

РИСОВОДСТВО RICE GROWING



4 / 2004

Научно-производственный журнал

Адрес редакции: 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, ВНИИ риса, тел. (8612) 29-47-60

СОДЕРЖАНИЕ

Пашков М.В. Интенсификация – важнейший фактор повышения эффективности производства риса	3
Ферреро А. Сорно-полевые формы риса: биологические особенности и борьба с ними	7
Мазур Т.Г. Мировая коллекция риса как исходный материал для селекции.....	25
Супрун И.И., Мухина Ж.М., Харитонов Е.М. Идентификация количественных локусов полевой устойчивости риса к пирикуляриозу.....	33
Зеленская О.В. Разновидности риса посевного (<i>Oryza sativa L.</i>) и распространение их в Краснодарском крае.....	37
Остапенко Н.В., Ковалёв В.С., Андрусенко В.В., Лоточникова Т.Н., Досеева О.А. Раннеспелый сорт риса Фонтан.....	41
Ковалев В.С., Зеленский Г.Л., Шиловский В.Н. Новые сорта, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию... 43	
Зеленский Г.Л. Глютинозный сорт риса Виола для производства детского и лечебного питания	46
Туманьян Н.Г., Власов В.Г. Физико-химическая характеристика зерновки риса по ее срезу и сколу.....	50
Кумейко Т.Б., Бондарева Т.Н., Шеуджен А.Х., Авакян Э.Р. Активность амилаз в прорастающих семенах риса	57
Авакян Э.Р. Роль кремния в растении риса	59
Воробьев Н.В., Скаженник М.А. Продуктивность метелки у сортов риса и её связь с коэффициентом кущения растений.....	65
Бондарева Т.Н., Дмитренко Н.Н., Шеуджен А.Х., Онищенко Л.М. Влияние марганца и воздушно-теплового обогрева на прорастание семян риса.....	70

Гончаренко В.И., Зинник А.Н. Влияние регулятора роста на посевные качества семян риса.....	78
Чижиков В.Н., Андрусенко В.В. Чистая продуктивность фотосинтеза и урожайность риса в зависимости от уровня азотного питания.....	83
Паращенко В.Н., Кузнецова О.В., Туриченко Т.М. Способы определения эффективности использования азотных удобрений в рисоводстве.....	87
Эмгрунт В.Я., Калинин В.В., Паращенко В.Н., Белоусов И.Е. Эффективность фосфорного удобрения при различной глубине его заделки.....	93
Лукьянова И.В. Механическая устойчивость к полеганию растения риса	97
Волкова С.А., Мухина Ж.М. Изучение биоразнообразия возбудителя пирикулярриоза риса фитопатологическими и молекулярными методами.....	101
Белоусов И.Е. Окислительно-восстановительный режим почвы полей рисового севооборота в межвегетационный период.....	105
Авакян К.М., Бочко Т.Ф. К вопросу об эколого-производственной оценке земель рисовых агроландшафтов.....	110
К успеху - через партнерство !.....	116
Правила оформления представляемых в редакцию рукописей.....	118

УДК 633.18:631.527

МИРОВАЯ КОЛЛЕКЦИЯ РИСА КАК ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ*

Т.Г. Мазур, к. с.-х. н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Рис – древнейшая сельскохозяйственная культура. Многовековое возделывание риса в резко различающихся климатических условиях привело к наличию огромного разнообразия его наследственных форм. Г.Г. Гуцин [2] писал, что количество сортов риса, возделываемых во всех странах мира, равно примерно количеству сортов зерновых вместе взятых.

В настоящее время на планете выращивается около 120 тысяч различных сортов, а в коллекциях рисосеющих стран собрано более 200 тысяч сортообразцов риса.

Наиболее обширная коллекция риса в Международном институте риса (IRRI) на Филиппинах, здесь хранится около 100 тысяч образцов. Крупные коллекции имеют также Индия и Китай: более 50 тысяч образцов в каждой.

Одна из старейших коллекций риса в России – мировая коллекция Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства имени Н.И. Вавилова в Санкт-Петербурге. Ее генетические ресурсы представляют огромную ценность для нашей страны. Мировая коллекция – это основной источник исходного материала для селекционной работы на протяжении многих десятков лет [4]. На ее основе отечественными учеными выведено большинство сортов риса, возделываемых сегодня на 97 % посевной площади.

В настоящее время в мировой коллекции ВИРа – более 9 тысяч сортообразцов различных эколого-географических групп. Усилиями сотрудников ВНИИ риса создан генофонд, в котором более 6 тысяч образцов риса, в их числе наиболее ценные образцы мировой коллекции, сортообразцы отечественной селекции различного происхождения. Это мутанты, регенеранты, образцы из конкурсного сортоиспытания, переданные в госкомиссию, районированные сорта селекции всех рисосеющих регионов бывшего СССР, генетическая коллекция и др.

Создание новых сортов – это многолетний кропотливый труд, успех которого невозможен без интенсивного использования мирового генофонда.

При выведении новых сортов методом гибридизации селекционеры используют коллекционные образцы с определёнными хозяйственно-ценными признаками и свойствами, а также лучшие селекционные сорта.

На протяжении многих лет коллекция ежегодно пополняется новыми образцами, включая интродукционные формы, которые проходят карантинную экспертизу. Они всесторонне изучаются с использованием методов физиологии, генетики, биохимии, технологической оценки, определяется их устойчивость к вредителям и болезням, стрессовым условиям внешней среды. Все интродукционные сортообразцы передаются в ВИР для пополнения мирового генофонда, а лучшие из них включаются в селекционный процесс.

Для надежности хранения накопленного генофонда дубликат мировой коллекции ВИРа и ВНИИ риса находится в Кубанском генетическом банке семян [1].

Цель исследований. Выделение лучших сортообразцов мировой коллекции для использования в селекционной практике. Пополнение генетического разнообразия исходного материала с определёнными селекционно-значимыми признаками и свойствами.

* Работа поддержана грантом Российского фонда фундаментальных исследований, № 03-04-96720.

Материалы и методика исследований. Новые поступления 2003 года представлены 133 интродукционными образцами из коллекций Филиппин (Международный институт риса), Мадагаскара, Бразилии, США, Китая, Японии и Кореи.

Изучение зарубежных образцов проводили в сосудах на вегетационной площадке ВНИИ риса. Закладка опыта, учёты, фенологические наблюдения осуществлялись по методикам ВИРа и ВНИИ риса [3; 5].

Результаты. Характеристика образцов по принадлежности к ботаническим разновидностям и периоду вегетации приведена в таблицах 1,2. Образцы мировой коллекции характеризуются значительным разнообразием по продолжительности вегетационного периода.

Позднеспелую группу составили 5 сортообразцов, очень позднеспелую – 80, которые в условиях вегетационной площадки даже не выметали. Поэтому их доращивали в камерах искусственного климата.

Так, среди интродукционных образцов выявлено три скороспелых образца. Это филиппинские сорта SHIA-TIAO-TSAO(s), RAEYTEO № 4 и RSBRC.3. Фаза выметывания метелки у них наступала на 73-й, 75-й, и 79-й дни после залива сосудов водой, а полная спелость - на 100-й, 101-й и 107-й дни, соответственно.

Среднеспелыми, с периодом вегетации до выметывания метелок 83-90 дней, оказались 19 образцов, созревание зерновок у которых наступило на 113-125-й дни. Среднепозднеспелую группу (табл. 2) составили 26 сортообразцов, выметывание метелок у которых наступило на 91-100-й дни, а полная спелость - на 127-136-й дни.

Исследования показали (табл.1, 2), что основная часть образцов относится к подвиду *japonica*, а филиппинская и мадагаскарская интродукции в большинстве случаев длиннозёрные и отнесены к подвиду *indica*.

Таблица 1. Краткая характеристика интродукционных образцов риса скороспелой и среднеспелой групп, 2003 г.

№ сосуда	Наименование образца или родительской линии	Географическое происхождение	Ботаническая разновидность	Дней от залива до выметывания	Продолжительность периода вегетации, дней	Группа спелости
1	2	3	4	5	6	7
50	ПАК-5	Мадагаскар	<i>italica</i>	89	122	среднеспелый
53	ПАК-9	Мадагаскар	<i>italica</i>	87	120	среднеспелый
55	ПАК-12	Мадагаскар	<i>italica</i>	89	122	среднеспелый
60	Carajas	Бразилия	<i>italica</i>	87	120	среднеспелый
65	352 YRAT	Мадагаскар	<i>italica</i>	89	122	среднеспелый
70	RSBRC.3	Филиппины	<i>italica</i>	79	107	скороспелый
82	Heibao	Филиппины	<i>gilanica</i>	83	113	среднеспелый
84	RAEYTEO № 4	Филиппины	<i>sundensis</i>	75	100	скороспелый
88	Norin P L-22	Филиппины	<i>suberythro.</i>	85	115	среднеспелый
89	SHIA-TIAO-TSAO	Филиппины	<i>italica</i>	73	101	скороспелый

1	2	3	4	5	6	7
94	Maratelli	Филиппины	italica	88	120	среднеспелый
100	Sorriso	США	nigroapiculat	87	120	среднеспелый
109	383-01	Филиппины	parocastr.	89	121	среднеспелый
112	№ 7	Филиппины	italica	89	123	среднеспелый
114	№ 10	Филиппины	sordida	86	118	среднеспелый
116	№15	Филиппины	cinnamon.	90	125	среднеспелый
119	399-01, № 19	Филиппины	nigroviolac	90	125	среднеспелый
122	403-01, № 23	Филиппины	sordida	86	119	среднеспелый
126	Oncia	США	gilanica	86	118	среднеспелый
127	Prever	США	gilanica	89	121	среднеспелый
129	К-39-96-1-1-1-2	Мадагаскар	italica	83	113	среднеспелый
Д-1	124-02, per №9	Мадагаскар	italica	82	113	среднеспелый
St	Изумруд	Россия	gilanica	72	100	скороспелый
st	Лиман	Россия	italica	80	110	среднеспелый

Таблица 2. Краткая характеристика интродукционных образцов риса среднепозднеспелой группы, 2003 г.

№ сосуда	Наименование образца или родителской линии	Географическое происхождение	Ботаническая разновидность	Дней от залива до выматывания	Продолжительность периода вегетации, дни
1	2	3	4	5	6
15	7484	Филиппины	gilanica	100	136
16	7485	Филиппины	gilanica	99	134
21	11-3-2-3	Филиппины	italica	98	134
22	14-3-1-2	Филиппины	gilanica	94	130
23	ДНАМ	Мадагаскар	italica	92	127
24	7477	Мадагаскар	gilanica	97	133
25	7478	Мадагаскар	gilanica	98	135
41	7507	Мадагаскар	gilanica	98	134
42	7508	Мадагаскар	gilanica	98	133
48	ПАК-1	Мадагаскар	italica	95	130
49	ПАК-3	Мадагаскар	italica	98	132
51	ПАК-6	Мадагаскар	italica	95	128
52	ПАК-8	Мадагаскар	italica	94	130
64	283 YRAT	Мадагаскар	italica	93	130
93	Norin L 9	Филиппины	nigro-apiculata	95	131
98	Cervo	США	nigro-apiculata	96	133
99	San Petronio	США	italica	99	134

1	2	3	4	5	6
101	334-01, № 58	Китай	<i>italica</i>	100	137
102	CBBU	Китай	<i>italica</i>	99	135
103	CAAS	Китай	<i>italica</i>	94	130
104	SATH 1 V 16	Филиппины	<i>italica</i>	96	132
106	Sasanichiki	Филиппины	<i>italica</i>	97	134
110	Б/н	Филиппины	<i>italica</i>	91	127
111	№ 6	Филиппины	<i>italica</i>	93	128
115	№ 14	Филиппины	<i>cinnamonea</i>	97	132
121	IRRI 21	Филиппины	<i>cinnamonea</i>	99	136
st	Лидер	Россия	<i>zeravschanica</i>	90	122

Для более полной характеристики коллекционных образцов проводили описание таких морфологических признаков, как форма и положение метёлки, форма куста, степень опушённости колосков, а также визуально оценивали на устойчивость к полеганию растений и осыпанию зерновок. Выделенные образцы устойчивы к осыпанию зерновок и высокоустойчивы к полеганию. К ним относятся сортообразцы, репродуцированные на Филиппинах: Maranelli – итальянской селекции, Norin L 9 и Sasanichiki – японского происхождения; в США – Cervo, San Petronio и Sorriso; в Китае – CBBU, Zhong LNO № 37 и др.

На основании данных биометрического анализа выделены лучшие сортообразцы, сочетающие низкорослость с высокой продуктивностью метёлки и растения, а также низкой стерильностью колосков: скороспелый сорт RSBR (Филиппины), среднеспелые – Maratelli (Филиппины) и Prever (США) (табл. 3).

Филиппинский образец RSBR – скороспелый, с периодом вегетации 107 дней, низкорослый (73,7 см), с хорошо озерненной метелкой – 106,2 и минимальной пустозерностью (2,8%), массой зерна с метелки 2,9 г, с растения – 4,7 г. Растения не полегают, зерновки не осыпаются. Опушенность цветковых чешуй – слабая, положение метелки вертикальное, форма – слаборазвесистая. Куст – прямостоячий, с прочным стеблем. Устойчив к пирикулярриозу. Относится к разновидности *italica*.

Сорт Maratelli (Филиппины) – относится к разновидности *italica*, среднеспелый, с периодом вегетации 120 дней, высота растений – 96,3 см. Масса зерна с главной метелки – 3,2 г. Растения не полегают. Образец устойчив к осыпанию. Форма куста – слаборазвалистая. Метелка – среднеразвесистая, наклонная. Согласно визуальной оценке, растения не поражаются пирикулярриозом и нематодой.

Сорт Prever (США) – среднеспелый, длиннозерный подвида *indica*. Относится к разновидности *gilanica*. Длина метелки – 15,3 см, озерненность – 85,2. Масса зерна с главной метелки составляет 2,6 г, а с растения – 4,5 г. Метелка слаборазвесистая, наклонная. Куст – прямостоячий. Зерновка – слабоопушенная. Отличается средней степенью устойчивости к осыпанию и высокой устойчивостью к полеганию. Зерновка длинная, крупная.

Интерес для селекционеров представляет скороспелый образец SHIA-TIAO-TSAO японского происхождения, который принадлежит к международному набору сортодифференциаторов рас пирикулярриоза. Это высокорослый сортообразец с высотой растений 102-109 см. Метелка длинная (20,9 см), наклонная, слаборазвесистая. Куст – компактный. Соломина – прочная, растения не полегают. Опушенность цветковых чешуй – средняя. Колоски не осыпаются. Масса зерна с главной метелки в полевых условиях составила 3,9 г, а с растения – 6,3 г.

Таблица 3. Характеристика скороспелых и среднеспелых интродукционных образцов риса по основным хозяйственно-ценным признакам

№ сосуда	Образцы	Высота растений, см	Озерненность главной метелки, шт. колосков	Длина метелки, см	Пустозерность, %	Масса зерна, г	
						с главной ме- телки	с растения
50	ПАК-5-№ 9658101	82,5	51,7	19,3	14,5	1,5	1,5
53	ПАК-9-№ 9658101	78,6	79,3	14,0	6,3	2,0	2,7
55	ПАК № 12	69,2	45,0	17,8	11,4	2,0	5,1
60	Carajas	73,3	32,4	14,2	11,4	1,0	2,1
65	352(YRAT)	65,5	44,7	15,1	12,3	1,9	2,7
70	RSBR с 3	73,7	103,2	14,5	2,8	2,9	4,7
82	Heibao	50,4	28,4	16,3	38,5	0,8	1,3
84	Raeyteo №4	84,8	33,4	11,2	8,7	1,3	1,7
88	NORIN L-22	59,8	58,6	15,4	10,3	1,6	1,6
Д-4	SHIA-TIAO-TSAO (S)	101,9	112,8	20,9	1,9	3,9	6,3
89	SHIA-TIAO-TSAO (S)	109,0	36,0	16,6	8,1	1,3	2,3
94	Maratelli	96,3	82,5	16,0	16,5	3,2	3,2
100	Sorriso	74,5	67,0	15,3	23,3	2,5	3,3
109	383-01	90,4	51,4	14,6	10,7	1,3	1,8
112	ПАК № 7	87,3	49,0	16,6	27,4	1,2	2,1
119	399-01, №19	83,2	15	14,6	73,8	0,5	0,9
122	403-01, № 23	58,4	49,3	17,1	37,0	1,2	
126	Onda	81,0	70,0	16,1	65,2	2,0	3,8
127	Prever	87,0	77,0	15,3	6,6	2,6	4,5
129	К-39-96-1-1-1-2	65,2	55,2	18,3	19,0	1,6	3,0
st	Изумруд	82,8	88,0	17,6	29,0	2,1	4,0
st	Лиман	59,1	75,0	10,5	9,0	2,3	4,3

При посеве в сосуды в условиях вегетационной площадки образец SHIA-TIAO-TSAO отрицательно реагировал на данные условия среды и оказался на 7 см более высокорослым, с низкой озерненностью метелки – 39,2, и массой зерна с метелки в 3 раза меньшей, чем в полевых условиях.

Вышеуказанные интродукционные сортообразцы превысили стандартные сорта по всем величинам признаков структуры урожая и могут быть рекомендованы селекционерам в качестве родительских форм для гибридизации.

На основании данных биометрического анализа в среднепозднеспелой группе сортов выделены по основным хозяйственно-ценным признакам следующие лучшие сортообразцы: DHAM (Мадагаскар), Cervo (США) и IRR1 21 (Филиппины).

Образец ДНАМ относится к разновидности *italica*. Период вегетации -127 дней. Среднерослый (около 90 см), длина метелки -18,4 см, масса зерна с метелки - 2,5 г, с растения - 6,3 г. Форма метелки – среднеразвесистая, положение – наклонное. Куст - прямостоячий. Цветковые чешуи - гладкие. Обладает высокой устойчивостью к полеганию и средней – к осыпанию зерновок.

Американский образец Cervo относится к разновидности *nigro-apiculata*, позднеспелый, созревание метелок наступило на 133-й день, а метелки выметали на 96-й день после залива чека водой. Длительный промежуток времени от выметывания метелок до полного созревания объясняется низкими температурами в ночное время суток в период налива зерна.

Метелка у данного сортообразца - среднеразвесистая, наклонная, зерновка слабоопушенная. Высокосредний, высота растений в пределах 100 см. Метелка средней длины – 16,2 см. Процент пустозерности низкий(12,2). Слабо кустится. Масса зерна с метелки и с растения в целом - 2,9 г. Высоко устойчив к полеганию растений и осыпанию зерновок.

