

На правах рукописи



Жилина Мария Васильевна

**ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ СЕЛЕКЦИИ РИСА
НА ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ**

Специальность: 06.01.05 – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном образовательном бюджетном учреждении высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» в 2013-2015 гг.

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Зеленский Григорий Леонидович**

Официальные оппоненты: **Боровик Александра Николаевича**, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, главного научного сотрудника ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко», **Зеленцов Виктор Сергеевич**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции льна масличного ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»

Ведущее предприятие: ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

Защита состоится «14» февраля 2019 г. в 11⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 220.038.03, созданного на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» по адресу: 350044, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13, (главный корпус, 1-й этаж, ауд. 106), тел./ факс (8-861) 221-58-61.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», по адресу 350044, ул. им. Калинина, 13 и на сайте – <http://www.kubsau.ru>, с авторефератом на сайтах: Высшей аттестационной комиссии – <http://www.vak.ed.gov.ru> и ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» <http://www.kubsau.ru>.

Автореферат розослан «24» декабря 2018 г.

Ученый секретарь диссертационного совета, доктор биологических наук, профессор

Цаценко Л.В.

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Роль селекции в повышении продуктивности, фотосинтетической продуктивности современных сортов проявилась, главным образом, в изменении морфогенеза растений, т. е. генетическом улучшении их структуры. Возникает необходимость в поиске новых способов отбора высокопродуктивных образцов риса. Способов не только отражающих отдельно взятые сельскохозяйственно полезные преимущества растений риса, но и взаимосвязь фотосинтетического потенциала, архитектоники растений и урожайности. Результаты, полученные в данной работе позволяют более целенаправленно осуществлять селекционный процесс по созданию новых сортов риса, обладающих оптимальными морфо-биологическими характеристиками и продуктивностью.

Цель исследований. Изучить продуктивность вертикальнолистных образцов. Выделить наиболее перспективные образцы и формы для дальнейшей селекционной работы.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Провести всестороннюю оценку новых вертикальнолистных образцов риса гибридного происхождения: оценить вегетационный период, определить угол отклонения листьев от стебля и площадь листьев изучаемых образцов риса, выделить лучшие для использования в селекционном процессе.

2. Провести морфобиометрический анализ растений риса;

3. Оценить изменчивость основных хозяйственных признаков вертикальнолистных растений, влияющих на их продуктивность;

4. Определить технологические показатели зерна и посевные качества семян вертикальнолистных гибридных образцов риса;

5. Выявить корреляционные связи между основными признаками изучаемых растений риса;

6. Разработать метод оценки продуктивности селекционных образцов.

Методология и методы диссертационного исследования.

Повышение продуктивности риса, посредством внедрения нового исходного материала с различной архитектоникой растений, является объектом диссертационного исследования. Предметом исследования выступает сам исходный материал и его способы оценки. В связи с этим в работе были поставлены соответствующие цели и задачи поз-

волившие разработать наиболее эффективный способ оценки селекционного материала и выявить наиболее перспективный исходный материал. Для реализации диссертационного исследования использовались лизиметрический, лабораторный и полевые методы.

Научная новизна исследований. Впервые разработан способ отбора наиболее продуктивных образцов риса по отношению массы зерна с главной метелки к площади флагового и подфлагового листьев (OMS). Новизна способа подтверждена патентом РФ⁽¹⁹⁾ RU⁽¹¹⁾2637366⁽¹³⁾C1. Для расчёта этого показателя необходимо иметь данные о площади флагового и подфлагового листьев главного побега и массы зерна с главной метёлки. Коэффициент OMS позволяет оценить, насколько продуктивно работает единица площади листа на образование единицы массы зерна, что позволит более качественно подходить к селекционному процессу на повышение продуктивности риса.

Положения, выносимые на защиту:

1. Основные сельскохозяйственно ценные параметры риса в разрезе архитектурной структуры растений;
2. Стабильность ценных признаков у гибридных образцов риса;
3. Новый способ оценки продуктивности;
4. Новый исходный перспективный материал, обладающий комплексом ценных признаков и представляющий большой интерес для селекции новых сортов риса.

Практическая ценность работы: разработан новый способ оценки продуктивности риса, который позволит вести отбор селекционного материала более эффективно выявляя высокопродуктивные образцы на ранних этапах селекции и в последующих отборах.

Вклад автора: планирование эксперимента, выполнение полевых и лабораторных исследований, математическая оценка полученных данных и их анализ, разработка и написание разделов по теме диссертации.

Достоверность и обоснованность полученных результатов экспериментальных данных, выводов и рекомендаций. Проведенные исследования и полученные результаты имеют достаточный объём. Соискатель принимал непосредственное участие в получении экспериментальных данных. Исследования выполнены в соответствии с поставленными целями и задачами. В работе приводится новый экспериментальный материал, использованы новые и устоявшиеся мето-

ды для всестороннего изучения исходных родительских форм и образцов риса гибридного происхождения. Результаты были получены в процессе вегетационного и полевого опыта, на основе достаточного объема растительного материала, фенологических наблюдений, экспериментальных данных, обработанных методами биометрической статистики и использования компьютерных программ, позволяющие получить результаты имеющие высокую статистическую достоверность. По результатам исследований сделаны соответствующие выводы и даны рекомендации для практической селекции.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы изложены в отчете по научной работе кафедры генетики, селекции и семеноводства Кубанского ГАУ (2013 – 2015 гг.), а также были представлены на всероссийских научно-практических конференциях, в числе которых: I и II международная научно-практическая конференция (г. Ялта, 2015 и 2016 гг.), VIII и IX всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» (г. Краснодар, 2015 и 2016 гг.); научно-практическая конференция молодых ученых, преподавателей, аспирантов и студентов Кубанского ГАУ (г. Краснодар, 2014, 2015 и 2016 гг.).

