

ценных признаков для селекции сортов с высоким уровнем кормовой и семенной продуктивности и повышенной устойчивостью к корневым гнилям.

RESULTS OF SELECTION OF DISEASE-RESISTANT VARIETY SAMPLES OF FESCUE MORPHOTYPE FESTULOLIUM AGAINST INFECTIOUS BACKGROUND

V.A. Stolepchenko, O.M. Belyai

To select variety samples of fescue morphotype festulolium resistant to fusarium and helminthosporium infection, the breeding material was evaluated against artificial infectious backgrounds. When evaluating economically important traits, such as the yield of green and dry mass, seed productivity, promising variety samples of festulolium with resistance to fusarium and helminthosporium were selected. Fertile intergeneric hybrids of Festulolium are genetic sources of economically important traits for breeding varieties with a high level of forage and seed productivity and increased resistance to root rot.

УДК 633.12:631.526.32

ОЦЕНКА АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА НОВЫХ СОРТОВ ГРЕЧИХИ РАЗЛИЧНОЙ ПЛОИДНОСТИ

А.С. Будько, Н.А. Лужинская, кандидаты с.-х. наук,

А.Т. Кошечая, научный сотрудник

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Дата поступления статьи в редакцию 16.05.2025)

Рецензент: Урбан Э.П., доктор с.-х. наук

Аннотация. В статье изложены результаты экологического испытания новых сортов гречихи различной ploидности. Представлен уровень их пластичности, стабильности, стрессоустойчивости, генетической гибкости, вариабельности и гомеостатичности. Для включения в программы на повышение продуктивности и адаптивного потенциала селективируемых сортов выделен лучший диплоидный генотип Менка и тетраплоидный Альфа.

Введение. Гречиха посевная относится к важнейшим крупяным сельскохозяйственным растениям. Гречневая крупа содержит в большом количестве высокопитательные, легкоусвояемые, необходимые для человека вещества. Она является диетическим продуктом, который рекомендуется употреблять в детском питании, пожилым людям, при ряде заболеваний: сахарный диабет, ожирение, непереносимость глютена. Гречневая каша – основной источник поступления селена в организм человека. Селен укрепляет иммунную систему, предупреждает образование свободных радикалов, разрушающих клетки, и уменьша-

ет их количество в организме, оказывает противораковое действие, существенно замедляет старение клеток.

Гречиха в сельскохозяйственных организациях часто занимает второстепенное положение в сравнении с другими полевыми растениями из-за невысокой урожайности. Одним из путей увеличения валовых сборов зерна гречихи с единицы площади является создание сортов с повышенным адаптивным потенциалом. Особую актуальность данное направление селекции приобрело в условиях нынешнего изменения климата, когда все чаще возникают аномальные природные явления и резкие отклонения от климатической нормы. Этим диктуется необходимость создания сортов с широкими приспособительными возможностями, которым свойственна более высокая продуктивность как в благоприятные, так и в неблагоприятные годы. Другими словами, такие сорта должны характеризоваться максимальной агроклиматической выносливостью. Основная задача селекции на адаптивность – сочетание в одном генотипе высокой продуктивности и экологической стабильности при возделывании в неблагоприятных условиях [1]. Кроме того, для широкого внедрения новых сортов гречихи в производство и правильного размещения по зонам возделывания необходима оценка экологической адаптивности. Наиболее ценную информацию можно получить при испытании их в разных регионах в течение нескольких лет.

Таким образом, цель наших исследований заключалась в проведении экологического испытания перспективных сортообразцов гречихи, определении уровня их адаптивного потенциала. На основе полученных результатов необходимо было сравнить диплоидные и тетраплоидные генотипы гречихи и выделить лучшие для включения в схемы гибридизации.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2016–2018 гг. в трех пунктах Республики Беларусь. В северном пункте опыты располагались в РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси» (Витебский ЗИСХ), центральном – в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» и южном – в РУП «Гомельская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси» (Гомельская ОСХОС). Объектами исследований служили 5 генотипов диплоидной гречихи, включая контрольный (к) сорт Влада, и 4 генотипа тетраплоидной, в том числе контрольный сорт Александрина. Из них 5 популяций включены в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений в 2019–2024 гг.

