



Научная статья

УДК 633.313:631.5:631.53.02(470.40/43)

doi: 10.55186/25876740_2023_66_5_484

АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

И.В. Епифанова

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. Исследования проводили в 2020-2022 гг. на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». Материалом для исследований служили 10 сортообразцов люцерны ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» и ТатНИИСХ. Научная новизна исследований заключается в изучении продуктивности, уровня стабильности и стрессоустойчивости новых сортообразцов люцерны. Цель работы — изучить адаптивные показатели по кормовой продуктивности люцерны в условиях лесостепи Среднего Поволжья. В год посева проводили фенологические наблюдения, подсчет густоты всходов и сохранности растений, оценку по кустистости, окраске, архитектонике, облиственности и интенсивности отрастания. Учет зеленой массы начали проводить с первого года пользования (2020 г.) в фазе бутонизации (2 укоса) поделочно. Доля влияния на признак «сбор сухого вещества» фактора «сортообразец» составляла 15,82%, доля влияния «условия возделывания» — 65,56%, что говорит об определяющем влиянии среды на величину данного признака. В результате исследований были определены три лучших сортообразца люцерны изменчивой: № 2, 4 и 5 (Урожайная 3, Индивидуальный отбор из Марусинской 425, ВИК № 27), имеющие максимальную продуктивность, стабильность и пластичность в условиях Пензенской области. Данные образцы обладали ценными признаками: низкий коэффициент вариации, высокая стрессоустойчивость, генетическая гибкость и показатель уровня стабильности сорта. Наибольший урожай зеленой массы и сбор сухого вещества — 42,29 т и 11,33 т/га (+8,5 и 10,3% к стандарту) сформировал сортообразец № 5 (ВИК № 27), имеющий высокий коэффициент адаптивности (1,06), уровень стабильности ПУСС (4,01), экологическую устойчивость сорта (6,67) и высокий коэффициент пластичности (1,12).

Ключевые слова: люцерна, сортообразец, кормовая продуктивность, коэффициент вариации, адаптивность, пластичность, стабильность

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания (FGSS-2022-0008) ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур».

Original article

AGROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF ALFALFA CHANGEABLE IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

I.V. Epifanova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The research was carried out in 2020-2022 at the experimental field of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture”. The material for research was 10 varieties of alfalfa Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture” and TatNIISH. The scientific novelty of the research lies in the study of productivity, the level of stability and stress resistance of new varieties of alfalfa. The purpose of the work is to study adaptive indicators of alfalfa feed productivity in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. In the year of sowing, phenological observations were carried out, the density of seedlings and the preservation of plants were calculated, bushiness, coloration, architectonics, leafiness and intensity of regrowth were evaluated. The accounting of the green mass began to be carried out from the first year of use (2020) in the budding phase (2 mowing) separately. The share of influence on the “collection of dry matter” attribute of the “varietal” factor was 15.82%, the share of influence of “cultivation conditions” was 65.56%, which indicates the determining influence of the environment on the magnitude of this attribute. As a result of the research, three best samples of variable alfalfa were identified: No. 2, 4 and 5 (Yield 3, Individual selection from Marusinskaya 425, VIC No.27), having maximum productivity, stability and plasticity in the conditions of the Penza region. These samples had valuable characteristics: low coefficient of variation, high stress resistance, genetic flexibility and an indicator of the level of stability of the variety. The highest yield of green mass and collection of dry matter — 42.29 t and 11.33 t/ha (+8.5 and 10.3% to the standard) formed the variety type No.5 (VIC No.27), which has a high coefficient of adaptability (1.06), the level of stability of the PUSS (4.01), ecological stability of the variety (6.67) and a high coefficient of plasticity (1.12).

Keywords: alfalfa, varietal, feed productivity, coefficient of variation, adaptability, plasticity, stability

Acknowledgments: the research was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State Task (FGSS-2022-0008) of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops.

Введение. Люцерна является одной из наиболее ценных кормовых культур, способной во многих регионах России решать проблему устранения дефицита растительного белка в рационах животных из-за высокой экологической пластичности, долголетия, высокой урожайности и других ценных качеств [1, 2].