Публикации: Основные результаты диссертации опубликованы в 12 научных статьях, в том числе 5 – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 136 страницах текста в компьютерном исполнении, состоит из введения, 5 глав, выводов, предложений для практической селекции, списка использованной литературы и приложений. Содержит 40 таблиц, 13 рисунков. Список литературных источников включает 150 работ, в том числе 34 иностранных авторов.

2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2013-2015 гг. Были подробно изучены 7 новых вертикальнолистных образца риса гибридного происхождения (Павловский/СПУ-78-96), имеющих крупное зерно. В качестве стандартов были взяты сорта Рапан и родительские формы сорт Павловский и сортообразец СПУ-78-96.

Исследования проводили согласно Методическим указаниям ВИР, методике полевого опыта и методике Государственной комиссии

по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Основные методы селекции – индивидуальный отбор во втором и последующих поколениях из гибридного материала. При выполнении экспериментальных работ использованы: лабораторный, вегетационный и полевой методы исследований на основании апробированных методик.

Подготовку почвы, уход за растениями осуществляли с учетом рекомендаций по возделыванию риса, принятых для зоны. Водный режим выдерживали согласно варианта укороченного затопления. Посев производили в оптимальные сроки.

В течение вегетации проведены две подкормки мочевиной – в начале и в конце фазы кущения, каждая из которых дозой $0,7 \text{ г/м}^2$ (т.е. $1,8 \text{ г}$ – на лизиметр или N_{30}). В течение вегетации у исследуемых форм риса определяли: продолжительность основных межфазных и вегетационного периодов; угол отклонения листьев от стебля на главном побеге в фазе выметывания; размеры листьев, площадь листовой поверхности в фазе выметывания.

Урожай убирали вручную при достижении растениями полной спелости. Уборка включала отбор модельных снопов из 20 случайно выбранных растений каждой формы, сжатие остальных растений с делянок и их обмолот. Биометрический анализ модельных снопов вели по методике ВНИИ риса.

Биометрический анализ осуществлялся в лабораторных условиях кафедры генетики, селекции и семеноводства Куб ГАУ. В ходе анализа определяли: высоту растений, количество продуктивных стеблей, длину метелки, число колосков с главной метелки (фертильных и стерильных), массу зерна с главной метелки и с растения, массу 1000 зерен и другие количественные признаки. Технологический анализ зерна риса проводили в лаборатории качества зерна ВНИИриса по принятой методике.

Опыт размещен в 3 лизиметрах, площадь каждого лизиметра $2,5 \text{ м}^2$. Делянки однорядковые, площадью $0,15 \text{ м}^2$; в ряду 30 растений, что соответствует густоте стеблестоя 300 тыс. раст. на 1 га, при норме 250- 300 тыс. раст. на 1 га. Повторность опыта – четырехкратная, всего 10 вариантов, каждый из которых представлен одной семьей – потомство одного растения из массы отобранных растений. Водный режим – укороченное затопление с получением всходов на увлажнительных поливах без слоя воды.

Оценку полученных результатов проводили с помощью вариационного, дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа в Excel.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Изменчивость некоторых количественных признаков

Для оценки потенциальных возможностей изменчивости признаков определяющих продуктивность образцов мы привели вариационный анализ. Полученные результаты условно делим признаки на две группы. В таблице 1 представлены признаки для которых предпочтительнее низкая и средняя изменчивость.

Таблица 1– Изменчивость некоторых количественных признаков, 2013-2015 гг.

Сорт, образец	Угол отклонения листьев от соломины, °		Высота растений, см		Длина метелки, см	
	V, %	Пределы изменчивости, °	V, %	Пределы изменчивости, см	V, %	Пределы изменчивости, см
Павловский	14	28...49	10	88,9...105,3	6	12,1...17,0
СПУ-78-96	23	5...15	9	60,8...89,3	16	15,0...25,5
М-1	21	6...19	9	85,2...95,2	10	14,0...22,8
М-2	30	10...31	5	72,0...84,2	15	14,5...24,0
М-3	13	7...30	4	85,2...96,4	8	20,1...27,8
М-4	22	10...30	6	78,7...94,4	9	16,2...23,0
М-5	16	10...25	4	95,3...109,8	18	17,3...31,1
М-6	21	10...26	6	80,3...100,0	8	17,0...23,0
М-7	18	10...25	8	89,2...114,6	19	14,5...27,3
Рапан-st	17	20...42	8	65,3...83,9	6	14,0...18,6

Признаки высота растений и длина метелки имеют низкий и средний уровень изменчивости. По ним все образцы имеют промежуточные значения между родительскими формами. Угол отклонения листьев от стебля имеет среднюю и высокую изменчивость, но у всех вертикальнолистных образцов он не превышает 30°.

В таблице 2 и 3 признаки имеют высокий уровень вариации, что определяет их устойчивость к стрессовым факторам внешней среды, реакцию на условия выращивания, так же высокая вариация является важным источником селекционного улучшения материала.

Таблица 2 – Изменчивость некоторых количественных признаков, 2013-2015 гг.