IRRI 21 - позднеспелый образец, относится к разновидности *cinnamonea*. Цветение метелок наступило на 99-й день после замачивания семян, спелость - на 136-й день. Образец среднерослый, высота его растений составляет 96,2 см. Метелка длинная, около 20 см, озерненность - 72,8 шт. колосков. Масса зерна одной метелки – 2,1 г., продуктивность одного растения – 3,5 г. Куст прямостоячий. Устойчивость к полеганию – высокая. Форма метелки - среднеразвесистая, пониклая. Зерновки не осыпаются. Опушенность цветковых чешуй- слабая (табл. 4).

Выделившиеся среднепозднеспелые интродукционные сортообразцы обладают ценными признаками и могут быть рекомендованы селекционерам в качестве нового исходного материала.

По данным технологической оценки, высокостекловидными (96-97 %) с высоким общим выходом крупы (71,7-72,3 %) и целого ядра 96,2-97,3 % оказались округлозёрные (1/b – 1,7-1,9) сортообразцы RSBac3 (Филиппины) и ПАК9 (Мадагаскар), зерновки которых при варке не образуют клейкой массы, в этом и состоят их высокие кулинарные достоинства.

Таблица 4. Характеристика среднепозднеспелых интродукционных образцов риса по основным хозяйственно-ценным признакам

№ сосуда	Образцы	Высота расте- ний, см	Озерненность главной метел- ки, шт. колосков	Длина метелки, см	Пустозерность, %	Масса зерна, г	
						с главной ме- телки	с растения
1	2	3	4	5	6	7	8
15	7484	77,7	46,7	19,0	31,3	1,2	1,7
16	7485	65,8	30,9	18,3	3,0	1,0	1,7
21	11-3-2-3	57,8	44,2	12,1	15,7	0,9	0,9
22	14-3-1-2	70,1	24,1	17,8	59,8	0,8	1,2
23	ДНАМ	88,8	49,0	18,4	27,0	2,5	6,3
24	7477	70,8	36,1	18,7	30,8	1,1	1,1
25	7478	75,0	56,5	20,6	27,7	0,9	1,4

1	2	3	4	5	6	7	8
41	7507	67,5	42,7	17,3	21,9	0,9	1,3
42	7508	66,7	40,0	18,5	20,8	1,3	2,1
48	ПАК-1-№ 9658101	96,1	66,8	19,4	4,8	1,8	2,4
49	ПАК-3-№ 9658101	77,9	60,0	17,8	13,1	1,7	1,7
51	ПАК-6-№ 9658101	87,8	45,5	19,6	3,4	1,3	1,7
52	ПАК-8-№ 9658101	94,8	42,2	20,0	25,0	1,2	2,0
64	283 (YRAT)	57,6	47,0	14,1	11,8	1,7	2,8
93	Norin RL-9	66,2	50,1	13,9	20,6	0,4	0,4
98	Cervo	99,7	66,2	16,2	12,2	2,9	2,9
99	San Petronio	79,0	56,6	12,1	9,8	1,6	1,6
101	№ 58	73,7	63,3	12,8	5,1	1,8	2,8
102	CBBU	66,0	46,1	12,1	13,1	1,5	3,1
103	CAAS	56,8	61,3	12,1	7,1	1,7	2,8
104	SATH ₁ V 16	81,0	48,4	16,6	11,0	1,4	1,9
106	Sasanichiki	68,8	63,0	14,2	9,4	1,9	3,2
110	384-01	87,7	59,0	14,4	23,0	1,5	2,2
111	№ 6	86,1	54,6	15,7	14,4	1,3	1,3
115	№ 14	90,0	41,7	16,0	12,7	1,3	2,4
121	IRRI 21	96,2	58,2	19,9	20,0	2,1	3,5
st	Лидер	81,3	91,9	14,3	22,9	2,3	4,7

Из длиннозёрных лучшими по качеству крупы были определены среднепозднеспелые образцы: №7485 (Филиппины) и № 7478 (Мадагаскар), длина зерновок у которых составляла от 7,0 до 8,4 мм. Они имели высокий выход крупы (70,2-72,0 %), превышающий стандартный сорт Изумруд на 5,3-6,9 %, однако выход целого ядра у них был меньше на 4,6-14,5 %.

Выделившиеся сортообразцы также могут представлять интерес для селекционеров в качестве исходного материала.

Выводы. Пополнение коллекции новыми сортообразцами зарубежной селекции и их изучение обогатит банк генетических ресурсов страны, а селекционерам позволит расширить набор параметров для теоретической разработки моделей новых сортов и форм риса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазунов И.В. Наследники Вавилова // Вольная Кубань. – 2000. – 9 октября.
2. Гуцин Г.Г. Рис. – М., 1938. – 832 с.
3. Ляховкин А.Г. Методические указания по изучению мировой коллекции риса и классификатор рода *Oryza L.* – Л.: б.и., 1982. – 30 с.
4. Ляховкин А.Г. Мировое производство и генофонд риса. – Ханой: Сельское хозяйство, 1992. – 344 с.
5. Сметанин А.П., Дзюба В.А., Апрод А.И. Методика опытных работ по селекции, семеноводству и контролю за качеством семян риса. – Краснодар, 1972. – 155 с.

МИРОВАЯ КОЛЛЕКЦИЯ РИСА КАК ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

Т.Г. Мазур

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Во ВНИИ риса ежегодно проходит карантинную экспертизу около 600 образцов риса зарубежной селекции. Им дается комплексная оценка на основании экспериментальных данных, полученных на опытных полях и в лабораториях института. Пополнение коллекции новыми интродукционными сортообразцами и их изучение позволяют отбирать наиболее ценный исходный материал для решения актуальных задач селекции.

RICE WORLD COLLECTION AS INITIAL STOCK FOR BREEDING

T.G. Mazur

All Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Annually quarantine expertise of about 600 rice samples of foreign breeding is carried out at All Russian Rice Research Institute. Complex evaluation takes place on the basis of experimental data, obtained in experimental fields and laboratories of the Institute. Increase of the collection by new introduced varietal samples and their study give the possibility to screen the most valuable initial stock to solve the prior breeding problems.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ЛОКУСОВ ПОЛЕВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РИСА К ПИРИКУЛЯРИОЗУ*

И.И. Супрун, аспирант, Ж.М. Мухина, к.б.н., Е.М. Харитонов, д.соц.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса.

На рисе зарегистрировано свыше 30 грибных болезней, из которых пирикуляриоз - одна из наиболее вредоносных. Он вызывается грибным патогеном *Pyricularia grisea*. Этот гриб впервые был описан в Японии в 1704 г., а заболевание - в 1896 г. Эта опасная болезнь риса зарегистрирована в 85 странах мира. В рисосеющих странах СНГ, где пирикуляриоз наблюдают с начала XX века, наиболее часто локальные очаги поражения отмечаются в двух российских регионах - Краснодарском и Приморском краях. За 70-летний период возделывания риса на юге России зафиксирована 10-12-летняя цикличность в появлении эпифитотий пирикуляриоза. В последние десятилетия на всех рисосеющих территориях мира наметилась тенденция к учащению вспышек этого заболевания, что объясняется, прежде всего, внедрением новых технологий, предусматривающих применение высоких доз минеральных удобрений, особенно азотных.

Одна из самых действенных и экологически безопасных стратегий борьбы с заболеванием - селекция устойчивых сортов.

При рассмотрении взаимодействия «паразит - растение-хозяин», устойчивость к пирикуляриозу можно разделить на два типа: расоспецифическую (вертикальную) и полевую (горизонтальную). Расоспецифическая устойчивость подразумевает несовместимость расы патогена и растения-хозяина, полностью предотвращающую поражение грибом-паразитом.

Что касается горизонтальной устойчивости, то изучение ее наследования связано со значительными трудностями, так как ее проявление в существенной степени опосредовано условиями окружающей среды. Горизонтальная устойчивость не включает в себя взаимодействие «ген-на-ген». Она действует в равной степени против всех рас паразита, не гарантируя, однако, полной устойчивости сорта. Не менее 20 качественных генов, придающих полную невосприимчивость к пирикуляриозу, и 10 количественных локусов (QTLs), определяющих полевую устойчивость, были локализованы на генетической карте риса с использованием молекулярных маркеров [1]. Среди них Wang с сотрудниками идентифицировали 2 доминантных гена Pi-5 и Pi-7; и 10 QTL у сорта Мороберекан (подвид *japonica*), имеющего длительную полевую устойчивость к патогену (L.Wang et al, 1993). Этот сорт часто используется в качестве донора комплексной устойчивости в селекционных программах на устойчивость риса к пирикуляриозу.

Цель работы. Получение сорта риса с длительной устойчивостью к пирикуляриозу с использованием маркерной селекции и сорта Мороберекан в качестве донора полевой устойчивости. Для повышения эффективности программы беккроссирования - идентификация количественных локусов горизонтальной устойчивости к патогену с использованием микросателлитных маркеров (SSR) (QTL-анализ).

Материалы и методы. Селекционная программа с использованием камер искусственного климата, предполагающая непрерывный годовой цикл, построена на основе возвратных скрещиваний сорта Мороберекан с российским сортом селекции ВНИИ риса Белозерный в качестве рекуррентной формы.

* Работа выполнена в лаборатории генетических ресурсов Национального института агробиологических исследований в г. Тсукуба (Япония).

Для проведения QTL-анализа были использованы ПЦР (микросателлитные) – маркеры. Экстракцию ДНК проводили из 7-дневных проростков СТАВ-методом, с использованием экстрагирующего буфера следующего состава: 0,1М трис-HCL, 0,5 М NaCL, 0,5% Na₂SO₃, 50 mM EDTA, 1% PEG 6000, 2% СТАВ [3].

Аmplификация была проведена при следующих условиях: 9 минут при 94°С- начальная денатурация, последующие 35 циклов: 30-секундная денатурация при 94° С, 1 минута отжиг при 55°С, 2 минуты синтез при 72°С; последний цикл синтеза: 5 минут при 72°С. Продукты ПЦР были разделены электрофорезом в 3% агарозном геле на основе 0,5xTBE буфера при напряжении 120 V, в течение 2,5 часов и визуализированы бромистым этидием.

Результаты и обсуждение. Для проведения QTL-анализа был оценен полиморфизм между сортами Белозерный и Моробережан с использованием 468 SSR-маркеров, распределенных по всему геному риса [2; 4]. 177 из них проявили полиморфизм между исследуемыми сортами (табл.1). Среди 12 хромосом риса наибольшее количество полиморфных маркеров было выявлено на хромосомах 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, при этом на хромосомах 2, 4, 7, 11, 10 его уровень был наиболее высок.

Таблица 1. Полиморфизм SSR-маркеров между сортами Белозерный и Моробережан, выявленный при проведении QTL-анализа

Хромосома №	Все области генома			Области у QTLs*		
	Полиморфные маркеры	Общее кол-во исследованных маркеров	% полиморфизма	Полиморфные маркеры	Общее кол-во исследованных маркеров	% полиморфизма
1	16	58	27,5	9	19	47,4
2	17	38	44	0	0	0
3	16	42	38	3	6	50
4	30	68	44	0	0	0
5	12	31	38,7	2	8	25
6	8	36	22	3	6	50
7	29	60	48	11	16	68,7
8	9	30	30	4	11	36
9	4	13	30	0	0	0
10	8	17	47	0	0	0
11	17	38	44	4	8	50
12	11	37	29	3	8	37,5
Суммарно	177	468	37,8	39	77	50,6

* Хромосомные участки с локализованными на них ранее QTLs (Wang et al., 1994).

Более того, уровень полиморфизма 39 микросателлитных маркеров, локализованных у областей QTL, был в среднем выше, чем в остальных областях генома.

Из 177 полиморфных между сортами Белозерный и Моробережан было отобрано 119 маркеров для дальнейшего использования в QTL-анализе и маркерной селекции, основываясь на качестве ПЦР-продукта и их позиции на генетической карте (табл. 2).

Маркеры, локализованные у областей QTLs, проявили полиморфизм между изученными сортами в целом выше, чем в других областях генома (50,6%). Это объясняется разным уровнем устойчивости к патогену у исследуемых сортов.

Таблица 2. Маркеры, отобранные для последующего этапа проведения QTL-анализа растений F3-популяции от скрещивания сортов Белозерный и Моробережан

Хромосома №	Маркеры
1	RM490, RM220, RM1, RM151, RM578, RM472, RM488, RM8136, RM8004, RM 6716, RM1331, RM259
2	RM485, RM492, RM438, RM475, RM525, RM406, RM5619, RM7888, RM5340, RM5897, RM5862
3	RM60, RM132, RM563, RM426, RM442, RM422, RM3525, RM1350, RM2334, RM6974, RM3467, RM2441, RM7072
4	RM5953, RM1388, RM3742, RM3542, RM3839, RM2636, RM1354, RM5503, RM5047, RM6748, RM3836, RM5709, RM2799
5	RM2010, RM405, RM592, RM509, RM5140, RM440, RM459, RM480, RM1054
6	RM8120, RM8059, RM4608, RM4128, RM3431, RM454, RM400, RM8242
7	RM4584, RM8010, RM7161, RM501, RM5499, RM542, RM445, RM432, RM346, RM320, RM1279, RM5720, RM134, RM118, RM420, RM234
8	RM6925, RM4085, RM483, RM404, RM72, RM3689, RM447, RM433
9	RM5657, RM7175, RM2255, RM410
10	RM6370, RM5271, RM7545, RM591, RM2504, RM1937
11	RM6690, RM1761, RM2459, RM552, RM536, RM4862, RM21, RM2110, RM5716, RM2778, RM5923
12	RM5196, RM5857, RM2972, RM1246, RM1986, RM6732, RM2197

Общий процент микросателлитного полиморфизма между сортами Белозерный и Моробережан, выявленный в ходе работы, равен 37,8%. Генетический полиморфизм на хромосомах 2, 4, 7, 10 и 11 был выше, чем на других хромосомах: 44, 44, 48, 47 и 44%, соответственно. Такая разница в степени полиморфизма хромосом риса может быть объяснена неодинаковой степенью их сходства у изучаемых сортов, что в свою очередь определяется различиями в происхождении сортов Моробережан и Белозерный.

Выводы. 1. На основании анализа полиморфизма между сортами Моробережан и Белозерный с использованием микросателлитных маркеров можно судить о возможности использования последних в QTL-анализе для идентификации локусов устойчивости к пирикулярнозу.

2. QTL-анализ F3-популяции и селекционная программа насыщающих скрещиваний будут выполнены с применением 119 SSR-маркеров, отобранных на первом его этапе в рамках проведенного исследования.

3. Визуализация донорных аллелей устойчивости к паразиту методом молекулярного маркирования гибридных растений, полученных от скрещивания донорной и рекуррентной форм, в значительной степени облегчит выбор растений для проведения последующих беккроссов, что в конечном счете ускорит создание устойчивого сорта риса.

ЛИТЕРАТУРА

1. McCouch S.R., Nelson R.G., Tohme J., Zeigler R.S. Mapping of blast resistance genes in rice// Rice blast disease.-1994.- Vol.1.- P. 167-186.
2. McCouch S.R., Teytelman L., Xu L., Lobos K.B., Clare K., Walton M., Fu B., Maghirang R., Li Z., Xing Y., Zhang Q., Kono I., Yano M., Fjellstrom R., DeClerk G., Schneider D., Cartinhour S., Ware D., Stein L. Development and mapping of 2240 new SSR- markers for rice (*Oryza sativa* L.)// DNA Research. - 2002.- Vol.9.- P. 257-279.
3. Murray M.G., Thompson W.F. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA// Nucleic Acids Research.- 1980.- Vol.10.- P. 4321-4325.
4. Panaud O., Chen X., McCouch S.R. Development of microsatellite markers and characterization of simple sequence length polymorphism (SSLP) in rice (*Oryza sativa* L.)// Molecular & General Genetics.- 1996.- Vol. 252.- P. 597-607.
5. Wang G.L., Mackill D.J., Bonman M., McCouch S.R., Champoux M.C., Nelson R.G. RFLF mapping of genes conferring complete and partial resistance to blast in a durably resistance rice cultivar// Genetics. - 1994.- Vol.136.- P. 1421-1434.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ЛОКУСОВ ПОЛЕВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РИСА К ПИРИКУЛЯРИОЗУ

И.И. Супрун, Ж.М. Мухина, Е.М. Харитонов
Всероссийский научно-исследовательский институт риса.

РЕЗЮМЕ

Определен полиморфизм между родительскими сортами Белозерный и Мороберекан для проведения селекционной программы на устойчивость к пирикуляриозу и выполнения QTL-анализа. Также был выполнен отбор микросателлитных маркеров, которые предполагается использовать в дальнейших исследованиях.

IDENTIFICATION OF QUANTITATIVE LOCI OF RICE FIELD RESISTANCE TO BLAST

I.I. Suprun, Zh. M. Mukhina, E.M. Kharitonov
All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

We carried out preliminary evaluation of polymorphism between parent varieties Belozerny and Morobecan to use breeding program for blast resistance and to carry out QTL analysis for loci resistance to the given rice disease. Also we carried out screening of microsatellite markers, which will be used in further researches.

**РАЗНОВИДНОСТИ РИСА ПОСЕВНОГО (*Oryza sativa* L.)
И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИХ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ****О.В. Зеленская, к.б.н.**

Кубанский государственный аграрный университет

Возделывание риса посевного (*Oryza sativa* L.) в различных климатических зонах привело к появлению большого разнообразия его наследственных форм. В коллекциях рисосеющих стран собрано около 200 тыс. образцов (Kahre L., 1982).

В истории ботанической классификации риса можно выделить несколько этапов. На первом над этим вопросом много работал Ф.Алефельд (1866), который установил 13 разновидностей культуры. Главным в подразделении видового разнообразия на разновидности для него служили морфологические признаки, присущие конкретному образцу. Началом второго этапа стало разделение вида *O. sativa* L. японскими учеными на две группы, признанные в последнее время подвидами *indica* и *japonica*. На следующем этапе Г.Г. Гуцин опубликовал классификацию, в которой описал 141 разновидность, учитывая при этом 6 морфологических признаков колоска и зерновки (Гуцин, 1938). Эта классификация является основополагающей и общепризнанной во всем мире и в нашей стране, в частности. Дополнил ее А.Г.Ляховкин (1992), с учетом современных представлений о виде *Oryza sativa* L., включив в перечень 284 разновидности. Он разделил их на 8 групп в зависимости от содержания амилозы в зерне риса и окраски перикарпа с учетом принадлежности к одному из двух подвидов.

