

УДК 633.31:631.52

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-68-71>

Оригинальное исследование/Original research

Игнатьев С.А.,
Регидин А.А.,
Кравченко Н.С.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «АНЦ «Донской», 347740, г. Зерноград, Научный городок, 3
E-mail: mnogoletnie.travy@mai.ru

Ключевые слова: люцерна, исходный материал, признак, урожайность зеленой массы, содержание сырого протеина, адаптивность, стабильность, отзывчивость

Для цитирования: Игнатьев С.А., Регидин А.А., Кравченко Н.С. Урожайность и параметры экологической адаптивности образцов люцерны в условиях Юга России. *Аграрная наука*. 2021; 348 (4): 68–71.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-68-71>**Конфликт интересов отсутствует**

Stanislav .A. Ignatiev,
Andrey A. Regidin,
Nina S. Kravchenko

Federal state budgetary scientific institution "ARC "Donskoy", 347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3
E-mail: mnogoletnie.travy@mai.ru

Key words: alfalfa, initial material, trait, green mass productivity, raw protein percentage, adaptability, stability, response

For citation: Ignatiev S.A., Regidin A.A., Kravchenko N.S. Productivity and parameters of ecological adaptability of alfalfa samples in the South of Russia. *Agrarian Science*. 2021; 348 (4): 68–71. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-348-4-68-71>**There is no conflict of interests**

Урожайность и параметры экологической адаптивности образцов люцерны в условиях Юга России

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Исходный материал является основой проводимых работ по селекции всех сельскохозяйственных культур, в том числе и люцерны. Цель выполненной работы — оценка урожайности образцов люцерны в коллекционном питомнике в зависимости от условий выращивания и выделение наиболее адаптированных по признаку «урожайность зеленой массы».

Материалы. Объектом изучения являлись 30 образцов люцерны (16 — Канада, 11 — США, 1 — Перу, 2 — Франция) из коллекции ВИГРП им. Н.И. Вавилова.

Результаты. Проведенная оценка образцов люцерны на наличие у них адаптивных свойств по признаку «урожайность зеленой массы» показала, что: большей отзывчивостью на изменение условий среды характеризуются генотипы К-27116, К-43269, К-43272, К-48771, К-48775, К-48776, К-50545, К-50561, К-45119; — слабой отзывчивостью $b_i < 1$ на изменение условий среды отличаются К-32873, К-33299, К-42684, К-42249, К-47803; высокой устойчивостью к стрессам выделяются К-36104, К-48778, К-42694, К-45715, К-47800, К-47801, К-47802, К-43260; генетической гибкостью обладают К-43272, К-50545, К-47806, К-47807; большую стабильность реакции на изменение условий среды имели К-36104, К-48778, К-48715, К-47800, К-43260; высокой гомеостатичностью (экологической пластичностью) выделялись К-36104, К-48778, К-45715, К-47800, К-47801, К-47802, К-39978, К-43260.

Productivity and parameters of ecological adaptability of alfalfa samples under the conditions of the South of Russia

ABSTRACT

Introduction. The initial material is the basis of the current breeding work with all agricultural crops, including alfalfa. The purpose of the conducted work is to estimate the productivity of alfalfa samples in the collection nursery, depending on the growing conditions and the identification of the most adapted samples according to the trait "green mass productivity".

Materials. The objects of the current study were 30 alfalfa samples (16 samples from Canada; 11 samples from the USA; 1 sample from Peru; 2 samples from France) from the collection ARIGCR named after N.I. Vavilov.

Results. The estimation of alfalfa samples for the presence of adaptive properties based on the trait 'green mass productivity' showed that: — the genotypes K-27116, K-43269, K-43272, K-48771, K-48775, K-48776, K-50545, K-50561, K-45119 are more responsive to changes in environmental conditions; the genotypes K-32873, K-33299, K-42684, K-42249, K-47803 are characterized with a slight $b_i < 1$ response to changes in environmental conditions; the genotypes K-36104, K-48778, K-42694, K-45715, K-47800, K-47801, K-47802, K-43260 are characterized with high stability to stresses; the genotypes K-43272, K-50545, K-47806, K-47807 are characterized with genetic adaptability; the genotypes K-36104, K-48778, K-48715, K-47800, K-43260 are characterized with more stability of response to changes in environmental conditions; the genotypes K-36104, K-48778, K-45715, K-47800, K-47801, K-47802, K-39978, K-43260 are characterized with great homeostasis (ecological adaptability).

