнилям гибридные популяции: ГПФ-64-2 — с достоверно высоким относительно стандарта Дымковский сбором сухого вещества по годам пользования и в среднем за цикл исследований; ГПФ-60-2 — с урожайностью семян на уровне стандарта и превышением исходной формы на 87,5%; ГПФ-63-2 — с наименьшей степенью поражения корневой системы в сравнении с другими селекционными популяциями, исходной формой и стандартом.

Литература

1. Вердеревский Д.Д. Иммуитет растений к паразитарным заболеваниям. – М. : Сельхозиздат, 1959. – 372 с.
2. Вавилов Н.И. Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям: Избранные произведения. – Л. : Наука, 1967. – С. 260–362.
3. Ермоленко Н.Л. Селекция многолетних бобовых трав на устойчивость к корневым гнилям и раку // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси : Материалы юбилейной междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию образования Института земледелия (29 июня 2007 г., г. Жодино). – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – С. 120–121.
4. Пуца Н.М., Разгуляева Н.В., Костенко Н.Ю. Значение инфекционных фонов в селекции кормовых культур // Кормопроизводство: проблемы и пути решения. – М. : ВНИИК, 2007. – С. 371–377.
5. Четверных Л.М., Коромыслова М.И., Ворончихина А.П. Влияние отбора в условиях инфекционного фона на продуктивность клевера лугового // Селекция, семеноводство и сортовая агротехника многолетних трав в Северо-Западной зоне РСФСР. – Л., 1983. – С. 52–56.
6. Крылова Л.М. Внутрисортной отбор в селекции клевера лугового на устойчивость к корневым гнилям // Тез. докл. II съезда Вавиловского общества генетиков и селекционеров (1–5 февраля 2000 г.). – Санкт-Петербург, 2000. – Т. 1. – С. 319–320.
7. Марченко Л.В., Липовцына Т.П. Оценка сортов клевера лугового на устойчивость к фузариозу в условиях Северного Зауралья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2011. – № 9–10. – С. 52–55.
8. Тумасова М.И., Грипась М.Н., Демшина Н.А., Онучина О.Л., Никифорова Е.В. Экологическая селекция клевера лугового в Северо-Восточном регионе Нечерноземной зоны РФ // Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового. Результаты 25-летних исследований творческого объединения ТОС «Клевер». – М. : Эльф ИПР, 2012. – С. 57–76.
9. Арзамасова Е.Г. Создание селекционного материала клевера лугового (*Trifolium pratense* L.), толерантного к фузариозной корневой гнили в условиях Северо-Восточного региона европейской части России : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 – селекция и семеноводство с.-х. растений. – М. : Московский НИИСХ «Немчиновка», 2011. – 24 с.
10. Методические рекомендации по изучению устойчивости кормовых культур к возбудителям грибных болезней на полевых искусственных инфекционных фонах. – М. : ВНИИК, 1999. – 39 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References

1. Verderevskiy D.D. Immunitet rasteniy k parazitarnym zabolevaniyam [Plant immunity to parasitic diseases]. Moscow, Selkhozizdat Publ., 1959, 372 p.
2. Vavilov N.I. Uchenie ob immunitete rasteniy k infektsionnym zabolevaniyam: Izbrannye proizvedeniya [Theory of plant immunity to infection diseases: Selected works]. Leningrad, Nauka Publ., 1967, pp. 260–362.
3. Ermolenko N.L. Seleksiya mnogoletnikh bobovykh trav na ustoychivost' k kornevym gnilyam i raku [Breeding of perennial leguminous grasses for resistance to root rot and sclerotinia]. *Problemy i puti povysheniya effektivnosti rastenievodstva v Belarusi* [Problems and ways to improve the efficiency of crop production in Belarus : Proc. Int. scientific-practical conf. (29 June 2007, Zhodino)]. Minsk, IVTS Minfin Publ., 2007, pp. 120–121.
4. Putsa N.M., Razgulyaeva N.V., Kostenko N.Yu. Znachenie infektsionnykh fonov v seleksii kormovykh kul'tur [Meaning of infectious backgrounds in breeding of fodder crops].

- Kormoproizvodstvo: problemy i puti resheniya* [Fodder production: problems and solutions]. Moscow, All-Russian Fodder Research Institute Publ., 2007, pp. 371–377.
5. Chetvernykh L.M., Koromyslova M.I., Voronchikhina A.P. Vliyaniye otbora v usloviyakh infektsionnogo fona na produktivnost' klevera lugovogo [Effect of selection in the conditions of an infectious background on the productivity of red clover]. *Selektsiya, semenovodstvo i sortovaya agrotekhnika mnogoletnikh trav v Severo-Zapadnoy zone RSFSR* [Breeding, seed growing and varietal agrotechnology of perennial grasses in the North-West zone of the RSFSR]. Leningrad, 1983, pp. 52–56.
 6. Krylova L.M. Vnutrisortovoy otbor v selektsii klevera lugovogo na ustoychivost' k kornevym gnilyam [Intravarietal selection in breeding of red clover for resistance to root rot]. *Tezisy dokladov II s"yezda Vavilovskogo obshchestva genetikov i selektsionerov (1–5 fevralya 2000 g.)* [Thesis of reports II Congress of the Vavilov Society of Genetics and Breeders (1–5 February 2000)]. Saint-Petersburg, 2000, vol. 1, pp. 319–320.
 7. Marchenko L.V., Lipovtysna T.P. Otsenka sortov klevera lugovogo na ustoychivost' k fuzariozu v usloviyakh Severnogo Zaural'ya [Evaluation of red clover varieties for resistance to *Fusarium* in the conditions of the Northern Trans-Urals]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Siberian herald of agricultural sciences], 2011, no. 9–10, pp. 52–55.
 8. Tumasova M.I., Gripas M.N., Demshina N.A., Onuchina O.L., Nikiforova E.V. Ekologicheskaya selektsiya klevera lugovogo v Severo-Vostochnom regione Nechernozemnoy zony RF [Ecological breeding of red clover in the North-East region of the Nonchernozem zone of the Russian Federation]. *Ekologicheskaya selektsiya i semenovodstvo klevera lugovogo. Rezul'taty 25-letnikh issledovaniy tvorcheskogo ob"edineniya TOS «Klever»* [Ecological breeding and seed growing of red clover. The results of 25 years of research in breeders creative union "Clover"]. Moscow, El'f IPR Publ., 2012, pp. 57–76.
 9. Arzamasova E.G. Sozdanie selektsionnogo materiala klevera lugovogo (*Trifolium pratense* L.), tolerantnogo k fuzarioznoy kornevoy gnili v usloviyah Severo-Vostochnogo regiona evropeyskoy chasti Rossii [Creating of red clover (*Trifolium pratense* L.) selection material tolerant to *Fusarium* root rot in the European North-East region of Russia : Author's abstract of dis ... candidate sciences (Agr.)]. Moscow, 2011, 24 p.
 10. Metodicheskie rekomendatsii po izucheniyu ustoychivosti kormovykh kul'tur k vzbuditelyam gribnykh bolezney na polevykh iskusstvennykh infektsionnykh fonakh [Guidelines for the study of the resistance of forage crops to pathogens of fungal diseases in the field artificial infectious backgrounds]. Moscow, All-Russian Fodder Research Institute Publ., 1999, 39 p.
 11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methods of field experiment]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 351 p.