Сорт, образец	Общее число колосков в метелке, шт.		Фертильных колосков в метелке, шт.		Стерильных колосков в метелке, шт.	
	V, %	Пределы изменчивости, шт.	V, %	Пределы изменчивости, шт.	V, %	Пределы изменчивости, шт.
Павловский	30%	70...207	34%	60...187	29%	4...14
СПУ-78-96	25%	77...209	24%	70...179	23%	4...12
М-1	24%	62...209	27%	52...184	21%	4...12
М-2	25%	69...239	27%	54...210	16%	4...11
М-3	19%	92...278	19%	81...228	19%	4...12
М-4	28%	72...210	31%	61...190	29%	4...12
М-5	36%	114...385	42%	90...350	24%	5...14
М-6	31%	64...251	33%	59...214	31%	4...12
М-7	26%	59...251	28%	52...230	28%	4...13
Рапан-st	18%	95...244	19%	82...211	17%	6...14

По признакам общее число колосков в метелке, фертильности и стерильности вертикальнолистные образцы находится на уровне родительских форм и стандарта. По этим признакам мы отмечаем как наиболее устойчивые и имеющие высокие показатели М-3, М-7, М-2 и М-1

Таблица 3 – Изменчивость некоторых количественных признаков, 2013-2015 гг.

Сорт, образец	Масса зерна с главной метелки, г		Масса зерна с растения, г	
	V, %	Пределы изменчивости, шт.	V, %	Пределы изменчивости, шт.
Павловский	18	1,99...6,07	56	2,35...24,24
СПУ-78-96	20	1,74...4,94	32	1,74...7,43
М-1	23	2,05...6,90	39	2,50...22,85
М-2	31	1,76...7,40	42	1,76...18,95
М-3	35	1,75...7,04	55	1,75...22,51
М-4	29	1,93...6,04	52	1,93...15,46
М-5	33	2,24...8,16	56	3,86...25,36
М-6	35	1,56...6,24	58	1,56...16,93
М-7	26	1,41...5,92	47	2,52...17,03
Рапан-st	22	2,33...6,24	31	2,33...8,79

Относительно родительских форм и стандарта наименьшая стерильность отмечена у М-2.

Большинство образцов по массе зерна с главной метелки превышают по изменчивости родительские формами и стандарт, имеют коэффициент вариации от 23 до 35%, при этом наибольшая масса зерна с главной метелки наблюдалась у образца М-5.

Изменчивость признака масса зерна с растения у вертикальнолистных образцов занимает промежуточное значение между родительскими формами.

3.2 Корреляционная взаимосвязь между признаками

Для проведения отборов и оценки селекционного материала риса необходимо знание закономерностей зависимости одних признаков от других, а также от факторов внешней среды. Для этого используют корреляционные взаимосвязи между признаками.

Корреляционных связей между признаками растений нами были проанализированы по каждому вертикальнолистному гибриднему образцу риса. Наиболее интересные данные мы приводим в таблицах 4 - 6.

Таблица 4 – Корреляционные взаимосвязи в популяции гибридного вертикальнолистного образца М-5, 2013-2015гг.

Коррелируемые признаки	Высота растения	Длина метелки	Число зерен в главной метелке	Масса зерна с главной метелки	Масса зерна с растения	Масса 1000 зерен
Длина метелки	-0,01	1				
Число зерен в главной метелке	0,17	0,24	1			
Масса зерна с главной метелки	0,17	0,36	0,83	1		
Масса зерна с растения	0,02	0,00	0,34	0,10	1	
Масса 1000 зерен	0,01	0,21	-0,25	0,27	-0,44	1
Угол отклонения листьев от стебля	-0,11	-0,04	-0,08	0,10	-0,35	-0,88

Длина метелки М-5 проявляет слабую положительную взаимосвязь с числом зерен в главной метелке ($r= 0,24$), массой 1000 зерен ($r= 0,21$). Очень низкая степень корреляции длины метелки и угла отклонения листьев от стебля, а с признаком масса зерна с растения связь отсутствует. Средняя положительная зависимость длины метелки у М-5 отмечена с массой зерна с главной метелки ($r=0,36$). В этом случае коэффициент детерминации составляет 0,13, и значит что мас-

са зерна с растения в 13 % случаев влияет на длину метелки, а в 87 % случаев этот признак контролируется другими факторами.

Число зерен в главной метёлке слабо отрицательно коррелирует с массой 1000 зерен ($r = -0,25$) и очень слабо с углом отклонения листьев от стебля ($r = -0,08$). Средняя взаимосвязь отмечается с массой зерна с растения, $r = 0,34$, $r^2 = 0,12$. Сильная корреляция, $r = 0,83$, отмечена у признака число зерен в главной метёлке с массой зерна с главной метелки. При этом коэффициент детерминации равен 0,69, а значит, число зерна в главной метелке влияет на массу зерна с главной метелки в 69 % случаев, а на 41 % другие факторы.

Масса зерна с главной метелки слабо положительно коррелирует с массой зерна с растений ($r = 0,10$), массой 1000 зерен ($r = 0,27$) и углом отклонения листьев от стебля ($r = 0,10$).

Масса зерна с растения взаимодействует в средней степени с массой 1000 зерен ($r = -0,44$) и углом отклонения листьев от стебля ($r = -0,35$). Масса зерна с растения, $r^2 = 0,19$, на 19 % влияет на массу 1000 зерен по сравнению с другими факторами. А на угол отклонения листьев, $r^2 = 0,12$, масса зерна с растения влияет в 12 % случаев, а на 88 % проявление этого признака зависит от других факторов.

Масса 1000 зерен сильно отрицательно коррелирует с углом отклонения листьев от стебля ($r = -0,88$). При коэффициенте детерминации 0,77 это влияние составит 77 %, а в остальном крупность зерна у М-5 определяется другими факторами. Из вышесказанного видно, что на параметры зерновки больше влияет масса зерна с главной метелки.

Оценить взаимодействие признаков вертикальнолиственного образца риса М-6, можно по представленным данным в таблице 5. Очень слабая взаимосвязь отмечена между высотой растения и массой зерна с растения, углом отклонения листьев. Высота растения слабо положительно и отрицательно коррелирует со следующими признаками: длина метелки ($r = 0,24$), число зерен в главной метелке ($r = -0,15$), масса зерна с главной метелки ($r = -0,17$), масса 1000 зерен ($r = 0,12$).