Поступила: 22 марта
После доработки: 29 марта
Принята к публикации: 10 апреля

Received: 22 March
Revised: 29 March
Accepted: 10 April

Введение

В силу своих биологических и хозяйственных свойств люцерна является важнейшей кормовой культурой. Лучшими ее селекционные сорта широко распространены у нас в стране и за рубежом.

Для дальнейшей селекционной работы с люцерной в связи с постоянными экономическими изменениями в мире, резко возросшей конкуренцией на рынке семян, периодическими массовыми проявлениями болезней и повреждений растений вредителями нужен разнообразный хорошо изученный исходный материал.

Исходный материал является основой проводимых работ по селекции всех сельскохозяйственных культур, в том числе и люцерны. В решающей степени он определяет параметры и успех полученных гибридов, линий, синтетических популяций и создаваемых на их основе новых сортов [1, 2].

В то же время недостает сведений о параметрах новых перспективных сортов. Подбор исходного материала в большей степени происходит интуитивно, исходя из достигнутых продуктивности, устойчивости к болезням и качества корма. Возникают трудности в определении необходимых селекционных признаков и получении объективной информации о ценности исходных образцов. В последние годы остро стоит проблема определения эффективности того или иного образца (сорта) в изменяющихся экологических условиях [3].

Цель выполненной работы — оценка урожайности образцов люцерны в коллекционном питомнике в зависимости от условий выращивания и выделить наиболее адаптированных по признаку «урожайность зеленой массы».

Методика

Изучение коллекционных образцов люцерны проводилось в южной зоне Ростовской области в селекционном севообороте многолетних трав «АНЦ «Донской» в 2015–2018 гг. Питомник закладывался согласно «Методическим рекомендациям по селекции многолетних трав» (1985) и «Методическим указаниям по изучению коллекции многолетних кормовых трав» (1975).

Объектом изучения являлись 30 сортообразцов (далее — образцов) люцерны (16 — Канада, 11 — США, 1 — Перу, 2 — Франция) из коллекции ВИГРР им. Н.И. Вавилова. В качестве стандарта использовался сорт Ростовская 90, который принят на Государственном сортоиспытании в 6 регионе в качестве стандарта.

Посев питомника проводился весной 2015 года в чистом посеве по предшественнику озимая пшеница. В год посева выполнялись фенологические и биометрические наблюдения, подсчет густоты всходов, время и интенсивность отрастания растений после уходного подкашивания. Учет урожая проводился поделочно в последующие 3 года.

Почвенный покров места проведения опыта представлен черноземом обыкновенным карбонатным тяжелосуглинистым. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы — pH 7,1, содержание гумуса — 3,5%, P_2O_5 — 24 мг/кг, K_2O — 340 мг/кг почвы [4].

Математическая обработка результатов выполнялась по «Методике полевого опыта» Б.А. Доспехова (2014), рассчитывались индексы стрессоустойчивости ($Y_{min} - Y_{max}$), генетической гибкости ($(Y_{min} - Y_{max})/2$), показатель экологической пластичности b_i , стабильности Si^2 и гомеостатичности НОМ — по S.A. Eberhart and W.A. Russel (1966) в изложении В.П. Зыкина, И.А. Белан, В.С. Юсова и др. (2005).

Во все годы изучения коллекции условия увлажнения в весенний период вегетации были близки к средним многолетним, в большей части за счет зимних осадков. Наименьшее количество осадков отмечалось в марте, апреле и мае в 2016 и 2018 гг. Они составляли 32,9–81,5% от средней многолетней нормы. выпадающие осадки в теплый период носили ливневый характер и на фоне высоких (весной на 0,5–1,9 °С, летом на 1,3–3,4 °С выше средних многолетних) температур воздуха оказывали на посевы люцерны кратковременное влияние.