Экологическое сортоиспытание проводили согласно методике полевого опыта. Посев гречихи осуществляли в оптимальные для каждого пункта испытания сроки в трехкратной повторности. Все технологические операции по возделыванию гречихи выполняли в соответствии с отраслевым регламентом [2]. Уборку осуществляли прямым комбайнированием путем обмолота учетной деланки с последующей доработкой зерна, его поделаночным взвешиванием и пересчетом на стандартную влажность (14 %). Полученные результаты статистически обрабатывали и анализировали с помощью пакета программ, входя-

щих в состав Microsoft Excel. Пластичность и стабильность определяли по методу, который основывается на расчете коэффициентов линейной регрессии (b_i), характеризующему экологическую пластичность генотипа, и среднего квадратического отклонения от линии регрессии (S_i^2), чем определяется стабильность проявления признака в различных условиях среды [3].

Результаты и обсуждение. Метеорологические условия существенно различались по годам и пунктам испытаний и повлияли на изменчивость урожайности зерна, что свидетельствует о наличии взаимодействия «генотип – среда». Данный факт способствовал эффективному проведению экологического сортоиспытания и получению объективной и ценной информации. Это подтверждают результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Урожайность зерна, экологическая пластичность и стабильность генотипов гречихи различной пloidности

Генотип	Урожайность, т/га									b_i	S_i^2	
	НПЦ по земледелию			Витебский ЗИСХ			Гомельская ОСХОС					
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	x_i		
Диплоидная гречиха												
Влада (к)	3,77	2,32	1,98	3,12	3,46	3,37	1,53	1,93	1,98	2,61	0,859	0,069
Менка	3,86	2,47	2,30	3,03	4,14	3,84	1,85	2,24	2,38	2,90	0,884	0,069
Дуэт	4,35	2,12	1,81	3,81	3,97	3,28	1,64	2,04	2,11	2,79	1,091	0,119
Дзезя	3,92	2,10	2,15	2,88	3,78	3,10	1,83	2,15	2,17	2,68	0,817	0,050
Богуславская	4,48	1,76	2,32	3,24	3,68	2,85	1,81	2,18	2,25	2,73	0,886	0,208
НСР ₀₅	0,36	0,17	0,11	0,22	0,28	0,27	0,25	0,21	0,24			
Тетраплоидная гречиха												
Александрина (к)	3,26	2,00	1,13	2,31	3,93	3,45	1,46	1,76	1,78	2,34	0,998	0,121
Альфа	4,17	2,60	1,34	3,41	4,57	3,38	1,65	1,88	1,98	2,78	1,221	0,072
Омега	3,57	2,62	1,49	3,47	4,38	3,68	1,68	1,82	1,89	2,73	1,098	0,107
Делива	3,95	2,21	1,38	2,67	4,66	3,32	1,71	1,91	2,10	2,66	1,147	0,098
НСР ₀₅	0,28	0,13	0,17	0,22	0,28	0,27	0,24	0,14	0,20			
Ij	+1,24	-0,45	-0,92	+0,41	+1,37	+0,67	-1,01	-0,70	-0,62			

Урожайность зерна гречихи в годы исследований варьировала в широких пределах: от 1,13 до 4,66 т/га в зависимости от генотипа и пункта испытания. Максимальную урожайность за весь период исследований сформировал тетраплоидный сорт Делива в северном пункте в 2017 г. Среди диплоидных популяций наибольшим этот показатель был у генотипа Богуславская в центральной точке испытания в 2016 г. Сравнение средней урожайности по годам и пунктам испытаний показало, что диплоидные генотипы превосходили контроль Влада на 2,7–11,1 %, а тетраплоидные были лучше контрольного сорта Александрина на 13,7–18,8 %. Среди диплоидов наибольшую прибавку показал сорт Менка, а наименьшую – Дуэт. У тетраплоидов наибольшая прибавка урожайности отме-

чена у сорта Альфа, а наименьшая – у генотипа Делива. В среднем урожайность диплоидных образцов несущественно превысила урожайность тетраплоидных и различалась на 4,2 %.