Получение генетически однородных биотипов в качестве исходных форм, с широкой

адаптацией и сочетанием высокого потенциала продуктивности с устойчивостью к влиянию окружающей среды является основной целью селекции люцерны [3]. Основным свойством адаптивности является стабильность под действием экологических факторов и способность к изменчивости признаков. По пластичности и стабильности урожайности судят об адаптивности к условиям среды. Взаимодействие

«генотип x среда» изучаемого генотипа определяется по стабильности и пластичности [4].

Научная новизна проведенных исследований заключается в изучении продуктивности, уровня стабильности и стрессоустойчивости новых сортообразцов люцерны.

Цель работы — изучить адаптивные показатели по кормовой продуктивности люцерны в условиях лесостепи Среднего Поволжья.



Методика исследований. Исследования проводили в 2020-2022 гг. на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». Материалом для исследований служили 10 сортообразцов люцерны ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» и ТатНИИСХ.

Схема опыта:

Фактор А — сорта люцерны: 1-10 (список приведен в таблице 1).

Фактор В — (годы) условия возделывания: 1. 2020 г.; 2. 2021 г.; 3. 2022 г.

Опыт с люцерной изменчивой заложен в июне 2019 г., в нем проходят оценку 10 сортообразцов в 4 повторениях. Посев беспокровный, летний. Площадь делянки — 10 м², ширина междурядий — 0,15 м, норма высева — 7,5 млн всхожих семян/га (15 кг/га). В качестве стандарта использовали сорт Камелия.

В год посева проводили фенологические наблюдения, подсчет густоты всходов и сохранности растений, оценку по кустистости, архитектонике, облиственности и интенсивности отрастания. Учет зеленой массы проводили с первого года пользования (2020 г.) в фазе бутонизации (2 узоса) поделяночно.

Закладку полевых питомников, сопутствующие наблюдения, отборы, оценки и учеты, браковки проводили в соответствии с существующими методическими указаниями и рекомендациями (Методические указания по селекции многолетних трав, 1985; Методические указания по селекции и первичному семеноводству, 1993) [5, 6].

Почвенный покров опытного участка представлен выщелоченным среднетяжелосуглинистым черноземом. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: содержание гумуса — 6,2-6,3% по Тюрину и Симаковой (ГОСТ 26213-91); рН солевое — 5,3 потенциометрически (ГОСТ 26483-85); высокая емкость поглощения — 35,51-35,62 мг-экв./100 г почвы по Каппену (ГОСТ 27821-88), Н гидр. — 5,46 по Каппену (ГОСТ 26212-91); содержание легкогидролизуемого азота — 85-97 мг/кг по Корнфилду, содержание подвижного фосфора — 165 и обменного калия — 133 мг/кг почвы по Чирикову (ГОСТ 26204-91).

Математическую обработку результатов, долю вкладов факторов в формирование продуктивности и коэффициент вариации определяли по соответствующей методике Б.А. Доспехова [7].

Индексы (Y min-Y max), (Y min+Y max/2) определены по методике А.А. Rossielle и J. Hamblin [8].

Общая адаптивная способность (bi) и стабильность (s2d1) рассчитаны по методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой [9].

Индекс условий среды, экологическая пластичность определены по методике S.A. Eberhart и W.A. Russel [10].

Экологическая устойчивость рассчитана по уравнению $Y_{max}-Y_{min}$ согласно методике А.А. Rossielle и J. Hamblin [8]. Уровень устойчивости к стрессовым условиям произрастания (Y_2-Y_1) определен по методике А.А. Гончаренко [11].

Размах урожайности (d) рассчитан по В.А. Зыкину [12].

Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) и индекс стабильности (ИС) рассчитаны по методике Э.Д. Неттевича [13].

Результаты исследований. Метеорологические условия в годы исследований были различными по температурному режиму и влагообеспеченности.