Длина метелки М-6 проявляет слабую положительную взаимосвязь с массой зерна с растения ($r = 0,18$), массой 1000 зерен ($r = 0,11$). Средняя корреляция отмечена с числом зерен в главной метёлке ($r = 0,34$, $r^2 = 0,12$), массой зерна с главной метелки ($r = 0,37$, $r^2 = 0,14$) и углом отклонения листьев от стебля ($r = -0,40$, $r^2 = 0,16$). Длина метелки влияет на массу зерна с растения в 12% случаев, на массу зерна с главной метелки в 14 % случаев. На угол отклонения листьев от стеб-

ля 14 % случаев, а остальное влияние приходится на долю других факторов.

Таблица 5 – Корреляционные взаимосвязи в популяции гибридного вертикальнолиственного образца М-6, 2013-2015гг.

Коррелируемые признаки	Высота растения	Длина метелки	Число зерен в главной метелке	Масса зерна с главной метелки	Масса зерна с растения	Масса 1000 зерен
Длина метелки	0,24	1				
Число зерен в главной метелке	-0,15	0,34	1			
Масса зерна с главной метелки	-0,17	0,37	0,88	1		
Масса зерна с растения	0,01	0,18	0,32	0,16	1	
Масса 1000 зерен	0,12	0,11	-0,31	0,06	-0,22	1
Угол отклонения листьев от стебля	0,02	-0,40	0,18	0,18	0,00	0,81

Число зерен в главной метёлке слабо положительно коррелирует с углом отклонения листьев от стебля ($r=0,18$). Средняя взаимосвязь этого признака отмечена с массой зерна ($r=0,32$) с растения и массой 1000 ($r= -0,31$). А сильная корреляция, $r=0,88$, отмечена у признака число зерен в главной метелке с массой зерна с главной метелке. При этом коэффициент детерминации равен 0,77, а значит, число зерен с главной метелки влияет на массу зерна с главной метелки в 77 % случаев.

Масса зерна с главной метелки слабо положительно коррелирует с массой зерна с растений ($r=0,16$), массой 1000 зерен ($r=0,06$) и углом отклонения листьев от стебля ($r= 0,18$).

Масса зерна с растения слабо отрицательно коррелирует с массой 1000 зерен ($r=0,27$) и не коррелирует углом отклонения листьев от стебля.

Масса 1000 зерен сильно отрицательно коррелирует с углом отклонения листьев от стебля ($r=0,81$). При коэффициенте детерминации 0,66 это влияние составит 66 %, а в остальном крупность зерна у М 6 определяется другими факторами. Из вышесказанного видно, что на параметры зерновки больше влияет масса зерна с главной метелки. По представленным в таблицы 6 данным, можно оценить взаимосвязи между признаками образца М-7. Установлено, что высота растения очень слабо коррелирует со следующими признаками: длина метелки ($r= 0,04$) и угол отклонения листьев от стебля($r=0,07$).

Слабая взаимосвязь отмечена с признаками число зерен в главной метелке ($r = -0,15$) и массой зерна с главной метелки ($r = 0,10$). Средняя отрицательная взаимосвязь отмечена у высоты растения с массой зерна с растения ($r = -0,31$) и массой 1000 зерен ($r = 0,39$). Коэффициент детерминации в первом случае равен 0,10, значит, что в 10 % случаев высота растения влияет на массу зерна с растения, а в 90 % случаев она связана с другими факторами. Во втором случае $r^2 = 15$, и в 15 % случаев на признак высота растений оказывает влияние на массу 1000 зерен.

Таблица 6 – Корреляционные взаимосвязи в популяции гибридного вертикальнолистного образца М-7, 2013-2015гг.

Коррелируемые признаки	Высота растения	Длина метелки	Число зерен в главной метелке	Масса зерна с главной метелки	Масса зерна с растения	Масса 1000 зерен
Длина метелки	0,04	1				
Число зерен в главной метелке	-0,15	0,10	1			
Масса зерна с главной метелки	0,10	0,02	0,88	1		
Масса зерна с растения	-0,31	0,08	0,35	0,31	1	
Масса 1000 зерен	0,39	-0,10	-0,58	-0,20	-0,12	1
Угол отклонения листьев от стебля	0,07	-0,08	0,01	-0,07	-0,08	-0,78

Длина метелки проявляет слабую и очень слабую взаимосвязь со всеми признаками: число зерен в главной метелке ($r = 0,10$), масса зерна с главной метелки ($r = 0,02$), масса зерна с растения ($r = 0,08$), масса 1000 зерен ($r = -0,10$), угол отклонения листьев от стебля ($r = -0,08$).

Число зерен в главной метелке очень слабо коррелирует с углом отклонения листьев от стебля ($r = 0,01$). Средняя корреляционная взаимосвязь отмечена с массой зерен с растения ($r = 0,35$) и массой 1000 зерен ($r = -0,58$). А сильная корреляция, $r = 0,88$, отмечена у признака число зерен в главной метёлке с массой зерна с главной метелке. При этом коэффициент детерминации равен 0,77. Это значит, что число зерна в главной метелки влияет на массу зерна с главной метелки в 77 % случаев, а на 33 % другие факторы.

Масса зерна с главной метелки слабо отрицательно и положительно коррелирует с массой 1000 зерен ($r=0,20$) и углом отклонения листьев от стебля ($r=-0,07$). С массой зерна с растения масса зерна с главной метелки коррелирует при среднем значении $r=0,31$. Коэффициент детерминации составляет 0,10, и это свидетельствует о том, что в 10 % случаев признак масса зерна с главной метелки влияет на массу зерна с растения, а 90 % случаев определяют другие факторы.