Как следует из данных таблицы, индекс условий среды (I_j) по годам изменялся от -1,01 до +1,37. Положительные значения индекса формируются благодаря более полной реализации потенциальных возможностей образцов в сложившихся условиях и свидетельствуют о наивысшей степени соответствия генотипа среде произрастания. Отрицательные индексы показывают, что на растения воздействовали стрессовые факторы. В наших исследованиях оптимальные условия для возделывания гречихи отмечены в северном пункте испытания в 2017 г., где индекс условий среды достиг максимального значения (+1,37). В данных условиях большинство изучаемых генотипов сформировали наибольшую урожайность за весь период исследований. Благоприятные агроклиматические условия сложились также в центральном пункте испытаний в 2016 г. ($I_j = +1,24$), что способствовало высокой продуктивности сортов. В данной среде наибольшую урожайность за три года исследований показали генотипы Богуславская и Дуэт – 4,48 и 4,35 т/га соответственно (таблица 1).

Наименее благоприятные условия для возделывания гречихи наблюдались в южной части Республики Беларусь. Значение индекса условий среды в данном регионе были стабильно отрицательными и варьировали в диапазоне от -0,62 до -1,01, что свидетельствует о существенном отклонении экологических параметров от оптимальных для этой культуры. Здесь урожайность диплоидных популяций изменялась от 1,53 т/га у контрольного сорта Влада до 2,38 т/га у генотипа Менка. Урожайность тетраплоидных сортов в данных условиях была в среднем ниже диплоидных на 10 % и изменялась от 1,46 т/га у контроля Александрина до 2,1 т/га у сорта Делива. Если сравнивать урожайность всех генотипов гречихи в благоприятных ($I_j = 1,37$) и неблагоприятных ($I_j = -1,01$) условиях среды, то в среднем она снизилась на 41,5 %.

Нестабильные погодные условия в сочетании с недостаточной сбалансированностью адаптивных возможностей сортов гречихи приводят к значительной изменчивости урожайности. Коэффициент линейной регрессии (b_i) отражает реакцию генотипа на изменение условий выращивания: чем выше значение коэффициента $b_i > 1$, тем сильнее реагирует генотип на изменения. Среднее квадратическое отклонение от линии регрессии (S_i^2) показывает уровень стабильности проявления признака в различных условиях среды [1]. В наших исследованиях диплоидные генотипы предъявляли меньше требований к среде произрастания ($b_i = 0,817-1,091$; $S_i^2 = 0,050-0,208$), они формировали высокую урожайность в благоприятных условиях и в меньшей степени снижали ее в неблагоприятных. Самым высоким адаптивным потенциалом обладал образец Менка, его параметры пластичности ($b_i = 0,884$) и стабильности ($S_i^2 = 0,069$) оказались наиболее сбалансированными и благодаря этому он хорошо отзывался на улучшение условий среды произрастания и меньше реагировал на лимитирующие факторы. Урожайность зерна данного генотипа за весь период испытаний

изменялась от 1,85 до 4,14 т/га (таблица 2) и в среднем оказалась самой высокой, превысив контроль на 11,1 %. Этот сорт рекомендуется включить в программы на повышение адаптивного потенциала селектируемых сортов диплоидной гречихи.