В условиях значительного недобора осадков (на 60,3–70,5% меньше нормы в послеуборочный и осенний периоды) осенняя вегетация люцерны начиналась только в конце сентября–середине октября после выпадения продуктивных осадков.

В зимний период критически низких температур воздуха и почвы не наблюдалось.

Результаты

Чтобы выявить зависимость урожайности зеленой массы изучаемых образцов люцерны от условий выращивания и их взаимодействия, проведен двухфакторный дисперсионный анализ. В результате выявлена достоверность влияния на признак «урожайность зеленой массы» образцов, условий и их взаимодействия ($F_{факт} > F_{теор}$). Подтверждена корректность опыта и то, что изменчивость признака заложена не только в генетической природе образцов люцерны. Доля влияния на признак «урожайность зеленой массы» фактора «образец» составляла 6,33%, доля влияния «условий» — 83,77%, что указывает на решающее влияние среды на величину этого признака. Доля влияния взаимодействия факторов «образец–условия» составляла 6,32%.

В 2016 году урожайность зеленой массы у образцов люцерны оказалась наименьшей за все 3 года и варьировала от 1,4 кг/м² до 2,8 кг/м². Более высокая, чем у стандарта (2,3 кг/м²), отмечена у образцов К-36104, К-43269, К-43272, К-47803, К-47804, К-47807, К-43260, их урожайность была 2,5–2,8 кг/м². Но эти образцы по урожайности зеленой массы достоверно стандарт не превышали ($HCP_{05} = 0,52$).

Наивысшая за все годы урожайность зеленой массы сформировалась в 2018 году. Размах варьирования ее составлял при этом 1,2–4,9 кг/м². Стандарт Ростовская 90 сформировал урожайность зеленой массы 4,0 кг/м². Только образцы К-45119 (4,5 кг/м²), К-50545 (4,9 кг/м²) и К-47806 (4,9 кг/м²) достоверно превосходили стандарт ($HCP_{05} = 0,45$).

В 2017 году размах варьирования урожайности зеленой массы образцов составлял 2,0–2,8 кг/м². В этот год ни один из изучаемых образцов по урожайности не превзошел стандарт (2,8 кг/м²).

Подсчет коэффициента вариации урожайности зеленой массы образцов люцерны показал, что у К-36104 (7,7%), К-48778 (3,1%), К-45715 (4,2%), К-47800 (8,1%), К-47802 (10,6%) изменчивость этого признака была слабой. У образцов К-43260, К-39978, К-47807, К-47804 и К-43269 изменчивость была средней. У большей же части образцов изменчивость признака — высокая [5] (табл. 1).

Оценка влияния условий выращивания основана на предположении о корректности линейной регрессии с характером отклика генотипов на экологические условия. Поэтому коэффициент регрессии b_i показывает степень реакции генотипа на изменение условий среды и дает ему оценку пластичности и стабильности в раз-

Таблица 1. Параметры адаптивности образцов люцерны по признаку «урожайность зеленой массы», 2016–2018 гг.

Table 1. Parameters of adaptability of alfalfa samples according to the trait "green mass productivity", 2016–2018