Начало отрастания люцерны в условиях 2020 г. проходило 12 апреля при пониженной температуре воздуха и обильном увлажнении (-2,8°C и +28,2 мм к норме). Период отрастания-цветения характеризовался незначительной засухой — ГТК=0,88 и сумма активных температур 607°C. Достаточное увлажнение с апреля по май (+20,8 и +11,7 мм) способствовало получению максимальной кормовой продуктивности за годы пользования. За вегетационный период ГТК составил 0,77 ед. при сумме активных температур 1932°C. Кормовая продуктивность была на уровне 45,35-55,78 т/га и сбор сухого вещества — 11,57-14,10 т/га. По сбору сухого вещества все изучаемые сортообразцы за исключением № 3 (Зимостойкая 4) обеспечили существенный рост продуктивности — 13,07-14,10 т/га (+13,0-21,7% к ст.) (табл. 1).

Начало отрастания люцерны в условиях 2021 г. отмечено 14 апреля при благоприятных условиях (+4,2°C и +7,3 мм к норме). Межфазный период отрастания-бутонизации проходил на фоне достаточного увлажнения (49,9 мм осадков) и среднесуточной температуре 10,0°C. В целом за вегетационный период наблюдался дефицит осадков в мае (-4,5 мм к норме) и их избыток в III декаде июня и II декаде августа. ГТК был на уровне 1,04 ед., что характерно для нормального увлажнения, но нестабильная влагообеспеченность отразилась на урожайности люцерны второго года пользования. За годы пользования кормовая продуктивность была минимальной — урожай зеленой

массы составил 24,78-29,36 т/га, сбор сухого вещества — 6,30-7,59 т/га без превышения над стандартом.

Начало отрастания люцерны в условиях 2022 г. было отмечено 17 апреля в условиях повышенной температуры воздуха (+4,1°C к норме) и хорошего увлажнения. Фаза отрастания — бутонизации проходила также при достаточном увлажнении (23,0 мм осадков) и среднесуточной температуре 16,8°C. В целом вегетационный период также отличался неравномерным выпадением осадков: обилием в мае и июле (+18,4 и +32,5 мм к норме) и их отсутствием на фоне высоких температур в августе (+4,3°C к норме). ГТК=0,97 ед., что характерно для нормального увлажнения. Продуктивность сухого вещества находилась в пределах 10,77-12,95 т/га и существенное превышение — 12,46-12,95 т/га (+6,5-10,7% к ст.) обеспечили два образца — № 4 и № 5.

В среднем за 3 года пользования (2020-2022 гг.) по урожаю зеленой массы — 42,02-43,95 т/га три образца достоверно превысили стандарт на 7,8-12,7%. Достоверный рост продуктивности сухого вещества — 11,07-11,33 т/га обеспечили три образца: — № 2, 4 и 5 (+7,6-10,3% к ст.). По выходу переваримого протеина пять сортообразцов обеспечили существенный рост продуктивности — 1,36-1,56 т/га (+6,5-21,7% к ст.).

Двухфакторный дисперсионный анализ показал существенное влияние на признак «сбор сухого вещества» сортообразцов, условий и их взаимодействия (F факт. > F теор.) (табл. 2).

Доля влияния на признак «сбор сухого вещества» фактора «сортообразец» составляла 15,82%, доля влияния «условия возделывания» — 65,56%, что говорит об определяющем влиянии среды на величину данного признака.

Отклик генотипа на улучшение условий выращивания характеризует коэффициент линейной регрессии bi по методу Эберхарта и Рассела, а по дисперсии σ_d^2 определяется стабильность сорта в различных условиях среды.

Для вычисления коэффициента линейной регрессии определяется индекс условий среды. Совокупность индексов характеризует изменчивость условий, в которых возделываются сорта в данном опыте. Лучшие условия для роста и развития генотипов складываются при положительном значении условий среды, худшие при отрицательном. Согласно проведенным нами исследованиям лучшие условия для возделывания сортообразцов люцерны

Таблица 1. Продуктивность образцов люцерны изменчивой по годам пользования (2020-2022 гг.)
Table 1. Productivity of alfalfa samples variable by years of use (2020-2022)