Общеизвестно, что растения с удвоенным набором хромосом более требовательны к условиям окружающей среды и наши исследования это подтвердили. Параметры адаптивности изучаемых генотипов тетраплоидной гречихи показывают, что они более пластичны ($b_1 = 0,998-1,221$) и менее стабильны ($S_1^2 = 0,072-0,121$). В отличие от диплоидов на улучшение условий произрастания они откликнулись большей прибавкой (+15,2 %), но и при ухудшении условий они реагировали снижением продуктивности (-6,6 %). Самым пластичным ($b_1 = 1,221$) и стабильным ($S_1^2 = 0,072$) среди тетраплоидных популяций был генотип Альфа (таблица 1). Он значительно прибавлял урожайность при возделывании в благоприятных условиях и на уровне других исследуемых сортов формировал урожайность в неблагоприятной среде. Его продуктивность за весь период испытаний изменялась от 1,34 до 4,57 т/га и в среднем превышала контроль на 18,8 %. Данный сорт рекомендуется включить в программы на повышение адаптивного потенциала селектируемых сортов тетраплоидной гречихи.

С целью более точной и объективной оценки перспективных сортов гречихи мы провели расчеты статистических показателей, представленных в таблице 2, которые характеризуют их адаптивные свойства, а, именно, стрессоустойчивость ($Y_{\min} - Y_{\max}$), генетическую гибкость ($(Y_{\max} + Y_{\min}) / 2$), коэффициент вариации (CV) и гомеостатичность (Hom).

Таблица 2. Параметры адаптивности генотипов гречихи

Генотип	$Y_{\max}$, т/га	$Y_{\min}$, т/га	$Y_{\min} - Y_{\max}$	$(Y_{\max} + Y_{\min}) / 2$	CV, %	Hom
Диплоидная гречиха						
Влада (к)	3,77	1,53	-2,24	2,65	31,55	5,57
Менка	4,14	1,85	-2,29	3,00	29,13	6,78
Дугт	4,35	1,64	-2,71	3,00	37,70	3,88
Дзезя	3,92	1,83	-2,09	2,88	29,09	6,86
Богуславская	4,48	1,76	-2,72	3,12	33,59	5,42
Тетраплоидная гречиха						
Александрина (к)	3,93	1,13	-2,80	2,53	41,65	3,11
Альфа	4,57	1,34	-3,23	2,96	41,72	3,34
Омега	4,38	1,49	-2,89	2,94	38,94	3,74
Делива	4,66	1,38	-3,28	3,02	41,49	3,23

Наименьшей разницей между минимальной и максимальной урожайностью, которая характеризует высокую стрессоустойчивость, отличились Дзезя (-2,09), Влада (-2,24) и Менка (-2,29). Тетраплоидные генотипы в сравнении с

диплоидными оказались менее стрессоустойчивыми (таблица 2). Из тетраплоидных популяций наибольшей устойчивостью к стрессу обладали Александрина (-2,80) и Омега (-2,89). Высокой генетической гибкостью отличились Богуславская (3,12), Делива (3,02), Менка и Дуэт (3,00).

Большая вариабельность признака свидетельствует о меньшей адаптивности генотипа под действием одних и тех же экологических факторов. Селекционеру при отборе на продуктивность важно обращать внимание на оценку сортов по амплитуде варьирования количественных признаков в зависимости от условий выращивания. Продуктивность любого растения обеспечивается функционированием комплекса важнейших генетических систем, определяющих формирование сложных количественных признаков. Важным критерием оценки генотипа является величина гомеостаза. Этот показатель отражает систему адаптивных реакций растений (генотипа), которые обеспечивают стабилизацию определенного потенциала продуктивности в различных условиях среды.

В широком смысле под гомеостатичностью понимается способность растений противостоять снижению продуктивности при воздействии лимитирующего фактора. В наших исследованиях наиболее стабильно проявляли высокую урожайность зерна в различных условиях произрастания Дзезя ($Hom = 6,86$; $CV = 29,09\%$) и Менка ($Hom = 5,78$; $CV = 29,13\%$). Среди тетраплоидов по данным показателям лучшим был сорт Омега ($Hom = 3,74$; $CV = 38,94\%$).