Сорт, образец	Размах варьирования урожайности (min–max), кг/м ²	CV, %	b_i	Стрессоустойчивость, $Y_{\min} - Y_{\max}$, кг/м ²	Генетическая гибкость $(Y_{\max} + Y_{\min})/2$	Коэффициент стабильности, Si^2	НОМ
Ростовская 90, ст.	2,3–4,0	28,9	2,24	-1,7	3,14	2,87	4,5
K-27166 (Канада)	1,6–3,6	40,1	2,52	-2,0	2,62	3,68	3,4
K-32783 (Канада)	1,7–2,5	20,8	-1,29	-0,9	2,09	0,81	17,9
K-33299 (Канада)	1,3–2,4	28,6	-2,46	-1,1	1,83	2,14	12,3
K-36104 (Канада)	2,8–3,2	7,7	0,83	-0,4	3,01	0,28	77,0
K-42684 (Канада)	1,3–2,4	30,2	-2,37	-1,1	1,85	2,20	10,3
K-42685 (Канада)	1,6–2,6	24,7	0,88	-1,0	2,09	0,73	12,7
K-43269 (Канада)	2,6–3,4	16,4	1,60	-0,9	2,98	1,12	16,9
K-43272 (Канада)	2,6–3,9	24,1	2,70	-1,3	3,26	3,00	7,2
K-48771 (Канада)	2,0–3,2	26,8	2,11	-1,2	2,59	2,03	8,4
K-48773 (Канада)	1,5–2,5	26,3	0,61	-1,1	1,98	0,66	12,2
K-48774 (Канада)	1,5–2,8	29,1	0,92	-1,3	2,17	1,03	8,4
K-48775 (Канада)	1,6–3,8	45,9	3,40	-2,2	2,71	5,68	2,7
K-48776 (Канада)	2,0–3,1	26,0	2,13	-1,1	2,54	1,96	9,7
K-48778 (Канада)	2,1–2,2	3,1	-0,12	-0,1	2,17	0,01	763,9
K-50545 (Канада)	1,8–4,9	55,0	5,27	-3,1	3,36	12,78	1,3
K-50561 (Канада)	2,0–4,3	46,2	4,50	-2,3	3,14	8,68	2,2
K-42249 (США)	1,2–2,1	27,3	-2,12	-0,9	1,66	1,60	16,3
K-42694 (США)	1,8–2,0	26,0	2,17	-0,2	1,98	3,81	3,4
K-45119 (США)	1,8–4,5	52,9	4,98	-2,7	3,15	10,89	1,7
K-45715 (США)	2,3–2,5	4,2	0,14	-0,2	2,40	0,03	337,4
K-47800 (США)	2,1–2,5	8,1	0,14	-0,4	2,32	0,08	96,8
K-47801 (США)	1,9–2,4	12,0	-1,22	-0,5	2,16	0,52	51,7
K-47802 (США)	1,8–2,2	10,6	-1,00	-0,4	2,01	0,35	78,7
K-47803 (США)	2,1–2,7	41,4	-3,41	-1,6	1,89	4,56	5,0
K-47804 (США)	2,1–2,8	16,0	-1,51	-0,7	2,46	0,94	22,7
K-47806 (США)	2,0–4,9	50,4	5,13	-2,9	3,46	11,81	1,5
K-47807 (США)	2,7–3,7	17,4	2,17	-1,0	3,21	1,81	12,7
K-42712 (Перу)	1,7–2,5	20,4	-1,81	-0,8	2,12	1,28	18,0
K-39978 (Франция)	1,5–2,1	15,5	-1,30	-0,6	1,78	0,60	44,7
K-43260 (Франция)	2,1–2,6	11,7	0,16	-0,5	2,34	0,15	54,1
НСП ₀₅	0,45–0,52						

ных условиях. При $b_i > 1$ генотип обладает большей отзывчивостью на улучшение условий возделывания, при $b_i < 1$ – меньшей отзывчивостью.

В нашем случае оцениваемые образцы разделились на две примерно равные группы. Одни реагируют на изменения условий с b_i от 1,6 (K-43269) до 5,27 (K-50545). Эти образцы целесообразно использовать при создании сортов для возделывания в интенсивных условиях. Другая часть образцов с коэффициентом регрессии b_i от 0,92 до -2,46 выделяются слабой отзывчивостью на изменение условий, но позволяют формировать стабильную урожайность в неблагоприятных условиях. Образцы несут в себе признаки, которые важны при создании сортов для возделывания в экстремальных и экстенсивных условиях.