Масса зерна с растения слабо коррелирует с массой 1000 зерен и углом отклонения листьев от стебля.

Масса 1000 зерен сильно отрицательно коррелирует с углом отклонения листьев от стебля ($r=0,78$). При коэффициенте детерминации 0,61 это влияние составит 61 %, а в остальном крупность зерна у М-7 определяется другими факторами. Из вышесказанного видно, что на параметры зерновки больше влияет масса зерна с главной метелки.

Стабильная сильная положительная корреляционная связь у всех образцов отмечена между признаками «масса зерна с главной метелки» и «число зерен в главной метелке». Также признак «угол отклонения листьев от стебля» у некоторых образцов имеет среднюю корреляцию различного характера с «высотой растений», «длина метелки», «масса зерна с растения». У большинства образцов с признаком «угол отклонения листьев от стебля» отмечена положительная взаимосвязь с «массой 1000 зерен».

4 СПОСОБ ОЦЕНКИ ПРОДУКТИВНОСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ МАССЫ ЗЕРНА К ПЛОЩАДИ ЛИСТЬЕВ

Наиболее распространённым способом оценки продуктивности зерновых культур является определение коэффициента $K_{\text{хоз}}$. Уборочный индекс, или коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{\text{хоз}}$), выражает долю зерна (в %) в общей надземной массе растений.

В отличие от растений с обычной архитектурой, вертикально-лиственные растения сохраняют зеленую окраску листьев и высокое содержание влаги в них даже после наступления полной спелости зерна. И значит, способность к фотосинтезу сохраняется у них дольше, чем к примеру у сорта Рапан, у которого по мере созревания зерна в метелке и к его завершению листья отмирают полностью. Из этого можно заключить, что такие растения накапливают ассимилятов больше чем растения с обычной архитектурой листового аппарата, и после со-

зрелости она накапливается в вегетативной массе, тем самым делая ее более тяжелой, но не в ущерб урожаю. В связи с этим возникает необходимость в поиске новых способов определения продуктивности растений при селекционном отборе.

Одним из таких мы предлагаем способ для выявления высокопродуктивных форм риса в процессе селекции, отличающийся невысокой трудоемкостью и отражающий влияние различной степени развитого фотосинтетического аппарата на формирование генеративной массы растения – способ отбора наиболее продуктивных образцов, включающий в себя расчет показателя OMS (отношение массы зерна с главной метелки к площади флагового и подфлагового листьев).

По величине этого показателя оценивают продуктивность растений сортов риса, при этом к высокопродуктивным сортам относят те, которые имеют минимальное значение OMS.

Для расчета показателя OMS необходимо провести отбор проб растений, определить площадь листьев и массу отдельных органов растений (зерна с главной метелки). У отобранных проб растений риса с любым расположением листьев в пространстве относительно главного побега в фазе цветения определяют расчетным методом среднюю площадь S_{cp} пластин флагового и подфлагового листьев, затем определяют среднюю массу зерна M_{cp} главной метелки в фазе полной спелости, а показатель продуктивности рассчитывают по формуле:

$$OMS = S_{cp} / M_{cp},$$

где:

OMS – показатель продуктивности сортов риса, см²/г;

M_{cp} – средняя масса зерна с главной метелки, г;

S_{cp} – средняя площадь пластин флагового и подфлагового листьев главного побега отобранных проб растений риса, см²,

Преимущество данного способа оценки продуктивности сортов риса состоит в том, что он не требует никаких сложных технических приспособлений и приборов. Измерения в условиях опыта проводятся только один раз за период вегетации, в момент достижения максимального значения площади листьев (в фазе цветения). Это значительно сокращает трудоемкость способа, а это очень важно как раз на ранних этапах селекционного отбора, когда объем исследуемого материала огромен и визуально оценить его преимущества и недостатки невозможно. Применение данного способа дает возможность оценить

и отобрать на ранних этапах селекции риса наиболее перспективные и продуктивные образцы на основании рассчитанного показателя OMS.

Для оценки продуктивности по OMS мы отбирали пробы в условиях вегетационного опыта – по 20 растений каждого варианта. Отобранные растения риса отмечали этикетками (лентами) с номером растения, не травмируя и не препятствуя его нормальной жизнедеятельности. В таком виде растения остаются в лизиметре до конца вегетации, до фазы полной спелости. То есть растения продолжали свою жизнедеятельность и мы получили данные о том, как тот или иной образец проявляет себя в условиях конкретного года.

В фазе цветения на отобранных пробах растений риса с любым расположением листьев в пространстве относительно главного побега проводили измерения длины (l) и ширины (b) листовой пластины флагового и подфлагового листьев потому, что это основные листья, сохранившиеся на растении риса в процессе вегетации и обеспечивающие накопление сухого вещества в генеративной массе растения (метелке, зерне) образующую ценную часть урожая. Вычисляли среднюю длину и среднюю ширину листовой пластины флагового и подфлагового листьев. По полученным данным рассчитывали S_{cp} площадь листовой пластины флагового (фл) и подфлагового (пфл) листьев главного побега.

После наступлению фазы полной спелости с главного побега растений ранее отобранных и отмеченных проб срезается главная метелка. Этикетка с номером и сама метелка помещались в отдельный пакет. С каждой метелки обмолачивалось зерно, из которого отбиралось выполненное, и взвешивалось. Рассчитывалась M_{cp} средняя масса зерна с главной метелки.

Затем рассчитывали показатель продуктивности OMS. По величине этого показателя оценивают продуктивность растений риса.

Коэффициент OMS показывает, сколько единиц площади флагового и подфлагового листьев работает на образование единицы массы зерна.