Разновидности риса с окрашенным перикарпом зерновки называют «краснозерными». Они считаются одними из основных засорителей рисовых посевов во всем мире. Источниками этих краснозерных форм, ботанически классифицируемых как культурный рис *Oryza sativa* L., в тропических странах являются дикорастущие виды рода *Oryza* L. В областях умеренного климата, в том числе и в Краснодарском крае, эти виды не встречаются и, по всей вероятности, были завезены с семенами из стран Юго-Восточной Азии. Однако экологические условия умеренной зоны, особенно с учетом фоточувствительности дикорастущих видов, оказались для них не благоприятны. Дальнейшее распространение краснозерных форм связано, в первую очередь, с возможностью естественной гибридизации культурного и дикого риса и появлением гибридных растений с высокой экологической пластичностью. С одной стороны, такие формы демонстрируют ряд признаков, характерных для дикорастущего вида *Oryza rufipogon* Grif. (осьпаемость, период покоя семян, остистость, пигментация органов), с другой – обнаруживают сходство по морфологическим признакам с большинством районированных сортов белозерного культурного риса. Следует отметить, что уже через несколько лет возделывания культурных сортов риса в полевых условиях для большинства зарегистрированы фенотипически схожие с ними сорно-полевые формы. И если ранее указывали на два основных отличительных признака таких форм от сортов – окраска перикарпа и осьпаемость (Апрод, Колесников, 1971), то в настоящее время признак осьпаемости для большинства засоряющих посевы краснозерных форм не характерен.

На 1999 год по Краснодарскому краю было допущено к использованию 15 сортов риса, 11 из которых относятся к разновидности *italica* Alef., 2 – *zeravschanica* Brsches. и 2 – *gilanica* Gust. (Основные ..., 2000). В 2000 г. сортовые посевы риса в Краснодарском крае составили 87 тыс. га, причем сорта *var. italica* Alef. занимали основные площади (88%), а *var. zeravschanica* Brsches. – 12% (Шиловский и др., 2001). За последние 3 года были районированы сорта Нафант, Изумруд и Снежинка (*var. gilanica* Gust.), но пока они возделываются на небольших площадях в основном в элитно-семеноводческих хозяйствах.

Изучение нами распространенных на посевах риса в Краснодарском крае краснозерных форм показало, что они относятся к следующим ботаническим разновидностям: *sundensis* Korn., *kasakstanica* Gust., *philippensis* Gust., *subpyrocarpa* Gust., *pyrocarpa* Alef., *desvauxii* Korn., *caucasica* Bat., *flavoacies* Kara-Murza, *bicolorata* Kanevsk. (табл.).

Таблица 1. Характеристика некоторых разновидностей риса посевного (*O. sativa* L.) (по Гущину, 1938)

№	Разновидность	Цвет перикарпа	Цвет цветковых чешуй	Наличие остей	Цвет остей
Подвид <i> japonica</i>					
1	<i>Italica Alef.</i>	белый	соломенно-желтые	нет	
2	<i>Zeravschanica Brsches.</i>	белый	двухцветные: ребра соломенно-желтые, грани буро-желтые	нет	
3	<i>Sundensis Korn.</i>	красно-коричневый	соломенно-желтые	нет	
4	<i>Kasakstanica Gust.</i>	красно-коричневый	двухцветные: ребра соломенно-желтые, грани буро-желтые	нет	
5	<i>Subpyrocarpa Gust.</i>	красно-коричневый	соломенно-желтые	есть не у всех колосков	соломенно-желтые
6	<i>Pyrocarpa Alef.</i>	красно-коричневый	соломенно-желтые	есть	соломенно-желтые
7	<i>Desvauxii Korn.</i>	красно-коричневый	соломенно-желтые	есть	темно-фиолетово-бурые
8	<i>Caucasica Bat.</i>	красно-коричневый	грязно-коричневые	есть	грязно-коричневые
9	<i>Flavoacies Kara-Murza</i>	красно-коричневый	двухцветные: ребра соломенно-желтые, грани буро-желтые	есть	соломенно-желтые
10	<i>Bicolorata Kanevsk.</i>	красно-коричневый	двухцветные: ребра соломенно-желтые, грани буро-желтые	есть	темно-фиолетово-бурые
Подвид <i> indica</i>					
11	<i>Gilanica Gust.</i>	белый	соломенно-желтые	нет	
12	<i>Philippensis Gust.</i>	красно-коричневый	соломенно-желтые	нет	

Особого внимания в перечне красnozерных разновидностей заслуживает *philippensis Gust.*, ранее на Кубани не зарегистрированная. Появление ее на посевах риса в Красноармейском и Славянском районах, возможно, связано с возделыванием длиннозерных сортов (*var. gilanica Gust.*). Обе эти разновидности относятся к подвиду *indica*, сорта которого до недавнего времени в крае не выращивали, и различаются фенотипически только по признаку окраски перикарпа.

Основным способом борьбы с сорно-полевыми формами риса в нашей стране на семенных и опытных посевах является, в первую очередь, сортовая прополка вручную. Удаляются, прежде всего, высокорослые остистые формы риса, а также безостые формы с резко отличающейся от возделываемого сорта окраской цветковых чешуй. В результате в посевах остаются красnozерные разновидности *sundensis Korn.*, *subpyrocarpa Gust.* и *pyrocarpa Alef.* (для сортов *var. italica Alef.*) и *kasakstanica Gust.* (для сортов *var. zeravschanica Brsches.*). Остистые красnozерные формы распространяются в основном при посеве риса семенами второй репродукции, при несоблюдении севооборота и выращивании зерна для товарных целей (отсутствие сортовых прополок).

Для подтверждения этого предположения нами были продолжены исследования по изучению распространения красnozерных разновидностей риса в рисовых системах Куба-

ни (Зеленская, 2001), а также определено количественное соотношение растений этих форм в полевых условиях.

Местом проведения исследований были выбраны опытные поля в черте г. Краснодара, а также поля различной степени засоренности в Красноармейском и Славянском районах. Качественный учет растений различных разновидностей *O. sativa L.* в рисовых системах проводили визуально на стационарных участках. Для определения степени засоренности семян риса в полевых условиях мы использовали метод учета по метелкам, скопленным в валках. Оценивали по 100 шт. в трехкратной повторности. Данные такого экспресс-учета различались с данными последующего лабораторного анализа зерна не более, чем на 2%. Количественное соотношение растений различных разновидностей риса учитывали на случайно выбранных делянках величиной 1 м² в трехкратной повторности на каждом поле.

На опытных полях пригородной зоны в посевах сорта Рапан (*var. italica Alef.*) степень засоренности краснозерными формами в 2001 г. составила 12%, а при пересеве в 2002 г. – 35%. Аналогичные данные получены в 2002 г. и для сорта Благодарный (*var. italica Alef.*). Количественное соотношение краснозерных разновидностей на этих посевах, где проводилась сортовая прополка, также совпадало. В основном отмечены растения *var. sundensis Korn.* (53-58%), *subpyrocarpa Gust.* (18-24%) и *pyrocarpa Alef.* (15-17%), схожие с *var. italica Alef.* по окраске цветковых чешуй. Реже встречались растения с двухцветной окраской цветковых чешуй *kasakstanica Gust.* (12%) и *flavoacies Kara-Murza* (3%), а растения краснозерных разновидностей с окрашенными остями (*desvauxii Korn.* и *caucasica Bat.*) единично отмечены в посевах.

В Славянском районе были обследованы семенные участки сорта Лиман (*var. italica Alef.*) в трех хозяйствах. Общая засоренность посевов краснозерными разновидностями была одинакова и составила 10-12%, в том числе *var. sundensis Korn.* – 80%, *subpyrocarpa Gust.* – 15%, *pyrocarpa Alef.* – 5-10%, *kasakstanica Gust.*, *flavoacies Kara-Murza*, *desvauxii Korn.* и *caucasica Bat.* – менее 5%.

На семенных посевах сортов Кубань 3 и Лидер (*var. zeravschanica Brsches.*) краснозерные разновидности фактически отсутствовали. Отмечены единичные примеси традиционных осыпающихся форм *var. pyrocarpa Alef.*, *kasakstanica Gust.*, *flavoacies Kara-Murza*.

В Красноармейском районе на учетных площадках, где посева сорта Лиман выращивались для товарных целей, сортовая прополка не проводилась. Обследование выявило значительную засоренность (до 65%) не только схожими с сортом по ряду морфологических признаков *var. sundensis Korn.* и *subpyrocarpa Gust.*, но и высокорослыми остистыми осыпающимися краснозерными формами. Последние появляются на посевах благодаря большому запасу семян в почве и характерному для них периоду покоя, что дает возможность семенам перезимовать в почве на небольшой глубине. Соотношение краснозерных разновидностей на таких посевах было следующим: *var. sundensis Korn.* – 40-45%, *subpyrocarpa Gust.* и *kasakstanica Gust.* – 17-20%, *pyrocarpa Alef.*, *desvauxii Korn.* и *caucasica Bat.* – до 20% (на разных участках), единично встречались *var. flavoacies Kara-Murza* и *bicolorata Kanevsk.*

Кроме того, на посевах риса зарегистрированы сортовые примеси белозерных остистых разновидностей: *var. vulgaris Korn.*, *subvulgaris Brsches.*, *dichroa Bat.*, *vavilovi Brsches.*

Следует отметить, что за последние 30 лет соотношение разновидностей в посевах риса существенно изменилось. Так, по данным А.И. Апрода и Ф.А. Колесникова (1971), в посевах сорта Дубовский 129 отмечено следующее соотношение в примеси краснозерного риса: *desvauxii Korn.* – 80%, *flavoacies Kara-Murza* – 11%, *pyrocarpa Alef.* – 9%.

Вовлечение в селекционный процесс различных разновидностей *O. sativa L.* необходимо для увеличения генетического разнообразия исходного материала. Если придерживаться гипотезы возможности естественного скрещивания между белозерными и краснозерными разновидностями *O. sativa L.*, то количество форм с различными биоморфологическими признаками будет возрастать. Подтверждением этого может служить коллекция

разнотипных краснозерных форм риса, отобранных на рисовых полях Краснодарского края в последние годы и изучаемая нами в условиях вегетационных опытов.

Выводы. 1. Дана краткая характеристика белозерных и краснозерных разновидностей риса посевного, отмеченных в Краснодарском крае. 2. Изучена частота встречаемости и количественное соотношение краснозерных сорно-полевых форм в посевах риса. 3. Установлено изменение соотношения краснозерных разновидностей риса за последние 30 лет в сторону увеличения количества безостых неосыпающихся форм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апрод А.И., Колесников Ф.А. К вопросу о причинах засорения культурного риса дикими краснозерными формами / Труды / ВНИИ риса. - Вып.1.- Краснодар, 1971.- С. 41- 45.
2. Гуцин Г.Г. Рис. – М., 1938. – 832 с.
3. Зеленская О.В. Краснозерные разновидности вида *Oryza sativa* L. и их распространение на Кубани // Бюлл. Бот.сада. – Краснодар. – 2001.- № 18. – С. 118 – 121.
4. Ляховкин А.Г. Мировое производство и генофонд риса. – Ханой: Сельское хозяйство, 1992. – 344 с.
5. Основные морфологические и апробационные признаки сортов и гибридов зерновых, зернобобовых, крупяных и масличных растений. – Краснодар: Советская Кубань, 2000. – 512 с.
6. Шиловский В.Н., Харитонов Е.М., Шеуджен А.Х. Селекция и сорта риса на Кубани. – Майкоп, 2001. – 33 с.
7. Alefeld F. Landwirtschaftliche Flora. - Berlin, 1866. – P. 316 – 319.
8. Kahre L. Keynote address // Rice germplasm conservation workshop. – Manila: IRRI, 1982. – 105 p.

РАЗНОВИДНОСТИ РИСА ПОСЕВНОГО (*Oryza sativa* L.) И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИХ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

О.В. Зеленская

Кубанский государственный аграрный университет

РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются причины появления и широкого распространения краснозерных форм риса на рисовых полях. Изучено соотношение краснозерных разновидностей на посевах сортов риса, возделываемых на Кубани. Если в 1970-е годы среди краснозерных форм чаще встречались разновидности *desvauxii* Korn. – до 80%, то в настоящее время соотношение изменилось: до 80% *var. sundensis* Korn., а *desvauxii* Korn. – менее 5%.

RICE SPECIES (*Oryza sativa* L.) AND THEIR DISTRIBUTION IN KRASNODAR TERRITORY

O.V. Zelenskaya

Kuban State Agricultural University

SUMMARY

The causes of wide spreading of red rice in rice fields are studied. We studied the correlation between red grained species of rice cultivated in Kuban. If in 70-s we could find 80% of *desvauxii*-red rice forms, at present we can find 80% of *var. sundensis* and 5% of *desvauxii*.

УДК 633.18.

РАННЕСПЕЛЫЙ СОРТ РИСА ФОНТАН

Н.В. Остапенко, к. с.-х. н., В.С. Ковалёв, д. с.-х. н., В.В. Андрусенко, к. с.-х. н.,

Т.Н. Лоточникова, О.А. Досеева, к. с.-х. н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Сорт Фонтан выведен методом многократного индивидуального отбора из гибридной комбинации Лиман // Л (КП-99 / Л- 33) в ГНУ ВНИИ риса. Допущен к использованию в производстве с 2001 года.

Разновидность – *italica Alef*. Растения прямостоячие высотой 107-110 см. Куст компактный, стебель тонкий, полый. Коэффициент кущения – 2,4 -2,8. Длина метёлки – 20–22 см, плотность – 6,0-6,1 колосков на 1 см длины метёлки. Метёлка имеет среднеразвесистую форму, налив и созревание проходят за 20 - 24 дня.

Листья зеленые, средней ширины, длинные. Верхний лист (флаг), длиной 28-30 см, отходит от оси стебля под углом 40-45 градусов.

Зерновка удлиненная, отношение длины к ширине (l/b)– 2,1-2,2. Урожайность по годам варьировала от 4,0 до 6,0 т/га. Сорт раннеспелый. Число дней от залива до вымётывания – 66-70, до полного созревания – 98 - 100.

Технологические и крупяные качества высокие: стекловидность – 86-98 %; общий выход крупы – 67-69 %; выход целого ядра – 78-80 %; каша белая рассыпчатая; масса 1000 зерен – 30-31 г.

Фонтан среднеустойчив к засолению почвы, а также устойчив к пирикулярриозу и рисовой листовой нематоде.

Особенности сорта при выращивании:

– на загущенных посевах стебли формируются тонкими, вытянутыми и неустойчивыми к полеганию, в связи с этим оптимальная норма высева – 5,0-6,0 млн. всхожих зёрен на 1 гектар;

– отзывчив на внесение азота, однако его количество должно быть не более 30-60 кг/га (по фосфорно-калийному фону), при таких дозах урожайность формируется на уровне среднеспелых сортов.

Сорт Фонтан пригоден для ресурсосберегающей технологии выращивания, т. к. позволяет экономить поливную воду, удобрения, гербициды, рационально использовать уборочную технику.

Учитывая особенности налива метёлки, слой воды в чеках следует понижать в период восковой спелости зерна в средней части метёлки.

В условиях промышленной переработки сорта Фонтан конструктивных изменений имеющихся технологических линий не требуется.

Доработка семян данного сорта проводится на установке «Петкус-Гигант» К-531. При этом рекомендуется использовать верхнее решето с круглыми отверстиями диаметром 5,0 мм или верхнее решето с продольными отверстиями 3,75 мм, нижнее – 2,2.

РАННЕСПЕЛЫЙ СОРТ РИСА ФОНТАН

Н.В. Остапенко, В.С. Ковалёв, В.В. Андрусенко, Т.Н. Лоточникова, О.А. Досеева

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Учёными ВНИИ риса выведен раннеспелый, солеустойчивый сорт риса Фонтан. Рекомендуется для возделывания по ресурсосберегающей технологии. При переработке на крупу конструктивных изменений технологических линий не требует.

EARLY MATURITY RICE VARIETY FONTAN

N.V. Ostapenko, V.S. Kovalev, V.V. Andrusenko, T.N. Lotochnikova, O.A. Doseeva
All Russian Rice Research Institute

SUMMARY

The researches of All Russian Rice Research Institute released early maturing, salt and blast resistant rice variety Fontan. It is recommended for cultivation by power-saving technology. It doesn't need changes of technological cycle during rice processing into milled rice.

УДК 633.18.

НОВЫЕ СОРТА, ВКЛЮЧЕННЫЕ В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ, ДОПУЩЕННЫХ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

В.С. Ковалев, д.с.-х.н., Г.Л. Зеленский, д.с.-х.н., В.Н. Шиловский, д.с.-х.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Решением Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, включены с 2004 года четыре новых сорта риса селекции Всероссийского НИИ риса.

Сорт Аметист выведен методом индивидуального отбора из сорта ВНИИР 8847.

Ботаническая разновидность *italica Alef*.

Вегетационный период - 117-120 дней. Высота растений - 105-115 см. Метелка слабоизогнутая, длиной 16-18 см, плотность метелки - 8-10 колосков на 1 см ее длины, пустозерность - 5-10%.

Зерновка удлиненной формы с индексом (отношение длины к ширине) 2,2-2,4, неопушенная. Масса 1000 зерен - 32-33 г. Стекловидность зерна - 85-90%, пленчатость - 18-19%. Общий выход крупы - 68-69%, целого ядра - до 85-90%. Имеет повышенное содержание амилозы.

Сорт отзывчив на умеренные дозы азотного удобрения (100-130 кг д.в. на 1 га).

Проростки сорта медленно растут на начальных фазах развития, при безгербицидных технологиях выращивания всходы рекомендуется получать со сбросом воды в фазу шильца.

Сорт легко вымолачивается, поэтому пригоден к уборке прямым комбайнированием. При длительном перестое посевов возможны потери от осыпания при уборке.

Сорт устойчив к пирикулярриозу. Растения имеют темно-зеленую окраску листьев как сортовой признак.

Сорт Дружный выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции ВНИИР 6473/ВНИИР 5200.

Ботаническая разновидность - *italica Alef*. Вегетационный период - 116-120 дней. Высота растений - 95-100 см. Метелка длиной - 16-18 см, среднеизогнутая. Количество колосков в метелке - 100-140 шт., пустозерность - 10-16 %. Плотность метелки - 7-9 колосков на 1 см ее длины.