Индекс разницы минимальной и максимальной урожайности ($Y_{\min} - Y_{\max}$) отражает уровень устойчивости изучаемых образцов к стрессовым условиям произрастания. Чем меньше разница между минимальной и максимальной урожайностями образца, тем выше его устойчивость к стрессу [6]. Среди изучаемых образцов люцерны наименьшей разницей обладали K-36104 (-0,4 кг/м²), K-48778 (-0,1 кг/м²), K-42694 (-0,2 кг/м²), K-45715 (-0,2 кг/м²), K-47800 (-0,4 кг/м²), K-47801 (-0,5 кг/м²), K-47802 (-0,4 кг/м²), K-43260 (-0,5 кг/м²). Стрессоустойчивость стандарта Ростовская 90 составляла при этом -1,7 кг/м².

Генетическую гибкость образца или его компенсаторную способность в стрессовой ситуации характеризует индекс $(Y_{\max} + Y_{\min})/2$ [6]. В этом случае, чем выше этот

индекс, тем выше степень соответствия между генотипом объекта и факторами среды. Генетическая гибкость стандарта Ростовская 90 в период изучения составляла 3,14 кг/м². Больше она была у образцов К-43272 (3,26 кг/м²), К-50545 (3,36 кг/м²), К-47806 (3,46 кг/м²), К-48807 (3,21 кг/м²). Использование этих образцов в скрещивании позволит получать гибридный материал, обладающий высокой компенсаторной способностью в стрессовых условиях.

По коэффициенту стабильности, рассчитанному на основе дисперсии отклонений фактических урожаев от теоретически ожидаемых, выполнена оценка коллекционных образцов люцерны на стабильность их реакции при возделывании на зеленую массу. Расчет показал, что наименьший коэффициент S_i^2 , а значит наибольшую стабильность реакции, имели образцы К-36104 (0,28), К-48778 (0,01), К-45715 (0,03), К-47800 (0,08) и К-43260 (0,15). Эти образцы превосходили по стабильности реакции стандарт (2,87). Еще меньшей стабильностью реакции выделились образцы К-50545 (12,78), К-45119 (10,89) и К-47806 (11,81).

Способность растений поддерживать внутреннее равновесие и этим реализовывать генетические возможности при отклонении от нормы условий их возделывания принято считать гомеостатичностью [7, 8]. Это свойство определяет устойчивость растений против возникающих изменений среды (например, при дефиците влаги, высоких или низких температурах

воздуха и т.д.) и поэтому она связана с экологической пластичностью.

Высокими значениями гомеостатичности в проведенном опыте выделились К-36104 (77,0), К-48778 (763,9), К-45715 (337,4), К-47800 (96,8), К-47801 (51,7), К-47802 (78,7), К-39978 (44,7), К-43260 (54,1).

Выводы

Проведенная оценка образцов люцерны на наличие у них адаптивных свойств по признаку «урожайность зеленой массы» показала, что:

- большей отзывчивостью на изменение условий среды характеризуются генотипы: К-27116, К-43269, К-43272, К-48771, К-48775, К-48776, К-50545, К-50561, К-45119;
- слабой отзывчивостью $b_i < 1$ на изменение условий среды отличаются К-32873, К-33299, К-42684, К-42249, К-47803;
- высокой устойчивостью к стрессам выделяются К-36104, К-48778, К-42694, К-45715, К-47800, К-47801, К-47802, К-43260;
- генетической гибкостью обладают К-43272, К-50545, К-47806, К-47807;
- большую стабильность реакции на изменение условий среды имели К-36104, К-48778, К-48715, К-47800, К-43260;
- высокой гомеостатичностью (экологической пластичностью) выделялись К-36104, К-48778, К-45715, К-47800, К-47801, К-47802, К-39978, К-43260.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов Н.И. Генетика и сельское хозяйство (сб. статей) – М.: Изд-во «Знания». 1967. 64 с.
2. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений – М.: Колос, 1984. – 344 с.
3. Косолапов В.М., Козлов Н.Н., Коровина В.Л., Клименко И.А. Дикорастущие генетические ресурсы в селекции кормовых трав // Кормопроизводство. 2018. №1. С. 29-32.
4. Алабушев А. В., Попов А. С., Овсянникова Г. В., Сухарев А. А. Влияние сроков посева по различным предшественникам на урожайность и качество зерна мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 4–10. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-4-10.
5. Дзюба В.А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса: науч.-метод. пособие. Краснодар, 2010. 475 с.
6. Гончаренко А.А. О проблеме экологической устойчивости сортов зерновых культур // Безостая 1 – 50 лет триумфа: сборник статей между конференцией, посвященной 50-летию создания сорта озимой мягкой пшеницы Безостая 1. Краснодар, 2005. С. 44-59.
7. Хангильдин В.В. Гомеостаз компонентов урожая зерна и предпосылки к созданию модели сорта яровой пшеницы // Генетический анализ количественных признаков растений. – Уфа: БФ АН СССР, 1979. – С. 5-39.
8. Гончаренко А.А., Макаров А.В., Ермаков С.А., Семенова Т.В., Тоцилин В.Н. Оценка экологической стабильности и пластичности инбредных линий озимой ржи // Российская сельскохозяйственная наука. 2015. № 1-2. С. 3-9.

ОБ АВТОРАХ:

Станислав Александрович Игнатиев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства многолетних трав, ФГБНУ «АНЦ «Донской», <http://orcid.org/0000-0003-0715-2982>;

Андрей Алексеевич Регидин, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства многолетних трав, ФГБНУ «АНЦ «Донской», <http://orcid.org/0000-0002-3246-1501>;

Нина Станиславовна Кравченко, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ФГБНУ «АНЦ «Донской», <http://orcid.org/0000-0003-3388-1548>;

REFERENCES

1. Vavilov N.I. Genetics and agriculture (collection of papers) - M.: Publishing house "Znaniya". 1967. 64 p.
2. Boroevich S. Principles and methods of plant breeding. - Moscow: Kolos, 1984. - 344 p.
3. Kosolapov V.M., Kozlov N.N., Korovina V.L., Klimenko I.A. Wild-growing genetic resources in forage grasses' breeding // Feed production. 2018. No. 1. P. 29-32.
4. Alabushev A.V., Popov A.S., Ovsyannikova G.V., Sukharev A.A. The effect of sowing dates and forecrops on productivity and grain quality of the winter soft wheat variety 'Krasa Dona' in the southern part of the Rostov region // grain Economy of Russia. 2020. № 1(67). P. 4–10. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-4-10.
5. Dzyuba V.A. Theoretical and applied plant production: on the example of wheat, barley and rice: science-method. book, Krasnodar, 2010. 475 p.
6. Goncharenko A.A. On the problem of ecological stability of grain crop varieties// 50 years of triumph of the variety 'Bezostaya 1': collection of the articles of the International conference dedicated to the 50th anniversary of the development of the winter common wheat variety 'Bezostaya 1'. Krasnodar, 2005. P. 44-59.
7. Khangildin V.V. Homeostasis of yield components of grain and prerequisites for developing a model of spring wheat variety // Genetic analysis of quantitative traits of plants. - Ufa: BF AN SSSR, 1979. P. 5-39.
8. Goncharenko A.A., Makarov A.V., Ermakov S.A., Semenova T.V., Tochilin V.N. Estimation of ecological stability and adaptability of inbred winter rye lines// Russian Agricultural Science. 2015. No. 1-2. P. 3-9.

ABOUT THE AUTHORS:

Stanislav Aleksandrovich Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of perennial grasses, FSBSI "ARC "Donskoy", <http://orcid.org/0000-0003-0715-2982>;

Andrey Alekseevich Regidin, junior researcher of the laboratory for breeding and seed production of perennial grasses, FSBSI "ARC "Donskoy", <http://orcid.org/0000-0002-3246-1501>;

Nina Stanislavovna Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for biochemical analysis of breeding material and grain quality, FSBSI "ARC "Donskoy", <http://orcid.org/0000-0003-3388-1548>