Чем меньше числовое значение OMS, тем продуктивнее растение, так как на образование единицы массы зерна работает меньшая площадь листа.

В исследование были включены образцы риса с различным положением листьев относительно стебля в пространстве, различной их площадью.

Данные приведенные в таблице 7, позволяют нам более углубленно изучить продуктивность изучаемого материала. В таблице приводятся сведения по показателю OMS, полученные и рассчитанные по вышеописанной методике, так же для сравнения мы приводим значение коэффициента хозяйственной ценности ($K_{хоз}$). Для начала проанализируем сведения из столбца « $K_{хоз}$ ». Видно, что все изучаемые образцы, обладают значениями коэффициента хозяйственной ценности ниже 0,50, за исключением стандартного сорта.

Таблица 7 – OMS и $K_{хоз}$ у вариантов, $см^2/г$, 2013-2015гг.

Сорт, образец	M_{cp}	S_{cp}	OMS	Отклонение от стандарта		$K_{хоз}$
				$см^2/г$	%	
Павловский	3,97	65,8	17	-3	15	0,46
СПУ-78-96	3,23	80,4	25	6	30	0,45
М-1	4,60	68,6	15	-5	25	0,46
М-2	4,52	70,6	16	-4	20	0,45
М-3	4,19	104,4	25	5	25	0,45
М-4	3,55	106,8	30	10	50	0,45
М-5	4,77	102,4	22	2	10	0,45
М-6	4,02	124,8	31	11	55	0,40
М-7	3,77	116,3	31	11	55	0,40
Рапан-st	3,92	76,9	20			0,50
НСР ₀₅	0,27	11,01	3,46			

Согласно новому показателю отношение площади листьев к массе зерна с главной метелки, из родительских форм, наиболее продуктивной оказалась материнская (сорт Павловский) с показателем продуктивности – $17 см^2/г$. Сортообразец СПУ-78-96 менее продуктивен и его OMS равен $25 см^2/г$. Стандартный сорт Рапан, так же оказался довольно продуктивным, $20 см^2/г$.

Самая низкая продуктивность отмечена у образцов М-6, М-7 и М-4 у которых OMS составил $31,31$ и $30 см^2/г$., соответственно. Три этих образца менее продуктивны, чем обе родительские формы и стандартный сорт, в среднем на 50% и эта разница достоверна.

Продуктивностью на уровне стандарта, и родительских форм (сорта Павловский и СПУ-78-96) обладают, М-3 и М-5, их OMS составляет 25 и $22 см^2/г$.

Высокой продуктивностью отличаются вертикальнолистные гибридные образцы М-1и М-2, на образование 1 грамма урожая зерна, работает наименьшая площадь листового аппарата, 15 и 16 см² поверхности флагового и подфлагового листьев, соответственно. Это значительно меньше, чем у стандартна на 5 и 4 см²/г., или 25 и 20 %.

Для определения сортовой значимости данного признака мы провели двухфакторный дисперсионный анализ (таблица 8).

Таблица 8 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показателя OMS у вариантов, 2013-2015гг.

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Дисперсия	F _{факт.}	F ₀₅	Влияние, %
Фактор А (год)	1442,23	2	721,1	47,8	3,1	13
Фактор В (сорт, гибрид)	5125,1	9	569,5	37,8	2,0	46
Взаимодействие АВ	3258,4	18	181,0	12,0	1,8	29

Анализ полученных данных, позволяет, с точностью 95 %, нам сделать следующее заключение, что на проявление данного признака в большей степени влияет принадлежность к определенному генотипу, или доля влияния сорта или гибрида составляет 46 %. В меньшей степени себя признак проявляет в зависимости от взаимодействия факторов года исследований и принадлежности к сорту или гибриду - 29 %. И наименьшее влияние на проявление данного признака оказывают условия года изучения. То есть данный признак является стабильной сортовой характеристикой.

Для полной характеристики сортов и образцов риса важно определить связь различных хозяйственно-ценных признаков. Для этого мы провели корреляционный анализ, который показал, что между изучаемыми признаками, представленными выше существуют определенные взаимосвязи (таблица 9).

Из таблицы 9 видно, что сильная положительная корреляционная связь между массой зерна с главной метелки и массой зерна с варианта ($r = 0,89$). При этом коэффициент детерминации (r^2) составляет 0,79. Это значит, что в 79 % случаев масса зерна с делянки определяется массой зерна с главной метелки. Иными словами, при увеличении массы зерна с главной метелки, с сохранением стеблестоя, увеличивается

масса зерна с делянки. С точки зрения физиологии растений и логики – это ожидаемая взаимосвязь между показателями продуктивности растений.

Таблица – 9 Корреляционные взаимосвязи показателей продуктивности у вариантов, 2013-2015 гг.

Коррелируемые признаки	Масса зерна с варианта	Масса зерна с главной метелки	OMS
Масса зерна с варианта	1		
Масса зерна с главной метелки	0,89	1	
OMS	- 0,36	- 0,55	1
$K_{хоз}$	- 0,07	0,10	- 0,67

Установленная средняя отрицательная корреляция между массой зерна с главной метелки и OMS ($r = - 0,55$; $r^2 = 0,30$), массой зерна с делянки и OMS ($r = - 0,36$; $r^2 = 0,13$) свидетельствует о том, что в 30 % (масса зерна с главной метёлки) и 13 % (масса зерна с делянки) происходит снижение показателя OMS, что определяет увеличение показателей массы зерна с главной метелки и делянки. Средний уровень данных взаимосвязей подтверждает генетическую связь между OMS и массой зерна с главной метелки.