№ образца	Название образца	Урожайность зеленой массы, т/га				Сбор сухого вещества, т/га			
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее
St	Камелия	45,35	25,43	42,26	37,68	11,57	7,55	11,70	10,27
1	Крупносемянная 5	52,72	28,50	40,02	40,42	13,77	7,59	10,77	10,71
2	Урожайная 3	55,58	27,31	47,74	43,54	14,10	7,26	11,79	11,07
3	Зимостойкая 4	47,80	28,52	38,56	38,29	12,38	7,04	10,80	10,07
4	Индивидуальный отбор из Марусинской 425	52,89	29,19	44,54	42,21	13,64	7,31	12,46	11,14
5	ВИК № 27	52,88	30,96	46,24	43,36	13,85	7,18	12,95	11,33
6	Сарга от СП-03	53,02	28,01	41,22	40,75	13,43	6,49	11,58	10,50
7	Гигантелла 1	52,58	26,85	42,43	40,62	13,36	6,30	11,85	10,51
8	Жидруне	50,23	26,70	41,68	39,54	13,07	7,21	11,22	10,50
9	Индивидуальный отбор из Мечты	52,35	25,57	39,80	39,23	13,25	7,27	11,23	10,58
	НСР ₀₅	3,19	1,72	2,81	2,57	0,83	0,50	0,76	0,70
	%	7,04	6,78	6,65	6,82	7,21	6,69	6,54	6,81



сложилось в 2020 г. (+2,58), а неблагоприятные — в 2021 г. (-3,55).

В ходе исследований было установлено, что в среднем за 2020-2022 гг. сбор сухого вещества люцерны колебался от 10,27 до 11,33 т/га. В среднем за 3 года пользования наибольшая продуктивность сформирована у двух сортообразцов — № 5 и № 4 (ВИК № 27, Индивидуальный отбор из Марусинской 425) — 11,33 и 11,14 т/га при продуктивности стандарта 10,27 т/га (табл. 3).

Анализ коэффициента вариации сбора сухого вещества люцерны показал, что более высокий показатель — 31,52-35,40% характерен для четырех образцов: № 2, 5, 6 и 7.

Согласно коэффициенту пластичности и вариансе стабильности определяется экологическая пластичность по методике Эберхарта и Рассела.

Влияние условий возделывания определяется согласно предположению о корректности линейной регрессии с особенностью отклика генотипов на экологические условия. Коэффициент линейной регрессии b_i отражает степень реакции на изменение условий возделывания.

Чем больше значение коэффициента, тем выше степень отзывчивости сорта на изменения условий. При разных условиях возделывания это позволяет давать оценку пластичности и стабильности. Сорт обладает большей отзывчивостью на улучшение условий возделывания при $b_i > 1$, и в этом случае возможна его наибольшая отдача. Сорт имеет меньшую отзывчивость на изменение условий среды, чем в среднем весь набор изучаемых сортов, при $b_i < 1$. В данном случае сорта лучше использовать на экстенсивном фоне, где возможна наибольшая отдача при минимальных затратах. Сорта имеют полное соответствие изменениям продуктивности к изменению условий возделывания при $b_i = 1$ [14]. Три образца: № 5, 6 и 7 при $b_i = 1,12-1,16$ целесообразнее использовать в интенсивных условиях. Стандарт Камелия и четыре образца: № 3, 1, 8 и 9 с коэффициентом регрессии b_i от 0,70 до 0,94 отличаются слабой отзывчивостью на уровень агротехники и проявляют ценные признаки при возделывании в экстремальных условиях.

Наиболее стабильными по сбору сухого вещества являются: № 1 и 2. Относительно средняя стабильность — 0,12-0,14 характерна для

образцов: № 3, 4, 5 и 6. Самой низкой стабильностью обладали стандарт и образцы: № 9, 8 и 7 — 0,06-0,09.

Индекс разницы минимальной и максимальной урожайности ($Y_{\min} - Y_{\max}$) позволяет определить способность сорта формировать стабильную продуктивность и стрессоустойчивость при неблагоприятных условиях. Чем меньше разница между показателями продуктивности, тем выше стрессоустойчивость сорта и больше интервал приспособительных возможностей [15]. Высокую стрессоустойчивость — от -4,02 до -5,98 показали стандарт и три образца: № 3, 8 и 9.