Зерно слабоудлиненной формы. Индекс зерновки - 2,0-2,1. Масса 1000 зерен - 27-29 г. Стекловидность зерна - 85-90 %. Выход крупы - 69-70 %, в том числе целого ядра 90-95 %.

Проростки сорта быстро растут в начальные фазы развития. Сорт пригоден для возделывания по технологии без сброса воды в период получения всходов.

Хорошо отзывается на низкие и средние дозы азотного удобрения, но пригоден и для выращивания в плотных посевах с внесением высоких доз минеральных удобрений, сбалансированных по соотношению N : P : K = 1 : 0,75 : 0,5.

Устойчивость к пирикулярриозу - выше средней.

Максимальная урожайность (10,8 т/га) получена на Абинском сортоучастке (Краснодарский край).

Сорт Дружный отличается повышенной солеустойчивостью. Рекомендуется для возделывания на всех типах почв в правобережной микроне и на плавневых территориях.

Сорт Снежинка создан методом многократного отбора из сложной гибридной популяции, полученной с участием российских и индийских сортов.

Вид – *Oryza sativa L.*, подвид – *indica*, разновидность – *gilanica Gust.*

Вегетационный период - 116-120 суток.

Стебель у сорта толстый, очень прочный. Устойчивость к полеганию высокая. Длина стебля - 90-95 см.

Метелка рыхлая, длинная (18-19 см), поникающая, несет 110-120 колосков. Пустозерность метелок – 7-8 %.

Зерно средней крупности, длинное, веретеновидной формы, индекс зерновки - 4,2. Масса 1000 зерен - 28,0 – 29,0г. Зерновка белая, стекловидная. Качество крупы отличное.

Обладает высокой устойчивостью к пирикулярриозу, поэтому не требует химической защиты от болезни.

Потенциал урожайности до 7,0 т/га.

Сорт Снежинка рекомендуется для возделывания по чистым предшественникам с целью получения высококачественного длиннозерного риса.

Элементы агротехники те же, что и для сортов, возделываемых в Краснодарском крае. Сорт не осыпается, но обмолачивается очень легко. Учитывая, что зерно сорта Снежинка по своей форме существенно отличается от других сортов, при очистке необходим индивидуальный подбор решет.

Сорт Янтарь выведен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации СТ 101 (регенерант из сорта Краснодарский 424) x М 705 (Буран).

Ботаническая разновидность - *italica Alef*. Вегетационный период - 114-117 дней. Растения близкие к среднерослому типу, высота растений - 90-95 см. При перекорме азотным удобрением она увеличивается до 110 см и растения начинают полегать. Метелки средненаклоненные длиной 15-17 см. Количество колосков в метелке 90-120 шт., при стерильности до 10%. Плотность метелки - 6-8 колосков на 1 см ее длины. Кустистость энергичная – до 3-х стеблей. Стебли в пределах растения выровнены по длине.

Зерно крупное, удлинённой формы. Индекс зерновки - 2,4-2,5. Масса 1000 зерен - 33-35 г. Стекловидность - 94-95 %. Пленчатость - 17-18 %. Общий выход крупы составляет 65 %, в том числе целого ядра до 80 %. Имеет повышенное содержание амилозы.

Сорт отзывчив на умеренные азотные удобрения, дозы которых не должны превышать 120 кг на 1 га. Оптимальный вариант – 90 кг азота при норме посева 7 млн. всхожих зерен на 1га. Основную дозу удобрения необходимо вносить в подкормку для стимулирования кушения. Хорошо преодолевает слой воды.

Сорт устойчив к пирикулярриозу, умеренно восприимчив к нематоде,

Солеустойчив. При прорастании среднеустойчив к пониженным температурам.

Особенности: растения имеют светло-зеленую окраску как сортовой признак, поэтому нельзя делать диагностику потребности в азоте по их окраске.

Все сорта допущены к использованию в 6-м регионе и дополняют список из 13 районированных в Краснодарском крае сортов риса.

НОВЫЕ СОРТА, ВКЛЮЧЕННЫЕ В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ, ДОПУЩЕННЫХ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

В.С. Ковалев, Г.Л. Зеленский, В.Н. Шиловский

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Приведены характеристики четырех новых сортов риса (Аметист, Дружный, Снежинка, Яantar), выведенные селекционерами ВНИИ риса и допущенные к использованию в 6-м регионе Государственной комиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений в 2004 году.

NEW VARIETIES INCLUDED IN STATE LIST OF BREEDING ACHIEVEMENTS ADMITTED FOR USE

V.S. Kovalev, G.L. Zelensky, V.N. Shilovsky
All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

The characteristics of four new rice varieties are given (Ametist, Druzhny, Snezhinka, Yantar), developed by Scientists from ARRI and admitted for use in the South of Russia by the State Commission of Russian Federation on testing and protection of breeding achievements in 2004.

ГЛЮТИНОЗНЫЙ СОРТ РИСА ВИОЛА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТСКОГО И ЛЕЧЕБНОГО ПИТАНИЯ

Г.Л. Зеленский, д.с.-х.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Во Всероссийском НИИ риса создан первый отечественный глютинозный сорт риса Виола. В крахмале содержится амилопектин и менее 2 % амилозы (у обычных сортов амилозы от 8 до 37%). Зерно глютинозного риса предназначено для выработки специальных продуктов лечебного и детского питания. Они особенно необходимы при искусственном кормлении детей в первый год жизни. За рубежом такие продукты производятся из глютинозных сортов риса и в больших объемах экспортируются в Россию.

Новизна сорта Виола защищена авторским свидетельством № 30524 от 03.04.2001 г. с датой приоритета 18.12.1994 и патентом Российской Федерации № 09 от 03.04.2001 г. Судя по этим датам, сорт прошел долгий тернистый путь изучения и признания. И это действительно так. На государственное испытание сорт Виола был передан в 1994 году. Потребовалось 7 лет, чтобы убедить государственные организации в целесообразности выращивания отечественного глютинозного сорта. Право на его размножение получено только в 2001 году.

Авторский коллектив был утвержден в следующем составе: Зеленский Г.Л. – 65% (планирование гибридной комбинации и подбор родительских пар, проведение отборов, изучение потомства во всех звеньях селекционного процесса, предварительное размножение сорта); Лось Г.Д. – 25% (проведение гибридизации, размножение и изучение гибридной популяции); Красников В.Г. – 10% (биохимическая оценка материала на всех этапах селекции).

Новый сорт создан методом индивидуального отбора из гибрида F_1 (К-743), полученного путем сложной многоступенчатой гибридизации с использованием в качестве родительских форм пяти разнотипных сортов: Yegua P.A. / Славянец // Славянец /// Славянец//// Кр-3-84 / Maratelli 5A // Кр-3-84 ///// Maratelli 5A / Славянец // Славянец /// Лиман / Кр-3-84 //Кр-3-84, последующим повторным отбором и всесторонним изучением потомства (рис.).

Yegua P.A. x Славянец

F_1 x Славянец

F_1 x Славянец

F_1 _____

Кр-3-84 x Maratelli 5A ↓

F_1 x Кр-3-84 x → F_1 _____

F_1 _____ ↑ ↓

Maratelli 5A x Славянец

F_1 x Славянец x → F_1 (К-743) → КП-192-91 = **ВИОЛА**

F_1 _____

Лиман x Кр-3-84 ↓

F_1 x Кр-3-84 x → F_1 _____ ↑

F_1 _____ ↑

Рис. Генеалогия сорта риса Виола (Зеленский, 1993)

Учитывая, что исходные сорта не являются глютинозными, объяснить появление глютинозного растения в этой гибридной популяции можно лишь действием рецессивного гена wx (восковидность). Это косвенно подтверждают исследования японского генетика Т. Sugawara (1968), который определил действие гена wx на содержание амилозы в крахмале эндосперма четырех фенотипических классов семян гибридов второго поколения. В потомстве формы WxWxWx содержали 18,2% амилозы, WxWxwx –15%, Wxwxwx –14,9%, а wxwxwx – 0%. Масса зерна при этом снижалась по мере увеличения присутствия гена wx. Мы не проводили специальных генетических анализов сорта Виола, поэтому можно лишь предполагать наличие в нем блока рецессивных генов wx. К тому же несколько признаков подтверждают это предположение. Наряду с низким содержанием амилозы, сорт имеет мелкое зерно с восковидным эндоспермом.

В процессе конкурсного испытания было установлено, что по урожайности, числу зерен в метелке, устойчивости к полеганию Виола не уступает районированному сорту – стандарту Спальчик, а по содержанию белка и устойчивости к пирикулярриозу превосходит его (табл.).

Таблица 1. Характеристика глютинозного сорта риса Виола в сравнении с районированным сортом Спальчик (конкурсное испытание 1991 – 1993 гг.)

Признаки	Виола	Спальчик (стандарт)
Урожайность, т/га	6,8	6,7
НСР ₀₅	0,21	
Вегетационный период, сут.	117	115
Высота растений, см	78,0	74,5
Число колосков в метелке, шт.	93	128
Стерильность колосков, %	10,9	13,8
Масса 1000 зерен (абсолютно сухих), г	22,6	25,2
Пленчатость, %	17,6	16,0
Стекловидность, %	0	67,7
Отношение длины зерна к ширине, l/b	1,6	1,8
Выход крупы, %	66,1	70,8
Содержание в крупе:		
- белка, %	6,5	5,4
- амилозы, %	1,5	20,0
Устойчивость к полеганию, балл	4,5	4,5
Поражаемость пирикулярриозом на инфекционном фоне при искусственном заражении:		
- листовая форма, %	10 – 40	20 – 30
- метельчатая форма, %	15 – 20	80 – 100

В последующие годы при выращивании в питомниках размножения сорт Виола показывал урожайность до 7,5 т/га с высокой стабильностью по годам.

Вегетационный период (от залива до полного созревания) во время изучения сорта колебался от 116 до 120 суток. Выметывание у главных и боковых побегов не растянуто, поэтому созревание в кусте происходит дружно. Сорт обладает высокой полевой устойчивостью к пирикулярриозу и рисовой листовой нематоды. Важной особенностью сорта явля-

ется очень высокая энергия прорастания семян и их полевая всхожесть. Это позволяет формировать густые всходы при относительно низкой норме посева (4,5 – 5 млн. всхожих зерен на гектар). Растения, несмотря на короткостебельность, хорошо преодолевают слой воды в период получения всходов. Сочетание этого признака с устойчивостью к болезням позволяет возделывать Виолу на основе экологически безопасных технологий.

Ботаническое определение сорта Виола: вид – *Oryza sativa* L., подвид – *japonica*, разновидность – *minantica* Gust. Растения безостые, с фиолетовой окраской жилок стебля и цветковых чешуй в период выметывания. К фазе полной спелости цветковые чешуи становятся коричневато-желтыми. Это позволяет легко отличать растения Виолы от всех других сортов риса, возделываемых в России. Плод - зерновка белая, меловидная с воско-видным эндоспермом.

Стебель - средней толщины (4 – 5 мм), прочный, с высокой устойчивостью к полеганию. Листья - зеленые, без антоциановой окраски, среднего размера, изогнутость пластинки слабая. Метелка - короткая (13 – 14 см), эректоидная, несет 95 – 105 колосков. Сте-рильность метелок - низкая (8 – 10 %).

Зерно - средней крупности, масса 1000 воздушно-сухих зерен 28 – 29 г. Форма зерна - округлая, отношение длины к ширине 1,6–1,7. Крупа - белая, нестекловидная. Выход крупы: 66 - 68,5 %. При варке крупа разваривается в клейстерообразную массу, которая имеет вкус не типичный для рисовой крупы, поэтому крупу Виолы целесообразно использовать для размола в муку, из которой готовить диетическое и лечебное питание.

Урожайность в производственных условиях сорт Виола показывает на уровне районированных сортов, Спальчика и Лимана (6,7 – 7,0 т/га). Сорт не осыпается даже при перестое, но легко вымолачивается. Поэтому может убираться как отдельным способом, так и прямым комбайнированием. Виола не требует особых условий выращивания. Его возделывают по технологиям, принятым для короткостебельных сортов риса, в том числе и без применения химических средств защиты.

Известно, что ГОСТ РФ не допускает наличия глютинозного риса в зерновой массе заготавливаемых сортов, поэтому Виолу необходимо размещать на специально выделенных участках. Зерно следует обрабатывать на отдельном току, чтобы не допустить смешения с другими сортами. Переработку зерна рекомендуется вести на специально выделенных линиях.

Эта проблема в настоящее время легко преодолима. Во многих рисосеющих хозяйствах построены мини-заводы для переработки риса в крупу. Это позволяет не только выращивать отдельно взятый сорт, но и проводить его переработку.

Сложнее решить задачу по сокращению пути от крупы сорта Виола до потребителя лечебного и детского питания. Главный вопрос: кто в России возьмется за переработку глютинозного риса в продукты, так необходимые грудным детям и взрослым с ослабленным здоровьем, пока остается открытым.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленский Г.Л. Селекция сортов риса, устойчивых к пирикулярриозу, рисовой листовой нематоды и бактериальному ожогу в условиях Российской Федерации: Автореф. дис.... д-ра с.-х. наук. – Краснодар, 1993.- 48 с.
2. Sugowara T. Thremmatological investigations on the chemical constitution of starch in cereal grains. 2. The effect of the WX – factor on amylopectine reserves in the mature endosperm // Utsunomiya Daigaku Nogakubu Gakujutsu Hokoku. –1968.- №7.- P. 97-101.

**ГЛЮТИНОЗНЫЙ СОРТ РИСА ВИОЛА
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТСКОГО И ЛЕЧЕБНОГО ПИТАНИЯ**

Г.Л. Зеленский

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

В статье приведено описание нового глютинозного сорта риса Виола российской селекции, зерно которого предназначено для производства детского и лечебного питания.

GLUTINOUS RICE VARIETY VIOLA USED FOR BABY AND DIETETIC FOOD

G.L. Zelensky

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

New glutinous rise variety Viola of Russian breeding is described in the article; its grain is used for baby an dietetic food.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНОВКИ РИСА ПО ЕЕ СРЕЗУ И СКОЛУ

Н.Г. Туманьян, к.б.н., В.Г. Власов, к.м.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Спелая зерновка риса – одно из возможных состояний организма «рис». Как всякая развивающаяся биологическая система она проходит различные структурные превращения с различными скоростями, для которых свойственны свои превращения химических веществ. Свойства зерновки определяют, с одной стороны, жизнь растения рис, с другой – приобретенные новые признаки в результате целенаправленного воздействия человека, например, при шлифовании и пропаривании. Физико-химический и биохимический статус зерновки риса, лежащий в основе всех изменений, происходящих с зерновкой риса, изучен недостаточно в части характеристики аморфно-кристаллического состояния. Характеристика зерновки, данная А.В. Лыковым (1954) и Е.П. Кузьминой (1981) как коллоидного капиллярно-пористого тела, не объясняет всех закономерностей, которые проявляются при естественном или искусственном воздействии на нее.

Цель исследования. Изучить с помощью световой микроскопии структуру анатомических частей зерновки риса в рамках научно-исследовательской работы по выявлению физико-химических и биохимических характеристик зерновки риса и влияния на них определенных воздействий: шлифования, пропаривания и др..

Материалы и методы. Метод световой микроскопии использовали для исследований поперечных сколов и срезов зерновок в билатеральном направлении. Кристалличность эндосперма изучали в поляризованном свете на тонких, предварительно увлажненных срезах с использованием светового микроскопа МБИ-6 при увеличении 135^x, 270^x и 360^x. Образец помещали между двумя скрещенными поляроидными пленками с кристаллами герпатита – анализатором и поляризатором. При этом использовали ращепления В.Г. Власова (ВНИИ риса) "Использование тубусной диафрагмы микроскопа для увеличения глубины резкости при фотосъемке", "Приспособление для съемки поперечных сколов зерновки риса с щелевым скользящим освещением". Фотографирование проводили в специально построенном фотомикроскопе с двусторонним щелевидным освещением.

Результаты. В стадии полной спелости семя риса покрыто цветковыми чешуями и плодовой оболочкой (перикарпием). Плодовая оболочка срстается с семенной. В перикарпии и семенной оболочке, которые имеют клеточное строение, много липидов и белков. Под семенной оболочкой находится алейроновый слой, состоящий из квадратных или прямоугольных паренхимных клеток, причем на дорсальной стороне он толще, чем на вентральной и латеральных. В клетках алейронового слоя много белка. Алейроновый слой покрывает основную запасающую ткань, образующую эндосперм зерновки. Эндосперм имеет клеточную структуру. По продольной линии зерновки может быть от 103 до 256 клеток, от центра до периферии дорсальной стороны находится от 12 до 22 клеток, вентральной - 10-18, латеральных - 10-17. Клетки эндосперма содержат незначительное количество белка, содержание его уменьшается от периферии к центру. Зерновка хрупкая, может быть стекловидной и мучнистой, в толще эндосперма возможны трещины, она легко раскалывается. При раскалывании зерновки на сколе видны кристаллы крахмалистой паренхимы эндосперма. При получении крупы в результате шлифования технологический показатель выхода целого ядра может быть самым различным: от 0% до 100% в зависимости от свойств эндосперма, наличия трещин.

Внешний вид поверхности поперечного скола зерновки риса представлен на рисунке 1. На сколе видны кристаллы крахмалистой паренхимы различных размеров. Природа и

закономерности основных свойств зерновки риса в стадии полной спелости представляются следующими.

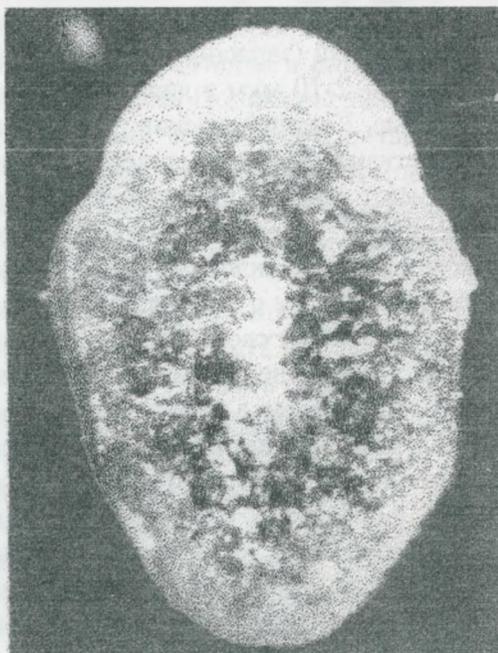


Рис. 1. Поперечный скол эндосперма зерновки риса. Увел. 30^x.