Выводы

1. В экологическом сортоиспытании гречихи диплоидные популяции превысили по урожайности зерна контрольный сорт Влада в среднем на 2,7–11,1 %, а тетраплоидные были лучше контроля Александрина на 13,7–18,8 %. Среди диплоидных генотипов наибольшая прибавка к контролю отмечена у сорта Менка, тетраплоидных – Альфа.

2. Индекс условий среды (I_j) по годам изменялся от -1,01 до +1,37. Оптимальные условия для возделывания гречихи сложились в северном регионе в 2017 г. ($I_j = +1,37$) и в центральном в 2016 г. ($I_j = +1,24$), что способствовало формированию высокой урожайности сортов.

3. Диплоидные генотипы предъявляли меньше требований к среде произрастания. Самым высоким уровнем адаптивным потенциалом характеризовался сорт Менка ($b_i = 0,884$; $S_i^2 = 0,069$). Тетраплоидные генотипы гречихи более пластичны ($b_i = 0,998$ – $1,221$) и менее стабильны ($S_i^2 = 0,072$ – $0,121$). Самым пластичным и стабильным среди них оказался сорт Альфа.

4. Для повышения продуктивности и адаптивного потенциала селекционируемых сортов целесообразно использовать диплоидную популяцию гречихи Менка и тетраплоидную Альфа.

5. Высокая стрессоустойчивость характерна для популяций Дзезя, Влада и Менка. Тетраплоидные генотипы в сравнении с диплоидными оказались менее стрессоустойчивыми. Из них наибольшей устойчивостью к стрессу обладали Александрина и Омега.

6. Наиболее стабильно высокую урожайность зерна в различных условиях произрастания формировали диплоидные популяции Дзея ($\text{Hom} = 6,86$; $\text{CV} = 29,09\%$) и Менка ($\text{Hom} = 5,78$; $\text{CV} = 29,13\%$), а также тетраплоидная Омега ($\text{Hom} = 3,74$; $\text{CV} = 38,94\%$).

Литература

1. Будько, А.С. Изменчивость продуктивности озимой мягкой пшеницы в зависимости от агрометеорологических условий / А.С. Будько // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / НПЦ НАН Беларуси по земледелию; редкол. : Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – Вып. 58. – С. 337–344.
2. Возделывание гречихи: отраслевой регламент / Н.А. Лужинская [и др.] // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф.И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В.Г. Гусакова, Ф.И. Привалова. – Минск, 2022. – С. 98–105.
3. Корзун, О.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений : пособие / О.С. Корзун, А.С. Бруйло // М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно: ГТАУ, 2011. – 138 с.

ADAPTIVE CAPACITY OF NEW BUCKWHEAT VARIETIES OF DIFFERENT PLOIDY

A.S. Budzko, N.A. Luzhinskaya, A.T. Koshevaya

The paper demonstrates the results of ecological trials of promising buckwheat varieties of different ploidy. The level of their plasticity and stability, stress resistance and genetic flexibility, variability and homeostasis is presented. The best diploid genotype Menka and tetraploid Omega are identified for including in the programs to increase productivity and adaptive capacity of breeding varieties.

УДК 633.853.494 «321»:631.327

УРОВЕНЬ ГЕТЕРОЗИСА И ТРАНСГРЕССИВНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКОВ ГИБРИДОВ F_1 И F_2 В СЕЛЕКЦИИ РАПСА ЯРОВОГО

Я. Э. Пилюк, доктор с.-х. наук, **А. Н. Батюкова**, кандидат с.-х. наук
(Дата поступления статьи в редакцию 21.05.2025)

Рецензент: Гордей С.И., кандидат биол. наук

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований по оценке эффекта гетерозиса у гибридов F_1 рапса ярового и трансгрессивной изменчивости в F_2 . Установлено, что для повышения эффективности селекционного процесса при составлении схемы диаллельных скрещиваний необходимо подбирать родительские пары без отрицательных признаков и с наибольшим числом положительных у материнской формы.

Одним из основных направлений современной селекции рапса является создание гетерозисных гибридов F_1 на основе цитоплазматической мужской