Высокой генетической гибкостью и соответствием между генотипом и факторами среды — 10,48-10,68 характеризовались четыре образца: № 4, 5, 1 и 2.

Более низкий показатель размаха продуктивности в проведенных нами исследованиях — 34,7-44,9% имели стандарт и три образца: № 3, 8 и 1. Стабильность объекта увеличивается по мере снижения данного показателя, наибольшие значения — 30,3-37,6% были характерны для четырех сортообразцов (табл. 4).

Таблица 2. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа образцов люцерны по признаку «сбор сухого вещества» (2020-2022 гг.)

Table 2. Results of two-factor dispersion analysis of alfalfa samples on the basis of "collection of dry matter" (2020-2022)

Источники варьирования	Степени свободы	Средний квадрат (дисперсия)	F фактический	F теоретический	Доля фактора, %
Сортообразец (A)	9	10,50	10,50	2,13	15,82
Условия (B)	2	80,37	2477,94	3,18	65,56
Взаимодействие (AB)	18	9,01	9,01	1,95	5,90
Повторение условия	2	19,37	162,98	3,18	11,69
Случайное отклонение	58	0,12	-	-	1,03

Таблица 3. Показатели урожайности, экологической пластичности и стабильности образцов люцерны (2020-2022 гг.)

Table 3. Indicators of yield, environmental plasticity and stability of alfalfa samples (2020-2022)

№ образца	Сбор СВ, в среднем за 3 года, т/га	Колебания сбора СВ (min-max), т/га	Стрессоустойчивость $Y_2 - Y_1$	Генетическая гибкость сорта $\frac{Y_1 + Y_2}{2}$	Коэффициент линейной регрессии (пластичности) b_i	Варианса стабильности σ_d^2
St	10,27	7,55-11,57	-4,02	9,56	0,70	0,05
1	10,71	7,59-13,77	-6,18	10,68	0,93	0,16
2	11,05	7,26-14,10	-6,84	10,68	1,08	0,17
3	10,07	7,04-12,38	-5,34	9,71	0,85	0,12
4	11,14	7,31-13,64	-6,33	10,48	1,05	0,13
5	11,33	7,18-13,85	-6,67	10,51	1,12	0,13
6	10,50	6,49-13,43	-6,94	9,96	1,12	0,14
7	10,50	6,30-13,36	-7,06	9,83	1,16	0,09
8	10,50	7,21-13,07	-5,86	10,14	0,93	0,09
9	10,58	7,27-13,25	-5,98	10,26	0,94	0,06

Таблица 4. Параметры адаптивности, стабильности образцов люцерны по сбору сухого вещества (2020-2022 гг.)

Table 4. Parameters of adaptability, stability of alfalfa samples for collecting dry matter (2020-2022)

№ образца	Коэффициент вариации (CV), %	Размах продуктивности (d), %	Коэффициент адаптивности (КА)	Индекс стабильности, (L)	Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС), %	Экологическая устойчивость сорта	Стабильность ($S^2 d_1$)
St	22,94	34,7	0,96	0,45	4,60	4,02	44,80
1	28,87	44,9	1,00	0,37	3,97	6,18	36,68
2	31,52	48,5	1,04	0,35	3,87	6,84	37,70
3	27,20	43,1	0,94	0,37	3,73	5,34	36,32
4	30,21	46,4	1,04	0,37	4,11	6,33	39,97
5	31,96	48,2	1,06	0,35	4,01	6,67	39,08
6	34,21	51,7	0,98	0,31	3,22	6,94	31,39
7	35,40	52,9	0,98	0,30	3,11	7,06	30,31
8	28,52	44,8	0,98	0,37	3,87	5,86	37,65
9	28,75	45,1	0,99	0,37	3,89	5,98	37,92



Коэффициент адаптивности определяет продуктивные особенности образцов и оптимальное его значение от 1,0 и выше. В данном опыте коэффициент от 1,00 до 1,06 у четырех номеров: № 1, 2, 4 и 5.