Многие белки, липиды, полисахариды, нуклеиновые кислоты в присутствии воды образуют жидкие кристаллы. Жидкие кристаллы с их одно- или двухмерной (трехмерной) упорядоченностью имеют свойства ориентации и самоорганизации. Агрегация цепных молекул жидкокристаллических структур является основой образования субклеточных структур. В качестве примера таких субклеточных структур можно привести белковые тельца, алейроновые зерна, крахмальные зерна и липосомы зерновки риса в стадии полной спелости. Межмолекулярные промежутки у макромолекул образуют микрокапилляры, которые играют важнейшую роль в адсорбции воды и которые достигают 300 Å⁰.

Состояние воды в зерновке подробно рассмотрено Г.А. Егоровым [4]. Равновесная влажность характеризуется таким состоянием, что молекулы воды взаимодействуют с активными центрами биополимеров в течение 5×10^{-12} с. Молекулы воды сначала адсорбируются по одной или две вокруг активных групп: -ОН-, -СООН, -НО, -NH-, - но при повышении влажности образуются молекулярные грозди воды и затем вода конденсируется в микрокапиллярах. Если у риса критическая влажность 15,0 %, это значит, что при такой влажности вода интенсивно конденсируется в микрокапиллярах. Алейроновые зерна алейронового слоя и белковые тельца эндосперма содержат молекулы запасного белка, плотно в них упакованные. Полимерные молекулы белка находятся в данных субклеточных структурах в виде биологических кристаллов: незначительное их количество в виде истинных трехмерно-периодических и основная часть в виде одно- двухупорядоченных жидких кристаллов в основном холистерического вида. Чаще всего встречается одномерная ориентация. Оба состояния предполагают наличие молекул воды между молекулами белка или в ее пространствах. В таких состояниях они образуют винтовую или слоистую фигуры (λ -спираль, β - конформация) [1; 8] при влажности зерновки 11-15% с наиболее предпочтительной ламеллярной упаковкой. Жидкокристаллический белок имеет лиотропную, гидрофильную природу. Находящаяся вокруг белковой глобулы водная оболочка придает ей устойчивость. Крупные белковые частицы белковых телец образовались при выталкивании молекул воды из белковой глобулы.

К жидким кристаллам относится дезоксирибонуклеиновая кислота, которая образует текстурированный гель [8] холистерической структуры [1]. Молекула ДНК имеет ламеллярное строение из упакованных дисков. Особенно много ДНК в зародыше зерновки риса.

Основным запасным веществом зерновки риса является крахмал, который накапливается в виде крахмальных зерен. Вторичный (запасной) крахмал откладывается в стромах амилопластов. Крахмальные зерна мелкие - 2-10 мкм в диаметре, сложные (в отличие от простых пшеницы) многогранные и слоистые. Коцентрические слои в центре заканчиваются ядром - хилусом [2]. Они обладают свойствами двойного лучепреломления и анизотропией макроскопических свойств - значит, имеют кристаллическую структуру и являются кристаллическим телом [6]. По Мейеру и Бернфельду причиной структурности и кристалличности крахмального зерна является его компонент - амилопектин [5]. Однако амилоза крахмала имеет спиралевидную структуру диаметром 1,3 нм с 6-ю последовательными глюкозными остатками на один оборот спирали [2], то есть имеет свойства упорядоченной структуры.

Содержание амилозы в рисе существенно не влияет на кристаллическое состояние крахмального зерна: крахмальные зерна риса различных сортов с содержанием амилозы от 23% до 29% дают схожие диаграммы при рентгеноструктурном анализе [9]. Молекула крахмала относится к гибкоцепочным гетерополимерам. Крахмальное зерно содержит 96-98% чистого крахмала, 0,2-0,7% фосфорной кислоты и 0,6% высокомолекулярных жирных кислот [6]. Обнаружены полипептиды, химически связанные с крахмалом [9]. Крахмальные зерна образуются в результате пресыщения внутреннего содержимого амилопластов. Рисовое крахмальное зерно не является в полном смысле кристаллом, у него есть определенная степень кристалличности: только определенная часть полимера входит в состав кристаллита. Следовательно, крахмальное зерно является специфическим твердым кристаллом, в котором спиральная молекула амилозы имеет холистерическиподобную структуру, а молекула амилопектина, вероятно, состоит из аморфных элементов, которые упакованы в структуру с трехмерной упорядоченностью. Крахмальное зерно является гетеромолекулярным кристаллом, то есть, кристаллом, состоящим из разных молекул, которые соединены ван-дер-ваальсовыми взаимодействиями (ван-дер-ваальсов кристалл).

В зерновке риса в стадии полной спелости находится до 5% липидов. Основное их состояние - жидкокристаллическое. Амфифильные липиды также как и белки обладают лиотропным мезоморфизмом. Липиды находятся в смектическом жидкокристаллическом состоянии [1]. Липиды обуславливают текучесть мембран.

Основные структурные единицы зерновки риса - клетки - окружены мембранами и клеточными стенками. В полностью спелой зерновке клетки теряют свою первоначальную форму, уплощаются, становятся многогранными, или бесформенными, возможны разрывы мембран. Мембраны окружают и клеточные структурные единицы: митохондрии, амилопласты, ядра и др. Мембраны представляют собой двойной слой белков и липидов. Внутренние мембраны митохондрий могут претерпевать фазовые превращения, переходя из ламеллярной структуры в закрученную и наоборот, что характерно и для жидких кристаллов. Исходя из строения и функционирования мембран, они являются жидкокристаллическими системами, типичными лиотропными, олигомерными и полимерными системами с одномерно- или двухмерно-упорядоченными слоями, характеризующимися определенной подвижностью [1]. Состояние фосфолипидов в мембране возможно гелеобразное (кристаллическое) или жидкокристаллическое, что влияет на проницаемость мембран [10]. Основное состояние липидов мембран - ламеллярное, жидкокристаллическое. Можно предположить, что в зерновке в стадии полной спелости часть фосфолипидов клеточных мембран переходит из жидкокристаллического в кристаллическое состояние, из жидкого в твердое. Молекулы основного вещества клеточных стенок - целлюлозы - имеют нитевидную форму и образуют с помощью водородных связей мицеллы - фибриллы [2; 6].

Таким образом, физическая природа структуры зерновки имеет сложный характер. Зерновка риса прежде всего т в е р д о е тело. Зерновка риса - в преобладании совокупность беспорядочно ориентированных кристаллов, размер которых зависит от условий кристаллизации, примесей, свойств мономеров, то есть состояние ее поликристаллическое. Мономеры различной природы, катионы и анионы могут находиться в аморфном состоянии или в виде кристаллогидратов. Полимеры также могут быть в аморфном состоянии, особенно высокомолекулярные, со сложной разветвленной структурой (амилопектин). Однако они стремятся приобрести трехмерный порядок, несмотря на то, что сохраняются их аморфные элементы. Для белков, крахмала и липидов более характерны трех-, двух- и одномерно-упорядоченные структуры, то есть истинно кристаллическое и жидкокристаллическое состояние.

Исходя из свойств относительно стабильного твердого тела, которым является зерновка риса, кристалличность эндосперма должна быть намного выше аморфности. Учитывая общее представление о состоянии воды в ней только в физико-химически связанном состоянии [3], зерновка риса является предельно концентрированной структурой. В зерновке могут быть и участки со структурой геля, который в этом случае правильно было бы назвать коагелем. Термодинамическая устойчивость обусловлена тем, что процессы коагуляции, конденсации и кристаллизации практически закончились. Свойства поликристаллической структуры тела зерновки определяют ее физико-химические свойства. Наличие конденсационно-кристаллизационного и коагуляционного компонентов в структуре рисовой зерновки обуславливает различное соотношение ее упругих, хрупких, эластичных, пластичных и вязких свойств. Кристаллизационные структуры определяют упруго-хрупкие характеристики; пластичные (способность к остаточным деформациям) и эластичные (способность к восстановлению формы) показатели зависят от свойств элементов кристаллической решетки и от свойств самой кристаллической решетки. Коагуляционный компонент структуры зерновки обладает упругими, пластично-вязкими и эластичными свойствами. Упругие свойства зависят от самого материала и диффузной структурированной оболочки вокруг твердых частиц. Пластическая деформация определяется тонкими остаточными прослойками жидкой среды и каркасом, образованным группой коллоидных элементов, сюда входят и мембраны с клеточными стенками. Коагуляционный компонент - промежуточный между неструктурированной дисперсной системой и кристаллизационным компонентом. Определенное физико-химическое состояние зерновки, естественно, должно приводить и к определенному ответу на естественное или искусственное воздействие на нее.

Таким образом, исходя из основного положения, что в зерновке риса полимеры имеют сложную закономерную надмолекулярную структуру, представляется возможным обозначить зерновку риса в стадии полной спелости как: живую, предельно-концентрированную, термодинамически устойчивую, коллоидную, коагуляционно-конденсационно-кристаллическую структуру - гидрофильный, гетеромолекулярный, аморфно-поликристаллический, микрокапиллярно-пористый гель-псевдогель. Возможно дефектное состояние в случае наличия трещин в эндосперме.

Для выявления аморфно-кристаллических характеристик и уточнения определения природы состояний зерновок проводили исследования в поляризованном свете. В поляризационно-оптических исследованиях срезов и раздробленных зерен эндоспермов риса использовали одно из трех физических явлений для получения поляризованного света - линейный дихроизм. Для этого был выбран один из основных типов оптических линейных поляризаторов, дихроичный поляризатор - поляроид, а именно: кристаллический герпапитовый поляроид. В скрещенных поляризаторе и анализаторе (180°) изотропная структура невидима (темное поле зрения микроскопа), а анизотропная видима (прозрачные или светящиеся области).

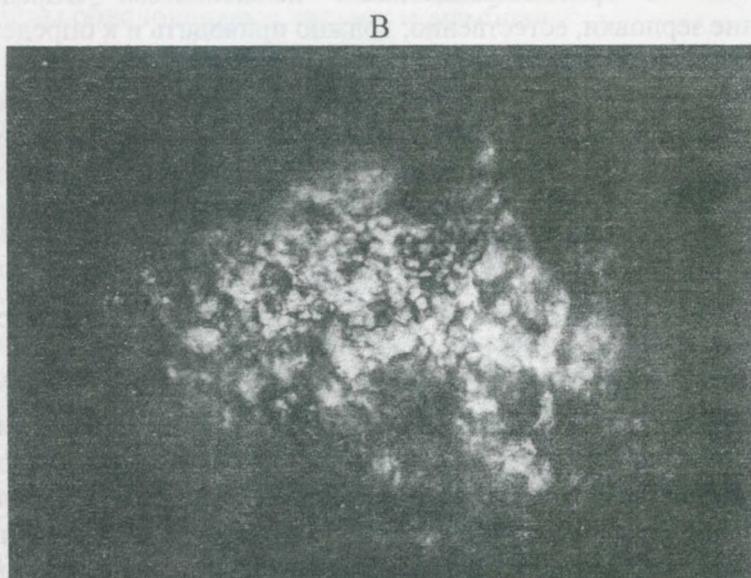
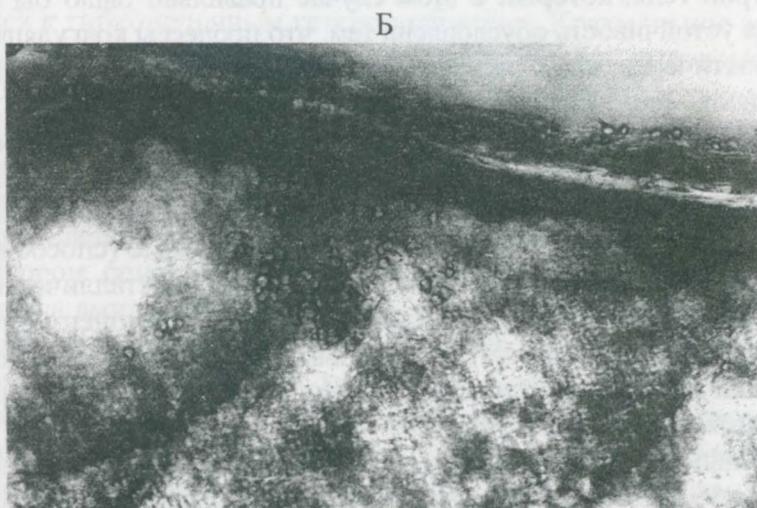
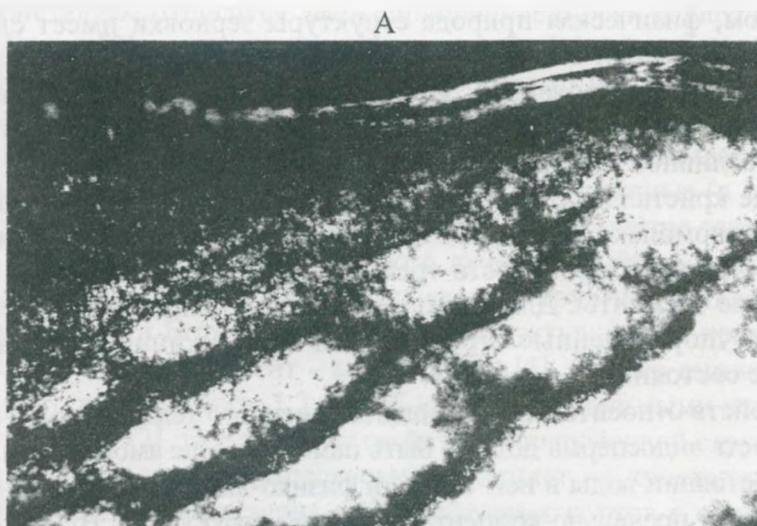


Рис. 2. Гистологические срезы (А, Б) и скел (В) полностью спелой зерновки риса. Свет – светлополюсное освещение, скрещенные поляризаторы. А – увел. 135^х, Б – увел. 270^х, В – 360^х.

Фотоизображения срезов и раздробленных зерен нативных, пропаренных зерновок и сваренных ядер в скрещенных поляроидах при различных увеличениях представлены на рисунке 2.

На срезе эндосперма зерновки при увеличении 135^{\times} видны плодовая и семенная оболочки, клеточные стенки и области, ограниченные клеточными стенками – белые на фотоизображении и светящиеся в поле зрения микроскопа в скрещенных поляроидах. Это клеточное содержимое с плотно расположенными амилопластами с крахмальными зернами. Клеточное содержимое деполаризует поляризованный поляризатором свет и становится видимым после прохождения света через анализатор, следовательно, его основные структурные компоненты, крахмальные зерна, имеют кристаллическое строение. Темные области свидетельствуют об аморфности или о меньшей степени кристалличности этих участков, либо для них характерна не плотная упаковка амилопластов. При увеличении 270^{\times} на срезе и 360^{\times} на поверхности осколков раздробленного зерна хорошо видны амилопласты. На срезе все содержимое клетки плотно забито мелкими светящимися крахмальными зернами. Это значит, что видны те крахмальные зерна, через которые прошел разрез, перпендикулярно их оптической оси. Ясно видны темный субалейроновый слой и плодовая и семенная оболочки. У плодовой и семенной оболочек перемежаются темные и светлые области, что говорит об определенной кристалличности структуры. Субалейроновый слой – темный. Как известно, в субалейроновом слое содержится большое количество белка. Белковые тела и амилопласты имеют различную степень и характер кристалличности, поэтому выявить эту область как кристаллическую с помощью настоящего приема трудно, и она выглядит на фотоизображении как аморфная. Возможно, надо резко увеличивать выдержку экспозиции или уменьшить толщину среза. На фотоизображении осколка крахмальные зерна светлые, они ограничены темными мембранами амилопластов, расстояния между ними тоже темные.

Выводы. Исходя из вышеизложенного, зерновка риса в стадии полной спелости была обозначена как живая, предельно-концентрированная, термодинамически устойчивая, коллоидная, коагуляционно-конденсационно-кристаллическая структура - гидрофильный, гетеромолекулярный, аморфно-поликристаллический, микрокапиллярно-пористый гель - псевдогель. Показанные в настоящей работе закономерности видимого кристаллического строения на сколах и срезах зерновок, вероятно, определяют всевозможные ее свойства: технологические, кулинарные, упруго-хрупкие показатели и т. п., имеют сортовой характер и зависят от условий вегетации растения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Браун Г., Уолкен Дж. Жидкие кристаллы и биологические структуры. - М.: Мир, 1982. - 198 с.
2. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений. - М.: Мир, 1986. - Т.1. - 392 с.
3. Егоров Г.А. Термодинамические особенности процесса связывания воды зерном // Науч. тр./Всес. науч.-исслед. ин-т зерна. – 1970. - Вып. 70. - С. 73-83.
4. Егоров Г.А. Технологические свойства зерна. - М.: Агропромиздат, 1985. - 334 с.
5. Керр Р.В. Химия и технология крахмала. - М: Пищепромиздат, 1956. - 580 с.
6. Кретович В.Л. Биохимия растений. - М: Высшая школа, 1980. - 448 с.
7. 169. Степаненко Б.Н. Химия и биохимия углеводов (полисахариды). - М.: Высшая школа, 1978. - 256 с.
8. 215. Физический энциклопедический словарь / Под ред. А.М. Прохорова. - М.: Советская энциклопедия, 1983. - 928 с.

9. Borasio L., Gariboldi F. Parboiled rice: Production and use. I-II // Rice J. - 1965. - Vol. 68. - № 8. - P. 23-27.

10. Oldfield E. Are cell membranes fluid? // Science. - 1973. - № 180. - P. 982.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНОВКИ РИСА ПО ЕЕ СРЕЗУ И СКОЛУ

Н.Г. Туманьян, В.Г. Власов

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Проведено исследование физико-химического состояния нативной зерновки риса в стадии полной спелости с помощью световой микроскопии. Изучены поперечные сколы и срезы зерновки. Для выявления аморфно-кристаллических характеристик и уточнения природы состояний зерновок проведены исследования в поляризованном свете. Обсуждаются возможные состояния полимеров: белков, липидов, углеводов, надмолекулярных структур клетки – кристаллические, аморфные, жидкокристаллические, и процессы, приводящие к изменениям их состояний. Зерновка в стадии полной спелости обозначена как живая, предельно-концентрированная, термодинамически устойчивая, коллоидная, коагуляционно-конденсационно-кристаллическая структура - гидрофильный, гетеромолекулярный, аморфно-поликристаллический, микрокапиллярно-пористый гель-псевдогель. Определенное физико-химическое состояние зерновки, естественно, должно приводить и к определенному ответу на естественное или искусственное воздействие на нее.