Предлагаемая оценка продуктивности по OMS с учетом корреляционных взаимосвязей между этим индексом и массой зерна в разрезе генотипов, позволяет дать более полную характеристику селекционного материала. Факт выявленной взаимосвязи необходимо продолжить изучать на растениях других типов, для дальнейшего совершенствования селекционной работы.

По результатам корреляционного анализа выявлено, что взаимосвязи между массой зерна с делянки и коэффициентом хозяйственной ценности ($K_{хоз}$), массой зерна с главной метёлки и коэффициентом хозяйственной ценности ($K_{хоз}$) находятся на низком уровне ($r = - 0,07$ и $0,10$ соответственно).

Между коэффициентом хозяйственной ценности ($K_{хоз}$) и OMS обнаружена средняя отрицательная корреляция ($r = - 0,67$; $r^2 = 0,45$). Такая взаимосвязь вполне закономерна. Она подтверждает, что оба показателя отражают актуальный уровень продуктивности, есть лишь разница в их числовом выражении. Но тот факт, что уровень взаимосвязи средний, свидетельствует о том, что OMS дает более точное представление о продуктивности изучаемых образцов риса.

Анализ значения коэффициента хозяйственной ценности свидетельствует, что 5 из 7 изучаемых гибридных образцов по этому показателю практически не различаются между собой и не отличаются от родительских форм ($K_{хоз} = 0,45-0,46$). Кроме того, видно, что по $K_{хоз}$ все вертикальнолистные образцы уступают стандарту, у которого это значение равно 0,50.

Проделанная нами работа позволяет заключить, что для определения ценности селекционного материала, недостаточно иметь сведения об урожайности образцов и коэффициенте хозяйственной ценности, который характеризует продуктивность растений, так как из-за некоторых биологических характеристик вертикальнолистных растений риса, этот показатель искажается. Для более точной оценки продуктивности растений риса целесообразно использовать разработанный нами показатель OMS, который подходит для оценки образцов с различной архитектурой листового аппарата.

Из представленных выше данных следует, что самыми ценными вертикальнолиственными гибридными образцами можно считать М-1 и М-2, как обладающими лучшими показателями OMS.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. По результатам проведенного исследования установлено, что у всех изученных семи вертикальнолистных образцов наибольшая изменчивость наблюдается по следующим признакам: масса зерна с растения, масса зерна с главной метелки, общее число колосков в метелке, количество фертильных колосков на главной метелке.

2. Наименьшими значениями коэффициента вариации обладали признаки: длина метелки, высота растений и количество стерильных колосков на главной метелке. Это свидетельствует о стабильности этих признаков у изучаемых образцов.

3. По основным признакам, определяющим продуктивность растения, отмечена высокая и средняя варьированность в популяциях, при стабильных показателях предельных значений по годам. Из этого следует, что популяции достаточно выровнены, но при этом сохраняется необходимый источник изменчивости, который позволяет эффективно вести дальнейший селекционный отбор.

4. У всех изучаемых вертикальнолистных гибридных образцов признак «угол отклонения листьев от стебля» в течение трех лет исследований стабилен и мало изменяется и не превышает 30°. Это позволяет за-

ключить, что данные образцы достаточно хорошо выровнены по этому признаку.

5. По длине вегетационного периода все изучаемые образцы относятся к позднеспелой группе. Среди них выделяются М-3, как наиболее ранний образец, и как самый поздний - М-1.

6. Установлено, что из изученных образцов по посевным качествам семян наиболее ценными являются М-1 и М-2. Это определяется их высокими технологическими показателями. Масса 1000 зерен составляет 40,66 г и 32,37 г, соответственно. Высокий процент целого (М-1–89,3%; М-2–86,1%) зерна свидетельствует о низкой трещиноватости и позволяет реализовать высокую энергию прорастания (М-1–85%; М-2–81%) и всхожесть (М-1–91%; М-2–89%).

7. Стабильная сильная положительная корреляционная связь у всех образцов отмечена между признаками «масса зерна с главной метелки» и «число зерен в главной метелке». Признак «угол отклонения листьев от стебля» у некоторых образцов имеет среднюю корреляцию различного характера с «высотой растений», «длина метелки», «масса зерна с растения». У большинства образцов с признаком «угол отклонения листьев от стебля» отмечена положительная взаимосвязь с «массой 1000 зерен»

8. Установлено, что для определения продуктивности селекционного материала, недостаточно иметь сведения об урожайности образцов и коэффициенте хозяйственной ценности. Для этого необходимо использовать разработанный и опробованный нами показатель OMS (отношение площади флагового и подфлагового листьев главного побега к массе зерна с главной метелки), который применим для оценки образцов с различной архитектурой листового аппарата, не требует дополнительного оборудования и легко осуществим в ходе основных работ. Наиболее продуктивными признаются те образцы на образование 1 грамма зерна которых работала меньшая площадь флагового и подфлагового листьев.

9. Установлено, что показатель OMS (отношение площади флагового и подфлагового листьев главного побега к массе зерна с главной метелки) является стабильной сортовой характеристикой, согласно данным двухфакторного дисперсионного анализа доля влияния генотипа составляет 46%, взаимодействие генотипа и среды – 29%.

10. В результате оценки исследуемых образцов общепринятыми методами и по показателю OMS выявлено, что наиболее ценными вертикальнолистными гибридными образцами являются М-1 и М-2. Остальные изученные образцы являются носителями ценных качеств и реко-

мендуются для исследований в селекционном процессе как исходный материал.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. При селекции на повышение продуктивности использовать в качестве исходного материала выделенные вертикальнолистные образцы сочетающие высокую продуктивность и архитектурические показатели.