Одним из важных параметров, характеризующих устойчивость проявления сорта в различных условиях, является индекс стабильности. Высокий индекс стабильности (L) характерен для образцов с большей стабильностью и приспособленностью к разным условиям возделывания. Максимальный индекс — 0,37-0,45 был отмечен у стандарта Камелия и пяти образцов: № 1, 3, 4, 8 и 9; данный показатель подтверждает их соответствие к возделыванию в данной сельскохозяйственной зоне.

Значение уровня стабильности сорта (ПУСС) является общим показателем гомостатичности и позволяет учитывать одновременно уровень стабильности урожайности сорта и способности отзываться на повышение уровня агрофона, сохраняя высокую продуктивность при ее ухудшении. Чем лучше сорт, тем выше данный показатель [15].

Более низким показателем экологической устойчивости — 4,02-5,86 характеризовались стандарт и два образца: № 3 и 8.

Большим диапазоном приспособленности к стрессовым условиям и лучшей стабильностью (s^2d1) — 37,9-44,8 характеризовались стандарт и четыре образца: № 4, 5, 1 и 9.

Заключение. В результате исследований были определены три лучших сортообразца люцерны изменчивой: № 2 (Урожайная 3), № 4 (Индивидуальный отбор из Марусинской 425) и № 5 (ВИК № 27), имеющие максимальную продуктивность, стабильность и пластичность в условиях Пензенской области. Образцы обладали ценными признаками: низкий коэффициент вариации, высокая стрессоустойчивость, генетическая гибкость и показатель уровня стабильности сорта.

Наибольший урожай зеленой массы и сбор сухого вещества — 42,29 и 11,33 т/га (+8,5 и 10,3% к стандарту) сформировал сортообразец № 5 (ВИК № 27), имеющий высокий коэффициент адаптивности (1,06), уровень стабильности ПУСС (4,01), стрессоустойчивость сорта (0,67) и высокий коэффициент пластичности (1,12).

Согласно проведенным нами исследованиям можно сделать вывод, что указанные образцы при различных погодных условиях существенно превышают стандарт по адаптивности и продуктивности.

Список источников

1. Косолапов В.М., Широкояд М.С. Применение препарата «Биотроф» при сенажировании и силосовании люцерны // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2022. № 11 (208). С. 52-65.
2. Епифанова И.В., Тимошкин О.А. Селекция люцерны для возделывания на кормовые цели в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Достижения науки

и техники АПК. 2019. Т. 33. № 11. С. 48-51. doi: 10.24411/0235-2451-2019-11110

3. Шатский И.М., Иванов И.С., Переpravо Н.И., Золотарев В.Н. и др. Селекция и семеноводство многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России. Научное издание. Воронеж: Воронежская областная типография, 2016. 236 с.
4. Сапега В.А. Потенциал урожайности, стрессоустойчивость и экологическая пластичность среднеранних сортов яровой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2016. № 2. С. 6-10.
5. Методические указания по селекции многолетних трав. М.: ВИР, 1985. 188 с.
6. Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав. М.: Россельхозакадемия, 1993. 112 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Rossielle, A.A., Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.*, no. 21 (6), pp. 943-946.
9. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Генетические основы селекции растений. Общая генетика растений. Минск, 2008. Т. 1. С. 50-56.
10. Eberhart, S.A., Russel, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.*, no. 6, pp. 36-40.
11. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Россельхозакадемии. 2005. № 6. С. 49-53.
12. Зыкин В.А., Белан И.А., Россеев В.М. Селекция яровой пшеницы на адаптивность: результаты и перспективы // Доклады РАХН. 2000. № 2. С. 5-7.
13. Неттевич Э.Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в Центральном районе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2001. № 3. С. 50-55.
14. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С. и др. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа, 2005. 100 с.
15. Левакова О.В. Результаты изучения адаптивно-экологических показателей новых сортов и перспективных линий озимой мягкой пшеницы в условиях Рязанской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2. С. 13-16.