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF RICE KERNEL BY ITS CUT

N.G. Tumanyan, V.G. Vlasov

All Russian Rice Research Institute

SUMMARY

We studied physical and chemical status of native rice kernel at the phase of full maturity by light microscope. We studied cross cuts of kernel. We carried out researches in polarized light to determine amorphous and crystal characteristics and to precise the nature of kernel state, the possible polymer states are discussed; the state of proteins, lipids, carbohydrates, over molecular cell structures – crystal, amorphous, liquid-crystal and process, changing their state. The kernel in full maturity phase is determined as alive, very concentrated, thermodynamically stable, colloid, coagulate, condensate-crystal structure (hydrophilic, heteromolecular-porous gel-false gel). The definite physical and chemical kernel state should naturally lead to the definite answer to natural or artificial influence on it.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ МЕТЕЛКИ У СОРТОВ РИСА
И ЕЁ СВЯЗЬ С КОЭФФИЦИЕНТОМ КУЩЕНИЯ РАСТЕНИЙ***

Н.В. Воробьев, д.б.н., М.А. Скаженник, к.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Продуктивность метелки один из важных элементов структуры урожая риса. Она определяется числом выполненных зерен на ней и массой отдельной зерновки (или массой 1000 зерен). Количественные величины этих признаков зависят от сорта и условий выращивания риса, в первую очередь, от уровня азотного питания растений [3]. Сортвые различия в продуктивности метелки определяются генетической программой генотипа и реализуются в системе донорно-акцепторных отношений, являющихся проявлением интеграции фотосинтеза и роста на уровне целого организма [8]. У сортов с более продуктивной метелкой под влиянием фитогормонов и других механизмов усиливается аттрагирующая активность конуса нарастания, зон роста стебля и метелки, что обуславливает более интенсивный приток ассимилятов к ним и приводит к образованию плодonoса с повышенной массой. Донорно-акцепторные отношения в период формирования колоса, метелки имеют высокую степень напряженности [5;6]. Образующиеся в процессе фотосинтеза ассимиляты в этот период направляются к нескольким акцепторам: к корневой системе, к боковым побегам, к молодым растущим листьям, к конусу нарастания и развивающейся метелке, к влагалищам листьев и солоmine. В последних органах они откладываются в запас и их величина характеризует обеспеченность формирующейся метелки пластическими веществами, которые определяют её продуктивность [1;2]. Характер распределения образующихся ассимилятов по органам растения в значительной степени зависит от интенсивности кушения растений. Развивающиеся боковые побеги являются наиболее мощным акцептором пластических веществ у материнских побегов. Помимо этого они затевают главные побеги, снижая у них интенсивность фотосинтеза [4;7].

Цель работы. Установить возможную связь между уровнем кушения растений и продуктивностью метелки у сортов риса на разных фонах минерального питания.

Методы исследования. Эксперименты проводились в 2002-2003 гг. в вегетационных опытах: в железобетонных резервуарах, на трех фонах минерального питания с использованием сортов Лиман, Рапан и Хазар, различающихся по коэффициенту кушения растений, продуктивности метелки и урожайности зерна. В этих опытах на закрепленных площадках еженедельно фиксировался уровень общего кушения растений, а в фазах кушения (в возрасте 5 и 8 листьев) и трубкования (в возрасте 10 листьев) отбирались пробы стеблей для определения в них содержания неструктурных углеводов (сахарозы, крахмала). В фазе полной спелости риса анализировался урожай и элементы его структуры.

Результаты. Полученные результаты по урожаю зерна и элементам его структуры представлены в таблице 1. Как видно, урожайность зерна у исследуемых сортов с повышением минерального питания со среднего ($N_{12}P_6K_6$) до фона, близкого к оптимальному ($N_{24}P_{12}K_{12}$), существенно увеличивается исключительно за счет роста числа продуктивных побегов на единице площади посева, тогда как число зерен на метелке и масса 1000 зерен, определяющие её продуктивность, понизились.

* Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 03-04-96578

Таблица 1. Урожайность и элементы её структуры у сортов риса на разных фонах минерального питания (2002-2003 гг.)

Сорт	Вариант*	Число побегов, шт./м ²	Число зерен на метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Пустозерность, %	Урожайность	
						кг/м ²	отклонение от st., %
Лиман (st)	1	345	77,1	23,89	11,6	0,718	-
	2	630	59,3	22,03	20,8	0,943	-
	3	705	52,2	21,66	19,2	0,910	-
Рапан	1	300	85,9	23,59	9,2	0,708	-1,4
	2	555	80,5	21,30	17,4	1,084	+15,0
	3	630	65,8	20,95	25,5	1,013	+11,3
Хазар	1	300	86,8	23,91	9,6	0,724	+0,8
	2	495	79,8	22,48	12,6	1,023	+8,5
	3	600	74,7	21,17	18,4	1,103	+21,2
НСР ₀₅ вар		41,5	5,0	0,84		0,06	

* 1 – N₁₂P₆K₆; 2 – N₂₄P₁₂K₁₂; 3 – N₃₆P₁₈K₁₈ г д.в. на м²

На высоком фоне удобрений (N₃₆P₁₈K₁₈) урожайность зерна у сортов Лиман и Рапан, по сравнению с фоном N₂₄P₁₂K₁₂, несколько снизилась за счет дальнейшего уменьшения продуктивности метелки при замедлении темпов роста числа продуктивных побегов на единице площади. На этом фоне питания урожайность зерна увеличилась только у сорта Хазар за счет роста числа побегов на м² при сравнительно небольшом снижении продуктивности метелки. О последнем свидетельствуют темпы уменьшения её озерненности у этого сорта при повышении уровня минерального питания. У сорта Лиман на высоком фоне удобрений число зерен на метелке по сравнению со средним фоном упало на 32, у Рапана – на 23, а у Хазара - всего на 14%. Из этой таблицы также видно, что более высокая урожайность зерна у сортов Рапан и Хазар по сравнению с Лиманом на оптимальном и высоком фонах удобрений определяется исключительно повышенной продуктивностью метелки, в то время как число побегов у них на м² существенно меньше, чем у сорта – стандарта. Из этого следует, что при оценке образцов риса на продуктивность, озерненность метелки является одним из важных признаков урожайности генотипа при определении её в ценозе с достаточно высокой густотой побегов.

Каковы причины сохранения более высокой озерненности метелки у Рапана и особенно у Хазара при повышении уровня минерального питания растений? Пока они исследованы недостаточно. Несомненно, что у этих сортов к конусу нарастания и развивающейся метелке направляется более мощный поток ассимилятов из вегетативных органов. Конкурентами за метаболиты в этот период у главных побегов выступают боковые, прежде всего непродуктивные побеги, развивающиеся из почек пазух среднего яруса листьев растения. Они продолжительное время растут за счет ассимилятов материнского побега [7]. И хотя часть их пластических веществ при отмирании оттекает в материнские побеги, но это происходит в тот период, когда элементы продуктивности метелки уже сформировались.

Таблица 2. Коэффициенты общего и продуктивного кущения у сортов риса на разных фонах минерального питания и их связь с содержанием углеводов в стеблях и с числом зерен на метелке (2002-2003 гг.)

Сорт	Вариант	Коэффициенты кущения		Содержание неструктурных углеводов в стеблях, % *			Число зерен на метелке, шт.
		общего	продуктивного	5 листьев	8 листьев	10 листьев	
Лиман (st)	1	2,2	1,2	15,0	18,5	22,6	77,1
	2	3,3	2,1	9,7	14,2	14,7	59,3
	3	3,9	2,4	5,8	10,1	10,7	52,2
Рапан	1	1,9	1,0	22,0	20,2	26,5	85,9
	2	2,7	1,9	17,3	17,0	18,9	80,5
	3	3,4	2,1	11,3	11,9	11,3	65,8
Хазар	1	1,6	1,0	20,7	18,1	24,4	86,8
	2	2,4	1,7	14,2	17,9	16,8	79,8
	3	2,8	2,0	11,3	12,9	14,5	74,7
НСР ₀₅ вар.		0,12	0,10	0,51	0,52	0,52	
Козф. корреляции общего кущения с содержанием углеводов и числом зерен на метелке				-0,92 ±0,15	-0,89 ±0,17	-0,89 ±0,17	-0,94 ±0,13
Козф. корреляции продуктивного кущения с содержанием углеводов и числом зерен на метелке				-0,89 ±0,17	-0,88 ±0,16	-0,89 ±0,17	-0,82 ±0,22

* В возрасте 5 и 8 листьев – во влагалищах листьев, в возрасте 10 листьев – в солоmine вместе с влагалищами листьев.

О том, что коэффициенты кущения растений оказывают влияние на содержание неструктурных углеводов во влагалищах листьев и в стеблях риса, а отсюда и на число зерен на метелках, свидетельствуют полученные нами результаты, приведенные в таблице 2. Как видно, исследуемые сорта четко различаются по уровню общего и продуктивного кущения растений. У Лимана он в среднем на 15 и 27 % выше, чем соответственно у Рапана и Хазара, что, вероятно, связано с более интенсивным притоком фитогормонов и ассимилятов к боковым почкам, заложенным в пазухах листьев материнских побегов у первого сорта. В результате неодинакового кущения растений у исследуемых сортов образовались разные по плотности посевы, в которых продуктивность фотосинтетического аппарата и обеспеченность акцепторов ассимилятами различаются. У интенсивно кустящегося Лимана содержание запасенных углеводов в стеблях заметно ниже, чем у Рапана и Хазара, и соответственно меньше у него обеспеченность ассимилятами развивающихся метелок. Между коэффициентами общего и продуктивного кущения растений и содержанием углеводов в стеблях установлена высокая отрицательная зависимость ($r = -0,88 \pm 0,16$; $-0,92 \pm 0,15$). Еще более высокая обратная связь обнаружена между величиной коэффициента общего кущения и числом зерен на метелке ($r = -0,94 \pm 0,13$). Аналогичная, но более слабая связь, установлена между коэффициентами продуктивного кущения и количеством зерен на метелке ($r = -0,82 \pm 0,22$). Это указывает на то, что уровень общего кущения растений в большей мере, чем степень продуктивного кущения, определяет продуктивность метелки у сортов риса и, следовательно, этот показатель имеет важное значение при оценке селекционных образцов на продуктивность.

Выводы. 1. Сортовые различия по продуктивности риса на одном фоне минерального питания определяются неодинаковой продуктивностью метелки, формирование элементов которой зависит от интенсивности притока к ней ассимилятов из вегетативных органов. Последнее в значительной степени определяется величиной коэффициента кущения растений.

2. Коэффициенты кущения растений и продуктивность метелки на оптимальном и высоком фонах минерального питания являются важными признаками при оценке селекционных форм на продуктивность и отзывчивость на азот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин Е.П., Воробьев Н.В., Скаженник М.А. Накопление неструктурных углеводов в стеблях и их роль в продукционных процессах у разных по высоте растений сортов риса // С.-х. биология. – 1992. - №3. – С. 109-114.
2. Воробьев Н.В., Скаженник М.А. Накопление неструктурных углеводов в стеблях риса и их мобилизация при наливе зерновок // Физиол. биохим. культ. раст. – 1987. – Т. 19. - №6. – С. 588-593.
3. Воробьев Н.В., Скаженник М.А. Формирование элементов структуры урожая риса в зависимости от температуры и уровня минерального питания растений // С.-х. биология. – 1988. - №6. - С. 17-20.
4. Воробьев Н.В., Скаженник М.А., Ковалев В.С. К физиологическому обоснованию моделей сортов риса. – Краснодар: б.и., 2001. - 120 с.
5. Гуляев Б.И. Фотосинтез и продуктивность растений: проблемы, достижения и перспективы исследований // Физиол. и биохим. культ. раст. –1996. – Т. 28. - №1-2. – С. 15-35.
6. Коновалов Ю.Б. Формирование колоса яровой пшеницы и ячменя. – М. : Колос, 1981. – 168 с.
7. Кумаков В.А., Кузьмина К.М., Алешин А.Ф. и др. Роль кущения в формировании урожая яровой пшеницы в степном Поволжье // С.-х. биология. – 1982. – Т. 17. - Вып. 2. – С. 218-225.
8. Мокроносов А.Т. Взаимосвязь фотосинтеза и функций роста // Фотосинтез и продукционный процесс.- М. : Наука, 1988. – С. 109-121.

ПРОДУКТИВНОСТЬ МЕТЕЛКИ У СОРТОВ РИСА И ЕЁ СВЯЗЬ С КОЭФФИЦИЕНТОМ КУЩЕНИЯ РАСТЕНИЙ

Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Показано, что разная урожайность у сортов риса селекции ВНИИ риса определяется неодинаковой продуктивностью метелки, формирование элементов которой зависит от интенсивности притока к ней ассимилятов из вегетативных органов. Этот приток в значительной степени определяется величиной коэффициента кущения растений. Боковые побеги, развивавшиеся первое время за счет пластических веществ материнского побега, конкурируют за метаболиты с формирующейся метелкой, снижая её обеспеченность ассимилятами, а отсюда и её продуктивность. Сделано заключение, что коэффициенты кущения растений и продуктивность метелки являются важными признаками при оценке селекционных образцов на продуктивность.

PANICLE PRODUCTIVITY OF RICE VARIETIES AND ITS CORRELATION WITH PLANT TILLERING COEFFICIENT

N.V. Vorobyev, M.A. Skazhennik
All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

It is shown that different yield of rice varieties of breeding of the Institute has different panicle productivity, element formation depending on intensity of assimilates movement from vegetative organs. Such movement is determined by the value of plant tillering coefficient. Primary the side sprouts developed by plastic matters of mother sprout; they competed with metabolites with forming panicle, decreasing its provision with assimilates and productivity. We came to conclusion that plant tillering coefficients and panicle productivity are important traits at evaluation of breeding samples for productivity.

УДК 631.531.011.2:633.18:577.118

АКТИВНОСТЬ АМИЛАЗ В ПРОРАСТАЮЩИХ СЕМЕНАХ РИСА

Т.Б. Кумейко, к.с.-х.н., Т.Н. Бондарева, к.б.н., А.Х. Шеуджен, д.б.н.,
Э.Р. Авакян, д.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Разрушение запасных веществ и создание новых химических соединений в прорастающей зерновке катализируется разнообразными ферментами. Последние принадлежат к наиболее чувствительным производным клетки, поэтому отсутствие условий для их работы влечёт за собой нарушения в процессе прорастания семян. Внутренние изменения и внешние воздействия различного рода в биохимизме клеток отражаются на действиях ферментов и влияют на поведение организма в целом. Показателем изменений, происходящих в метаболизме прорастающих семян, является активность гидролитических ферментов. К числу гидролаз, участвующих в расщеплении крахмала, следует отнести α -амилазу, которая начинает работать в прорастающем семени в первую очередь. Синтез α -амилазы *de-novo* и её активность инициируется специфическим для риса фитогормоном – гибберелловой кислотой (GA_3). Непроросшие семена злаков содержат следы α -амилазы или вообще не содержат её. Они содержат β -амилазу, которая, однако, не способна расщеплять запасной крахмал без начального действия α -амилазы. Сначала α -амилаза расщепляет молекулы крахмала на дисахариды. После их накопления начинает работать β -амилаза, которая расщепляет их до сахаров [1]. Большое влияние на прорастание семян оказывают некоторые микроэлементы, которые являются мощными катализаторами ферментативных процессов. В связи с вышеизложенным представляло интерес изучение влияния воздушно-теплового обогрева (ВТО) и микроэлементов на активность амилаз ($\alpha+\beta$) при прорастании.

Материалы и методы исследования. Для исследования был использован сорт риса Лиман. Обработку микроэлементами проводили, погружая семена в водные растворы 0,5 % $Zn(CH_3COO)_2$; 0,5 % $CuSO_4$ на 15 мин. Контролем служили семена, замоченные в воде. ВТО зерновок проводился в термостате (Biological Thermostat BT 120) при температуре 35 °С в течение 24 ч. После этого семена раскладывали на увлажнённой фильтровальной бумаге в чашках Петри, и каждый вариант эксперимента (замоченные в воде, 0,5 % растворе уксуснокислого цинка, 0,5 % растворе сернокислой меди) выдерживали в термостате при 24 °С в течение 24, 48, 72 ч. В обработанных таким образом зерновках определяли активность амилаз по Б.П. Плешкову. Активность фермента рассчитывали в мг/мг белка в час. Количество белка (солерастворимая фракция) в образцах определяли по Лоури (Lowry D.H., 1954).

Результаты исследования и обсуждение. Активность α - и β - амилаз в семенах риса изменяется в процессе их прорастания. Максимальная активность этих гидролитических ферментов наблюдается на вторые сутки (48 ч) прорастания семян. Затем она постепенно снижается (рис.).

Обработка семян микроэлементами оказывает положительное влияние на активность α - и β - амилаз в течение всего периода их прорастания. Из изученных микроэлементов наибольшим стимулирующим эффектом обладает медь. Следовательно, обогащение семян этим элементом в наибольшей степени обеспечивает мобилизацию запасного крахмала для нужд прорастающих семян риса. Как свидетельствуют полученные экспериментальные данные, действие микроэлементов на активность α - и β - амилаз в наибольшей степени проявляется при воздушно-тепловом обогреве семян в течение 24 ч.

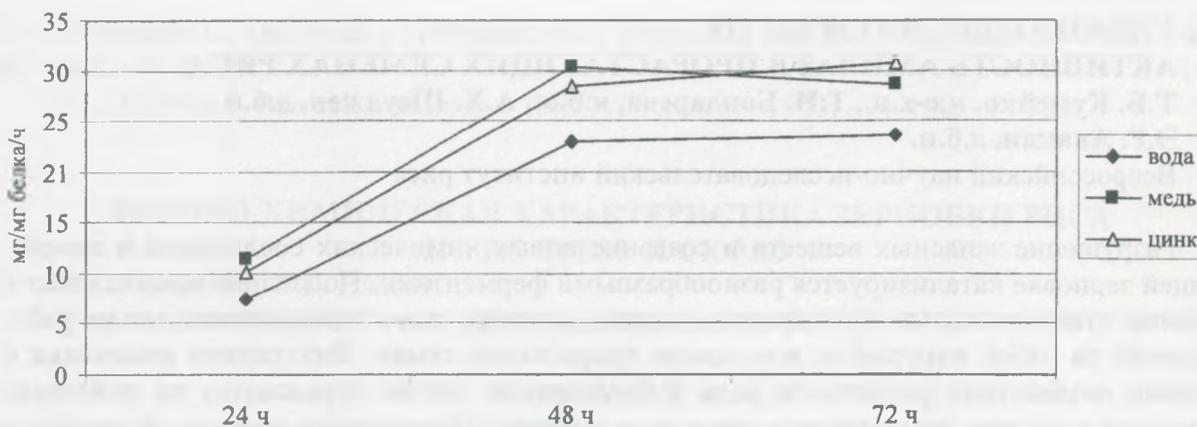


Рис. Влияние воздушно-тепловой обработки и микроэлементов на активность амилаз ($\alpha+\beta$).