2. При отборе высокопродуктивных форм риса использовать показатель OMS (отношение площади флагового и подфлагового листьев главного побега к массе зерна с главной метелки), который показывает, сколько единиц площади флагового и подфлагового листьев работает на образование единицы массы зерна. Чем меньше числовое значение OMS, тем продуктивнее растение, так как на образование единицы массы зерна работает меньшая площадь листьев.

3. Сортообразцы риса М-1 и М-2 (Павловский/СПУ-78-96), проходящие конкурсное испытание включить в экологическое испытание и производственную проверку для последующей передачи на Государственное сортоиспытание.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

Научные статьи в том числе в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ:

1. Зеленский Г.Л. Новый исходный материал для селекции риса на повышение продуктивности / Г.Л. Зеленский, **М.В. Шаталова (М.В. Жилина)** // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №05(089). С. 888-903. – Шифр Информрегистра: – IDA [article ID]:0891305060. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/60.pdf>

2. Зеленский П.Г. Новый метод оценки растений риса при селекции на повышение продуктивности / Г.Л. Зеленский, **М.В. Шаталова (М.В. Жилина)**, А.Г. Зеленский / Рисоводство. - №1(38). – Краснодар, 2018. – С. 59-63.

3. **Шаталова М.В. (М.В. Жилина)** Оценка вертикальнолистного материала при селекции на повышение продуктивности риса / М.В. Шаталова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №133(09). С. 1144-1155. –

DOI: – 10.21515/1990-4665-133-083. – Режим доступа:
<http://ej.kubagro.ru/2017/09/pdf/83.pdf>

4. **Шаталова М.В. (М.В. Жилина)** Селекция вертикальнолистного риса для повышения продуктивности современных сортов как одно из важных направлений / М.В. Шаталова, Г.Л. Зеленский. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - №3 (60). – Краснодар: КубГАУ, 2016. – С. 100-103.

5. **Шаталова М.В. (М.В. Жилина)** Создание вертикальнолистных сортов как один из способов увеличения продуктивности риса / М.В. Шаталова, Г.Л. Зеленский // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - №3(54). – Краснодар: КубГАУ, 2015. – С. 153-155.

Публикации в других изданиях:

6. Зеленский П.Г. Опыт применения удобрения «Полигро» при выращивании риса / П.Г. Зеленский, Ю.А. Исупова, А.Г. Зеленский, **М.В. Шаталова (М.В. Жилина)** / Рисоводство. – № 1(23). – Краснодар, 2013. – С. 59-63.

7. **Шаталова М.В. (М.В. Жилина)** Перспективы создания высокопродуктивных сортов (обзор) / М.В. Шаталова // Итоги научно-практической работы за 2013 год: материалы конф. – Краснодар: КубГАУ, 2014.. – С. 5-6

8. **Шаталова М.В. (М.В. Жилина)** Изменчивость признака «Угол отклонения листьев от стебля» у вертикальнолистных образцов риса / М.В. Шаталова // В сборнике: Научное обеспечение АПК Сборник статей по материалам XI Всероссийской конференции молодых ученых, Краснодар: КубГАУ, С. 1309-1310.

9. **Шаталова М.В. (М.В. Жилина)** Изучение исходного материала с вертикальнолистной архитектурой при селекции риса на повышение продуктивности / М.В. Шаталова, Г.Л. Зеленский, А.Ю. Жилин // В сборнике: Вклад ВОГиС в инновационное развитие российской федерации. 2015. – С. 79-80.

10. **Шаталова М.В. (М.В. Жилина)** Селекция риса на повышение продуктивности / М.В. Шаталова, А.Б. Теряник // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса по материалам VIII Всероссийской конференции молодых ученых. Краснодар: КубГАУ, 2014. – С. 186-187.

11. **Шаталова М.В. (М.В. Жилина)** Отношение массы зерна с растения к площади листьев, как фактор при отборе вертикальнолистного риса для селекции на повышение продуктивности / М.В. Шаталова, Г.Л. Зеленский, А.Ю. Жилин // В сборнике: Научное обеспечение АПК Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых. Краснодар: КубГАУ, 2016. – С. 124-125.

12. **Шаталова М.В. (М.В. Жилина)** Информативность коэффициента OMS при отборе высокопродуктивных форм риса / М.В. Шаталова // В сбор-

нике: Закономерности и тенденции развития науки в современном обществе. 2016. – С. 11-15.

13. **Шаталова М.В. (М.В. Жилина)** Использование показателя OMS при отборе высокопродуктивных форм риса / М.В. Шаталова, Г.Л. Зеленский // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса, по итогам НИР за 2015 год. Краснодар: КубГАУ, 2016. – С. 39-41.

14. **Шаталова М.В. (М.В. Жилина)** Перспективы использования вертикальнолистных образцов для селекции на повышение продуктивности современных сортов риса / М.В. Шаталова, Г.Л. Зеленский, А.Ю. Жилин // В сборнике: Наука, образование и инновации, 2016. – С. 55-58.

15. **Шаталова М.В. (М.В. Жилина)** Преимущество показателя OMS при отборе высокопродуктивных форм риса / М.В. Шаталова // В сборнике: научное обеспечение агропромышленного комплекса. Краснодар: КубГАУ, 2017. –С. 124-125.

Патент:

1. Патент 2637366 Российская Федерация, МПК А01Н 1/04 Способ отбора наиболее продуктивных образцов риса / **М.В. Шаталова (М.В. Жилина)**, Г.Л. Зеленский, А.Ю. Жилин - № 2016128910; заявл. 14.07.2016, опубл. 04.12.2017, Бюл. № 34. – 2с.-20%

Научная работа

Жилина Мария Васильевна

Подписано в печать _____. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. – 1,4. Тираж 100 экз. Заказ № _____

Типография Кубанского государственного аграрного университета
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.