References

1. Kosolapov, V.M., Shirokoryad, M.S. (2022). Primenenie preparata «Biotrof» pri senazhirovanii i silosovanii lyutserny [Application of the drug "Biotrof" during haylage and silage of alfalfa]. *Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i kormloproizvodstvo* [Feeding of agricultural animals and feed production], no. 11 (208), pp. 52-65.
2. Epifanova, I.V., Timoshkin, O.A. (2019). Seleksiya lyutserny dlya vozdelvaniya na kormovye tseli v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya [Selection of alfalfa for cultivation for forage purposes in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 33, no. 11, pp. 48-51. doi: 10.24411/0235-2451-2019-11110
3. Shatskii, I.M., Ivanov, I.S., Perepravo, N.I., Zolotarev, V.N. i dr. (2016). *Seleksiya i semenovodstvo mnogoletnikh trav v tsentral'no-chernozernom regione rossii*. *Nauchnoe izdanie*

[Selection and seed production of perennial grasses in the Central Chernozem region of Russia. Scientific publication]. Voronezh, Voronezh regional printing house, 236 p.

4. Sapega, V.A. (2016). Potentsial urozhainosti, stressooustoichivost' i ehkologicheskaya plastichnost' srednerannikh sortov yarovoi pshenitsy [Yield potential, stress resistance and environmental plasticity of medium-early spring wheat varieties]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 2, pp. 6-10.
5. VIR (1985). *Metodicheskie ukazaniya po seleksii mnogoletnikh trav* [Guidelines for the selection of perennial grasses]. Moscow, VIR, 188 p.
6. Russian Agricultural Academy (1993). *Metodicheskie ukazaniya po seleksii i pervichnomu semenovodstvu mnogoletnikh trav* [Guidelines for the selection and primary seed production of perennial grasses]. Moscow, Russian Agricultural Academy, 112 p.
7. Dospikhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy* [The methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results]. Moscow, Agropromizdat Publ., 351 p.
8. Rossielle, A.A., Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.*, no. 21 (6), pp. 943-946.
9. Kil'chevskii, A.V., Khotyleva, L.V. (2008). *Geneticheskoe osnovy seleksii rastenii. Obshchaya genetika rastenii* [Genetic bases of plant breeding. General plant genetics]. Minsk, vol. 1, pp. 50-56.
10. Eberhart, S.A., Russel, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.*, no. 6, pp. 36-40.
11. Goncharenko, A.A. (2005). Ob adaptivnosti i ehkologicheskoi ustoichivosti sortov zernovykh kul'tur [The adaptability and ecological stability of varieties of grain crops]. *Vestnik Rossel'khozakademii* [Bulletin of the Russian agricultural academy], no. 6, pp. 49-53.
12. Zykin, V.A., Belan, I.A., Rosseev, V.M. (2000). Seleksiya yarovoi pshenitsy na adaptivnost': rezul'taty i perspektivy [Breeding of spring wheat for adaptability: results and prospects] *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk* [Reports of the Russian academy of agricultural sciences], no. 2, pp. 5-7.
13. Nettevich, E.D. (2001). Potentsial urozhainosti rekomendovannykh dlya vozdelvaniya v tsentral'nom raione RF sortov yarovoi pshenitsy i yachmenya i ego realizatsiya v usloviyakh proizvodstva [Yield potential of the varieties of spring wheat and barley recommended for cultivation in the Central Region of the Russian Federation and its implementation in production conditions]. *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk* [Reports of the Russian academy of agricultural sciences], no. 3, pp. 50-55.
14. Zykin, V.A., Belan, I.A., Yusov, V.S. i dr. (2005). *Metodika rascheta i otsenki parametrov ehkologicheskoi plastichnosti sel'skokhozyaistvennykh rastenii* [Methodology for calculating and evaluating the parameters of the ecological plasticity of agricultural plants]. Ufa, 100 p.
15. Levakova, O.V. (2019). Rezul'taty izucheniya adaptivno-ehkologicheskikh pokazatelei novykh sortov i perspektivnykh linii ozimoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh Ryzanskoj oblasti [Results of the study of adaptive-ecological indicators of new varieties and promising lines of winter soft wheat in the conditions of the Rязan region]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 2, pp. 13-16.

Информация об авторе:

Епифанова Ирина Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0892-7153>, i.epifanova.pnz@fncl.ru

Information about the author:

Irina V. Epifanova, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of selection technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0892-7153>, i.epifanova.pnz@fncl.ru