Таким образом, α -амилаза, синтезированная *de-novo* под воздействием ГК и в сочетании с другими ферментами, в частности, медьсодержащими и цинксодержащими активируют процессы прорастания. То есть можно говорить о возможности использования ВТО в сочетании с растворами микроэлементов. Так, при прорастании семян риса активность амилаз ($\alpha+\beta$) усиливается обработкой их 0,5 % растворами меди и цинка с ВТО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Страйер Л. Биохимия. В 2 т. - М.: Мир, 1985. - Т.2. - С. 131-135.
2. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. - М.: Колос, 1976. - 255 с.

АКТИВНОСТЬ АМИЛАЗ В ПРОРАСТАЮЩИХ СЕМЕНАХ РИСА

Т.Б. Кумейко, Т.Н. Бондарева, А.Х. Шеуджен, Э.Р. Авакян
 Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Показано, что обработка семян риса растворами микроэлементов (0,5 % $Zn(CH_3COO)_2$; 0,5 % $CuSO_4$) в сочетании с воздушно-тепловым обогревом значительно повышает активность гидролитических ферментов – амилаз ($\alpha+\beta$), что способствует их быстрому и равномерному прорастанию.

AMYLASE ACTIVITY IN SPROUTING RICE SEEDS

T.B. Kumeiko, T.N. Bondareva, A.Ch. Sheudzhen, E.R. Avakyan
 All Russian Rice Research Institute

SUMMARY

It was shown that rice seeds treatment by solutions of microelements (0.5% $Zn(CH_3COO)_2$, 0.5% $CuSO_4$) in correlation with air-thermal heating substantially increased the activity of hydrolytic enzymes-amylases ($\lambda+\beta$); it provides with their quick and uniform sprouting.

РОЛЬ КРЕМНИЯ В РАСТЕНИИ РИСА

Э.Р. Авакян, д.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Рис - уникальная культура. Ее своеобразие не только в способе выращивания, но и в тех продуктах, которые мы получаем в результате переработки. Это прежде всего рисовая крупа, один из существенных компонентов диетического питания человека. [13]. Кроме того, практическую ценность имеют отходы рисового производства – рисовая лузга, рисовая солома (рис.1).

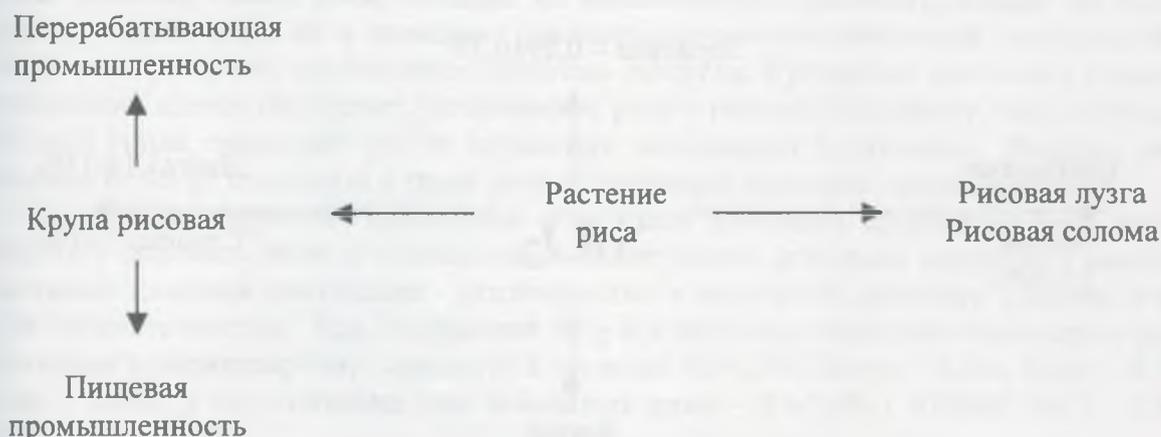


Рис. 1 Продукты растения риса.

Рисовая солома и лузга широко используются во многих сферах человеческой жизнедеятельности. Это объясняется присутствием в них кремния (Si), играющего значительную роль в жизни как самого растения, так и человека.



Рис. 2. Использование кремния из растения риса.

Анализируя сферы использования кремния (кремнезема SiO_2), накапливаемого растением риса, следует отметить способность риса метаболизировать этот элемент. Обладая повышенной кремнефильностью, растения риса могут выносить из почвы до 1000 кг кремния с одного гектара. Присутствие кремния и распределение его по растению обусловлено определенным механизмом поглощения его из почвы. Результаты исследования поглощения этого элемента растениями показали, что он поступает с транспирационным током [14]. В наших экспериментах выявлена закономерность: чем ближе орган растения к концу транспирационного тока, тем больше в нем кремнезема [1]. У сорта Краснодарский 424 распределение кремнезема по органам растения представлено на рисунке 3.

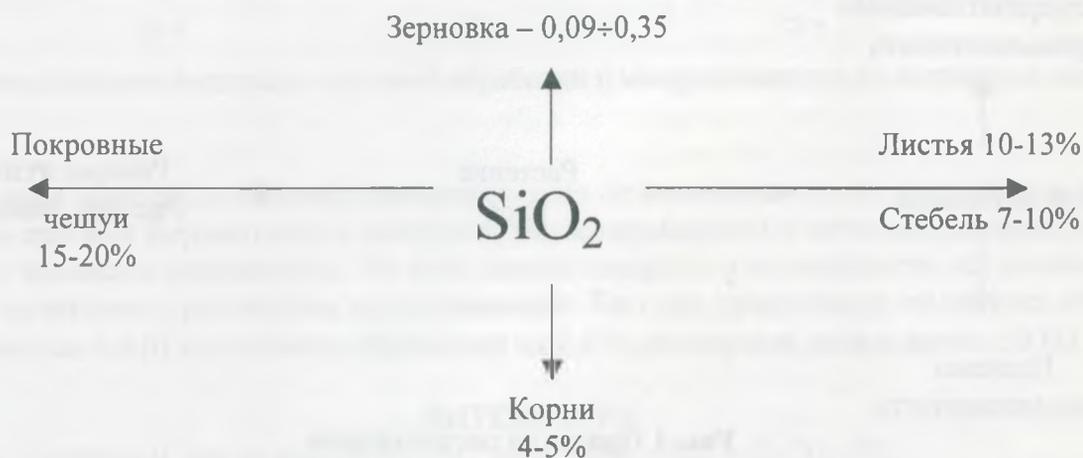


Рис. 3. Распределение кремнезема в растении риса.

В зависимости от сорта содержание кремнезема естественно колеблется в определенных пределах. Эксперименты по изучению кремнезема в зерновке риса показали, что при повышенном содержании SiO_2 в покровных чешуях технологические и кулинарные качества риса выше и дольше сохраняются [5]. И это вполне объяснимо, поскольку кремнезем в покровных чешуях уменьшает дробление при обмолоте и препятствует трещиноватости. При хранении зерна риса с различным содержанием SiO_2 в оболочке лучше сохраняется зерно с повышенным содержанием SiO_2 . Более того, у таких зерновок понижен газообмен и, как следствие этого, ослаблено дыхание. Грызуны и насекомые с меньшим желанием уничтожают зерно риса, покровные оболочки которого обогащены SiO_2 . Содержание кремнезема в отрубях, муке и зародыше - от 1,2 до 5,5% от сухого вещества; в крупе - от десятых до тысячных долей процента. Наличие микроколичеств кремния в зерновке не ухудшает ее достоинств как пищевого продукта, тем более, что рационом питания предусмотрено присутствие его в продукте.

Вмешиваясь в важные стороны метаболизма рисового растения, SiO_2 влияет на разнообразные физиологические процессы. Уменьшая потери энергии на дыхание, увеличивает отношение фотосинтезируемого рисом сухого вещества к затратам на его дыхание. Внесение кремния при выращивании риса повышает эффективность молекулярного аппарата фотосинтеза ценоза (повышается активность фотосинтетических органоидов клетки – хлоропластов) [15]. Кроме того, повышается механическая прочность тканей риса, что обеспечивает устойчивость последних к полеганию и уменьшению угла наклона листа к главному побегу растения. Как отмечалось выше, содержание SiO_2 в главных побегах растений – до 10%. У короткостебельных форм оно выше [2].

В неорганическом составе экстракта рисовой соломы (мг/100г экстракта) содержится:

SiO ₂ – 57.6	F ₂ O ₃ – 0.155
P ₂ O ₅ – 13.3	MnO ₃ – 0.066
CaO – 0.48	Cu – 0.084
MgO – 8.68	Zn – 0.129

Присутствие кремнезема в тканях риса обуславливает их механическую прочность, повышая устойчивость не только к полеганию, но и к болезням, вредителям [8, 11, 12, 4] и неблагоприятным внешним воздействиям. Сложный комплекс, который кремний образует с иными компонентами клеточной стенки, устойчив к атакам энзимов микроорганизмов. Поэтому SiO₂ препятствует проникновению гиф пирикуляррии и других грибов внутрь клетки. Кремний тканей риса, повышая их механическую прочность, создает не только преграду гифам гриба, но и повышает окислительно-восстановительный потенциал клеточного сока риса, что препятствует развитию патогена. Кремнезем клеточных стенок и окремневших клеток определяет устойчивость риса к гельминтоспориозу, лептоспориозу, стеблевой гнили, защищает его от поражения насекомыми и слизнями. Личинки сверлильщика не могут проникать в ткани риса, обладающие высоким содержанием SiO

Определяя содержание кремнезема в листовых пластинках проростков риса, можно отбирать и включать затем в селекционные манипуляции исходный материал с заведомо известными ценными признаками - устойчивостью к полеганию, патогену, а значит, и высокой продуктивностью. Так, содержание SiO₂ в листовых пластинках проростков риса, устойчивых к пирикулярриозу, варьирует в пределах 4,0-6,2% (Лидер – 6,2%, Хазар – 6,1%, Лиман – 6,0%); у неустойчивых этот показатель ниже – 2,4-2,9% (ВНИИР 7817 – 2,9%, ВНИИР 7832 – 2,4%).

Повышенное содержание SiO₂ в листовых пластинках проростков риса (1 настоящий лист) определяет интенсивность развития болезни от заражения патогеном [4].

Известно, что фон минерального питания оказывает влияние на метаболизм SiO₂ в растении риса. Изучение влияния различных макроэлементов (азот, фосфор, калий, кальций) на содержание SiO₂ в стеблях растений риса показало, что высокие дозы азота снижают его содержание в растении. Это объясняет известное в практике рисоводства явление: полегание риса при применении высоких доз азота. Во избежание полегания риса высокие дозы азота следует комбинировать с калийной подкормкой или повышенными дозами фосфора [9]. Более того, использование кремниевых удобрений повышает доступность фосфора растению, поскольку ионы кремния способны замещать ионы фосфора в абсорбированных условиях почвы, увеличивая таким образом доступность фосфора. При использовании кремниевых удобрений кремний проникает в ксилемный сок риса против градиента концентрации (концентрация Si в соке превосходит таковую в окружающем растворе в несколько сот раз) и вне зависимости от механизмов поглощения воды. Поглощение Si связано с дыханием, поставляющим энергию для переноса силиката, и отлично от поглощения этого элемента некремнефилами, у которых оно полностью обусловлено транспирационным током. Поглощение Si рисом в значительной степени зависит от активности митохондрий корней. В митохондриях риса содержится Si, который участвует в стабилизации мембран митохондрий и образовании макроэргических соединений [3]. Повышение продуктивности риса при возделывании повышенно-кремнефильных сортов обусловлено влиянием Si на митохондрии риса [3].

В работах ряда исследователей [16] показано, что гидроксиды кремния способны образовывать высокоэнергетические эфирные связи, энергия которых достаточна для абиотического синтеза пептидных связей. Последнее подтверждается присутствием кремния в таких физиологически активных соединениях, как нуклеиновые кислоты, а также способностью кремния замещать фосфор в растениях некремнефилов [10].

М.Г. Воронков с сотрудниками показали, что в ДНК некремнефилов кремний присутствует. Вопрос о содержании Si в ДНК имеет существенное значение, поскольку этот элемент должен повышать стабильность ее молекул, являющихся хранителем генетической информации.

По данным академика Воронкова, в ДНК некремнефилов соотношение фосфор-кремний составляет от 20:1 до 0:1. У риса это соотношение сдвинуто по сравнению с некремнефилами в сторону кремния [6].

Включение Si в ДНК повышает стабильность генетического материала риса. Косвенно это подтверждается тем, что, во-первых, кремнефильный рис (и все подсемейство рисовидных) гораздо более архаичен, чем все остальные злаки, которые менее кремнефильны.

Нуклеиновые кислоты с сахарно-силикатными участками в скелете должны быть более стабильными, иметь большее время жизни, быть более устойчивыми к мутациям. Исследованиями последних лет показано, что гиперхромный эффект ДНК у сортов с повышенным содержанием SiO₂ (Лиман, Аметист, ВНИИР 7679, ВНИИР 7752) ниже (18,5; 13,7; 7,8; 7,9), чем у форм с меньшим содержанием SiO₂ (ВНИИР 7782) – 39,5. Кремний повышает устойчивость риса к действию ионизирующего излучения, т.е. стабилизирует генетический материал риса [7].

Таким образом, нашими исследованиями подтверждена важная роль кремния в обменных процессах риса, обуславливающих его высокую продуктивность (рис. 4).



Рис. 4. Роль кремния в растении риса.

Метаболизм кремния у риса включает поглощение минеральных и органических соединений этого элемента, участие в молекулярно-биологических, биоэнергетических и иных процессах; в биосинтезе структурных компонентов растения риса, а также в повышении специфической ферментативной активности.

Следовательно, использование кремниевых удобрений при выращивании риса представляется научно обоснованным и практически целесообразным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян Э.Р., Алешин Н.Е. Накопление кремнезема в различных частях зерновки риса // Пищевая технология. – 1985. – №2. – С. 12-14.
2. Авакян Э.Р., Алешин Н.Е., Алексеенко Е.В. Реакция различных форм риса отечественной селекции на гибберелин // Физиология растений. – 1984. – Т. 31.- Вып.4. – С. 777-780
3. Авакян Э.Р., Алешин Н.Е. и др. Содержание кремния в митохондриях риса // Доклады ВАСХНИЛ.- 1988.- №3.- С.8-9.
4. Авакян Э.Р., Ковалев В.С., Логвина Т.Б., Коплик Н.Н., Харченко Е.С. Устойчивость растений риса к пирикулярриозу и содержание гиббереллинов в них // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях: Докл. VI межд. конф. 26-28 июня 2001г. – Москва, 2001.- С. 250.
5. Алешин Н.Е., Авакян Э.Р. Взаимосвязь между качеством зерна, кремниевым обменом и реакцией на гибберелин у риса // Пищевая технология. – 1994.- №4. – С. 100-101.
6. Алешин Н.Е., Авакян Э.Р., Алешин Е.П. Содержание кремния в ДНК риса // Доклады ВАСХНИЛ. – 1985. - №3.-С. 14-15
7. Авакян Э.Р., Кумейко Т.Б. Изучение оптических свойств ДНК сортообразцов риса, различающихся по интенсивности // Нетрадиционное растениеводство: эниология, экология, здоровье: Докл. X межд. симпоз. 2-10 сентября. – 2002г. – Алушта, 2002. – С.17
8. Алешин Н.Е., Авакян Э.Р., Дякунчак С.А., Барышок В.П., Воронков М.Г. Роль кремния в устойчивости риса к пирикулярриозу // ДАН СССР. – 1986.- Т. 291.- №2 – С. 499-502.
9. Алешин Е.П., Алешин Н.Е., Авакян Э.Р. Влияние различных элементов питания и гиббереллина на содержание кремнезема в стеблях риса // Агрохимия. – 1987.- №7. – С.64-68.
10. Воронков М.Г. Кремний в нуклеиновых кислотах // ДАН СССР. – 1975.- Т. 220. - №3.
11. Дякунчак С.А., Ефимова Г.В., Авакян Э.Р. Влияние кремнийсодержащих соединений на развитие пирикулярриоза риса (возбудитель – *Pyricularia Oryzae* Briosi et cav.) // Микология и фитопатология. – 1984. – Т. 18.- Вып. 6.- С. 489-492.
12. Кумейко Т.Б., Авакян Э.Р. Интенсивность развития болезни пирикулярриоза риса различных сортов // Нетрадиционное растениеводство: эниология, экология, здоровье: Докл. X межд. симпоз. 2-10 сентября. – 2002г. – Алушта, 2002. – С.19.
13. Ленинджер А. Основы биохимии – М.: Мир, 1985. -С. 294.
14. Эпштейн Э. Минеральный обмен // Биохимия растений / Под ред. В.Л. Кретовича. – М.: Мир, 1968. – С. 267-268.
15. Alyoshin N., Avakyan E. Gibberellin and silicon action upon rice chloroplasts // Acta Agronomica Hungarica. – 1990. – Vol. 39 (3-4). - P. 305-308.

РОЛЬ КРЕМНИЯ В РАСТЕНИИ РИСА

Э.Р. Авакян

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Приведены материалы по метаболизму кремния в растении риса, которые включают поглощение минеральных и органических соединений этого элемента в молекулярно-биологических, биоэнергетических процессах; в биосинтезе структурных компонентов

растения риса; роли кремния в повышении устойчивости растения риса к полеганию, болезням и вредителям, обуславливающим продуктивность риса.

ROLE OF SILICON IN RICE METABOLISM

E.R. Avakyan

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Materials on silicon metabolism in rice plant are given, which include absorption of mineral and organic combinations of this element in molecular- biological, bioenergetic processes; in biosynthesis of rice plant structural components; silicon role in improvement of rice plant resistance to lodging, deceases and pests, causing rice productivity.

**ВЛИЯНИЕ МАРГАНЦА И ВОЗДУШНО-ТЕПЛОВОГО ОБОГРЕВА
НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН РИСА****Т.Н. Бондарева, к. с.-х. н.**

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Н.Н. Дмитренко, А.Х. Шеуджен, д. б. н., Л.М. Онищенко, к. с.-х. н.

Кубанский государственный аграрный университет

Важнейшей из проблем рисоводства является низкая полевая всхожесть семян, которая практически в 2-3 раза ниже лабораторной. Для получения оптимального по густоте стояния растений агроценоза приходится значительно увеличивать норму высева семян, что ведет к непроизводительному расходу ценного и очень дорогостоящего посевного материала. Предшествующими исследованиями установлена возможность воздействовать на полевую всхожесть семян путем их предпосевной обработки отдельными микроэлементами (медь, марганец, цинк и др.), а также воздушно-тепловым обогревом. В результате положительного влияния этих приемов на полевую всхожесть семян и выживаемость растений отмечен рост урожайности зерна риса, повышение выхода семян и их посевных качеств. Наибольший эффект оказывает воздушно-тепловой обогрев посевного материала при температуре 35°C в течение 24 ч, особенно в сочетании с обработкой одним из микроэлементов. Надо отметить, что воздушно-тепловой обогрев в недавнем прошлом был распространенным приемом предпосевной подготовки семян, но затем был незаслуженно забыт [1-9].

На основании анализа роста и развития растений риса при посеве семенами, прошедшими воздушно-тепловой обогрев и обогащение микроэлементами, предположили, что повышение полевой всхожести семян вызвано воздействием названных приемов на прорастание зерновок. Известно, что большое влияние на прорастание семян оказывают микроэлементы [10-11]. Они являются мощными катализаторами ферментативных процессов: повышают активность протеиназ, липаз, амилаз, пептидаз, рибонуклеаз и фитаз, принимают участие в ауксиновом обмене и синтезе ДНК и РНК [12-13]. Кроме того, микроэлементы способствуют обеззараживанию семян, повышению их энергии прорастания, всхожести и силы роста [14-18]. Вместе с тем, влияние воздушно-теплого обогрева семян на физиолого-биохимические процессы при их прорастании изучено не достаточно.

Для оценки влияния микроэлементов и воздушно-теплого обогрева на прорастание семян риса и начальный рост проростков использовали следующие показатели: интенсивность поглощения семенами воды, активность протеаз и амилаз в прорастающих зерновках, энергию прорастания, лабораторную всхожесть и силу начального роста. Кроме того, у 14-дневных проростков учитывали содержание хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов; общую адсорбирующую и активно поглощающую поверхности и ионообменную емкость корней; содержание азота, фосфора и калия; интенсивность дыхания и фотосинтеза.

Методика. Предпосевная обработка семян риса состояла в смачивании водой (УС) или 1 % раствором $MnSO_4$ ($УС_{Mn}$), обогреве в термостате при температуре 35°C в течение 24 ч (ВТО), а также различном сочетании перечисленных факторов. Контролем служили сухие семена, взятые непосредственно перед опытом со склада (СС). Обработанные в соответствии с принятой схемой опыта семена проращивали в течение 96 ч в чашках Петри на беззольных фильтрах в бидистиллированной воде в термостате при температуре 28°C.

Содержание сухого вещества и количество воды, поглощенной семенами риса, учитывали по разности их массы до и после полного высушивания. Активность протеаз определяли по скорости протеолиза гемоглобина при 37°C и рН 3,3 [19], активность амилаз – по количеству нерасщепленного ферментом крахмала [20]; посевные качества

по количеству нерасщепленного ферментом крахмала [20]; посевные качества семян и силу начального роста – по ГОСТ 10968-88 и ГОСТ 12040-85.

В 14-дневных проростках, выращенных в почвенной культуре при температуре 26–28°C, определяли содержание хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов по методу Годнева [21] с расчетом их количества по формулам Хольма-Веттштейна [22]; общую адсорбирующую и активно поглощающую поверхности корней – методом Сабинина-Колосова, ионно-обменную емкость корневой системы – путем насыщения корней ионами K^+ и $H^2PO_4^-$ (KH_2PO_4) и вытеснения их ионами Na^+ и Cl^- ($NaCl$) по прописи А.В. Петербургского [23]; интенсивность дыхания – методом Бородулиной в модификации Щукина [24]; содержание азота, фосфора и калия – из одной навески по методике Куркаева [25] в модификации Щукина [26].

Результаты исследований. Наблюдение за поглощением воды выявило, что семена, прошедшие воздушно-тепловой обогрев как с обработкой марганцем, так и без нее интенсивней поглощали воду, особенно в первые сутки прорастания (табл. 1). Воздействие микроэлемента на скорость поглощения воды зерновками вначале незначительное, но на вторые и последующие сутки прорастания оно усиливается.

Таблица 1. Поглощение воды семенами риса в период их прорастания, % сухой массы семян

Вариант	Продолжительность прорастания, ч			
	24	48	72	96
СС (контроль)	18,6	20,2	22,6	21,2
УС	18,4	20,3	22,4	21,6
УС _{Mn}	19,4	23,4	23,6	22,5
СС+ВТО	22,6	23,6	23,8	21,8
УС+ВТО	22,0	23,5	24,6	22,5
УС _{Mn} +ВТО	23,4	23,6	24,7	22,7

В семенах, обработанных марганцем и прошедших воздушно-тепловой обогрев, в первые сутки прорастания активность α - и β -амилаз выше, чем у контроля. Через 48 ч наблюдалась такая же ситуация, через 72 ч – активность этих ферментов в зерновках во всех вариантах опыта практически выравнивалась, а через 96 ч – она была ниже, чем у контроля (табл. 2). Следовательно, воздушно-тепловой обогрев семян и их обогащение марганцем обеспечивает более быструю мобилизацию запасного крахмала. Наиболее интенсивно этот процесс идет при совместном воздействии этих приемов.

Таблица 2. Активность α -и β -амилаз в прорастающих семенах риса, мкг крахмала/ч мг белка

Вариант	α -амилаза				β -амилаза			
	продолжительность прорастания, ч							
	24	48	72	96	24	48	72	96
СС (контроль)	2,36	4,88	9,32	2,02	0,80	4,32	12,34	7,15
УС	2,95	5,90	9,38	1,95	0,82	4,38	12,52	7,12
УС _{Mn}	3,40	6,38	10,81	1,70	1,07	5,90	12,91	6,99
СС+ВТО	4,27	9,55	10,89	1,68	2,44	9,32	13,03	6,28
УС+ВТО	4,28	10,00	10,75	1,50	2,75	10,20	13,40	5,31
УС _{Mn} +ВТО	7,35	11,02	8,00	0,64	5,32	10,98	8,30	4,03

У семян, прошедших обогрев и обработку марганцем, возрастает скорость мобилизации запасных белков, о чем можно судить по активности протеаз в прорастающих зерновках (табл. 3). Активность этих ферментов достигает максимума через 72 ч от начала прорастания. Влияние марганца и воздушно-теплого обогрева на активность протеаз в прорастающих зерновках приблизительно одинаковое, эффект от их взаимодействия не столь значителен, хотя наибольшая протеазная активность зафиксирована именно в этом варианте. Вдвое большая активность протеаз отмечена уже в первые сутки проращивания, а через 72 ч она более чем в три раза превышала таковую у контрольных семян. В последующие сутки она резко снижалась и была немного ниже, чем у контроля.

Таблица 3. Активность протеаз в прорастающих семенах риса, мкг тирозина/мг белка · ч

Вариант	Продолжительность прорастания, ч			
	24	48	72	96
СС (контроль)	0,19	0,32	0,42	0,38
УС	0,21	0,34	0,40	0,39
УС _{Мп}	0,27	0,41	1,44	0,37
СС+ВТО	0,25	0,37	1,27	0,36
УС+ВТО	0,26	0,38	1,31	0,37
УС _{Мп} +ВТО	0,30	0,46	1,52	0,35

Изменение активности гидролитических ферментов отразилось на дыхании семян риса. Под воздействием обогрева и марганца вдвое большая по сравнению с контролем интенсивность дыхания отмечалась уже через 24 ч от начала прорастания семян, достигая максимума на 3-и сутки (табл. 4). Через 96 ч она резко снижалась (была даже ниже, чем у контроля), в то время как у контрольных семян оставалась на прежнем уровне.

Таблица 4. Интенсивность дыхания в прорастающих семенах риса, мг С/г · ч сухой массы

Вариант	Продолжительность прорастания, ч			
	24	48	72	96
СС (контроль)	0,09	0,38	1,08	1,02
УС	0,11	0,41	1,10	0,99
УС _{Мп}	0,21	0,76	1,36	1,00
СС+ВТО	0,16	0,64	1,20	0,98
УС+ВТО	0,18	0,69	1,24	0,96
УС _{Мп} +ВТО	0,26	0,97	1,52	0,97

Повышение активности амилаз и протеаз, а также интенсивности дыхания сказалось на мобилизации запасных питательных веществ. Семена риса, прошедшие воздушно-тепловой обогрев, быстрее вовлекали их в метаболизм, особенно в первые трое суток, о чем свидетельствует содержание белка и крахмала в прорастающих семенах (табл. 5).

На более интенсивный метаболизм указывает и динамика содержания сухого вещества в прорастающих семенах. В семенах, подвергнутых обогреву и/или обработке марганцем, сухого вещества через 24–96 ч от начала прорастания содержалось меньше, чем у контроля, что свидетельствует об использовании запасных веществ для дифференциации зародыша (табл. 6). Воздействие марганца на этот процесс значительно сильнее воздушно-теплого обогрева, а их совместное воздействие дает наибольший эффект.

Таблица 5. Содержание белка и крахмала в прорастающих семенах риса, мг/г сухой массы

Вариант	Белок				Крахмал			
	Продолжительность прорастания, ч							
	24	48	72	96	24	48	72	96
СС (контроль)	95,2	63,4	51,2	48,2	684,2	628,1	586,0	502,6
УС	95,0	62,8	51,0	48,6	680,5	627,5	580,4	501,0
УС _{Мп}	83,2	50,1	47,6	45,9	626,0	600,2	526,6	486,6
СС+ВТО	90,6	53,7	50,2	46,1	651,4	613,4	539,2	498,5
УС+ВТО	89,4	52,6	50,0	47,2	648,9	612,8	538,8	493,9
УС _{Мп} +ВТО	75,5	49,8	46,1	45,0	613,3	598,5	508,7	473,4

Примечание: исходные семена содержали белка – 100,8; крахмала – 698,8 мг/г сухой массы.

Таблица 6. Динамика содержания сухого вещества в прорастающих семенах риса, мг/10 семян

Вариант	Продолжительность прорастания, ч				
	0	24	48	72	96
СС (контроль)	298	281	252	216	171
УС	298	279	248	209	168
УС _{Мп}	298	256	228	186	154
СС+ВТО	298	270	236	202	169
УС+ВТО	298	268	232	196	159
УС _{Мп} +ВТО	298	248	208	174	150

Анализ посевных качеств семян показал увеличение под воздействием воздушно-теплового обогрева и обработки семян микроэлементом энергии прорастания на 5,6–14,5 %, дружности прорастания – на 3,9–6,8 шт./сут. и скорости прорастания одного семени – на 0,3–0,9 сут. Влияние изучаемых факторов на лабораторную всхожесть семян не столь значительное, как на энергию прорастания. Она повышалась на 0,5–5,5 % (табл. 7).

Таблица 7. Посевные качества семян риса

Вариант	Энергия прорастания, %	Дружность прорастания, шт./сут.	Скорость прорастания одного семени, сут.	Всхожесть, %
СС (контроль)	71,0	10,6	3,3	92,5
УС	71,0	10,9	3,2	92,5
УС _{Мп}	76,5	14,5	3,0	97,5
СС+ВТО	80,0	16,0	2,9	93,5
УС+ВТО	81,5	16,7	2,8	93,0
УС _{Мп} +ВТО	86,5	17,4	2,6	98,0
НСР ₀₅	3,2	3,8	0,3	3,4

Изучаемые приемы предпосевной подготовки семян повышали силу их начального роста (табл. 8). Наиболее "сильными" были обогащенные марганцем и прогретые семена. Проростки из этих семян имели ростки на 2,2 см, а корешки на 1,7 см длиннее, чем у контрольных семян.

Таблица 8. Сила роста семян риса

Вариант	Число проростков, шт./100 семян	Длина, см		Сухая масса, мг	
		ростка	корешка	ростка	корешка
СС (контроль)	74	12,8	11,6	1,8	0,2
УС	74	12,9	11,6	1,8	0,2
УС _{Mn}	79	14,6	12,8	2,1	0,3
СС+ВТО	75	13,2	12,1	1,9	0,3
УС+ВТО	75	13,4	12,0	1,9	0,3
УС _{Mn} +ВТО	80	15,0	13,3	2,3	0,5
НСР ₀₅	3,0	0,7	0,8	0,2	0,2

Как следует из представленных выше данных, воздушно-тепловой обогрев и/или обогащение семян марганцем способствуют быстрому поглощению воды, повышению активности гидролитических ферментов и интенсивности дыхания в прорастающих зерновках. Вследствие этого запасные вещества быстрее включаются в метаболизм, что способствует повышению не только скорости, дружности и энергии прорастания семян, а также силы их начального роста.

В проростках из семян, прошедших предпосевную воздушно-тепловую обработку и обогащение марганцем, интенсивней шел синтез хлорофиллов и каротиноидов. Влияние марганца на эти процессы более значительное, чем обогрева, однако, последний прием усиливает действие микроэлемента. В результате их совместного воздействия на семена проростки риса содержали наибольшее в опыте количество пластидных пигментов, что является одним из условий интенсивного фотосинтеза (табл. 9).

Таблица 9. Содержание пластидных пигментов в проростках риса, мг/100 г сырой массы

Вариант	Содержание			Соотношение	
	хлорофилл <i>a</i>	хлорофилл <i>b</i>	каротиноиды	хл. <i>a</i> /хл. <i>b</i>	хл. <i>a</i> + хл. <i>b</i> кар.
СС (контроль)	96,5	37,1	52,4	2,6	2,5
УС	97,0	37,3	53,0	2,6	2,5
УС _{Mn}	108,8	38,8	54,8	2,8	2,7
СС+ВТО	101,5	37,6	54,2	2,7	2,6
УС+ВТО	102,6	38,0	54,1	2,7	2,6
УС _{Mn} +ВТО	113,7	39,2	55,0	2,9	2,8

Проростки риса из семян, подвергнутых воздействию изучаемых факторов, формировали корневую систему не только с большими линейными размерами, но и физиологически более активную. Общая адсорбирующая поверхность корней увеличивалась на 0,08–0,11 м²/10 раст., а активно-поглощающая – на 0,04–0,13 м²/10 раст. (табл. 10). Максимальной величины эти параметры достигали при совместном влиянии на семена воздушно-теплого обогрева и марганца. Наряду с увеличением общей адсорбирующей и активно-поглощающей поверхности корневой системы, обогащение марганцем и воздушно-тепловой обогрев семян положительно отражались на ионно-обменной емкости корневой системы, особенно в отношении катионов.

Таблица 10. Поглощающая поверхность и ионно-обменная емкость корней у 14-ти дневных проростков риса

Вариант	Поглощающая поверхность, м ² /10 раст.			Ионно-обменная емкость, мг-экв./100 г сухой массы	
	общая адсорбирующая (ОАП)	активно-поглощающая (АПП)	отношение ОАП/ АПП	анионов	катионов
СС (контроль)	0,60	0,28	0,46	21,7	18,6
УС	0,61	0,28	0,46	21,8	18,4
УС _{Мп}	0,71	0,36	0,51	22,4	21,8
СС+ВТО	0,68	0,32	0,47	22,0	19,6
УС+ВТО	0,69	0,33	0,48	22,2	19,7
УС _{Мп} +ВТО	0,78	0,41	0,52	22,6	22,6

Рост и развитие проростков обусловлены двумя взаимосвязанными процессами – фотосинтезом и дыханием. Чем они интенсивнее идут, тем энергичнее растут растения. Оба изучаемых фактора влияют на интенсивность фотосинтеза и дыхания. Положительное воздействие марганца превышает влияние воздушно-теплового обогрева, а при совместном воздействии наблюдается аддитивный эффект (табл. 11). При такой подготовке семян к посеву в проростках риса наилучшим образом сбалансированы фотосинтез и дыхание, о чем свидетельствует увеличение коэффициента продуктивности фотосинтеза.

Таблица 11. Интенсивность дыхания и фотосинтеза растений риса

Вариант	Интенсивность дыхания, мг С/дм ² ч	Интенсивность фотосинтеза, мг С/дм ² ч	Коэффициент продуктивности фотосинтеза
СС	1,86	4,36	2,34
УС	1,87	4,38	2,34
УС _{Мп}	2,24	5,78	2,58
СС+ВТО	1,96	4,66	2,38
УС+ВТО	2,00	4,70	2,35
УС _{Мп} +ВТО	2,32	6,12	2,64

Положительное воздействие обработки семян марганцем и/или теплом на рост проростков проявляется и в поглощении ими азота, фосфора и калия, содержание которых увеличивается по сравнению с контролем как в надземных органах, так и корнях (табл. 12). В наибольшей степени их содержание в проростках риса повышалось при совместном воздействии тепла и микроэлемента на семена. В этом варианте содержание в листьях азота превышало показатель контроля на 0,3 %, фосфора – 0,12 %, калия – 0,16 %, а в корнях соответственно на 0,3, 0,32 и 0,2 %.

Таблица 12. Содержание азота, фосфора и калия в проростках риса, % сухой массы

Вариант	Азот		Фосфор		Калий	
	листья	корни	листья	корни	листья	корни
СС	3,36	1,96	1,24	0,98	2,82	1,44
УС	3,38	1,97	1,24	0,99	2,84	1,46
УС _{Мп}	3,56	2,04	1,32	1,26	2,96	1,58
СС+ВТО	3,40	1,98	1,28	1,70	2,90	1,49
УС+ВТО	3,42	1,99	1,29	1,10	2,94	1,50
УС _{Мп} +ВТО	3,66	2,26	1,36	1,30	3,00	1,64
НСР ₀₅	0,20	0,19	0,06	0,06	0,14	0,13

Выводы. Повышение полевой всхожести семян риса при их предпосевном воздушно-тепловом обогреве и обогащении марганцем происходит в результате положительного воздействия этих приемов на проращивание семян и рост проростков. Это воздействие проявляется в более интенсивном поглощении воды, повышении активности гидролитических ферментов и скорости мобилизации запасных питательных веществ, что в конечном итоге увеличивает силу начального роста семян. На эти процессы в большей степени воздействует тепловой обогрев семян перед проращиванием. Положительное влияние изучаемые приемы оказывают и на дальнейшее развитие проростков. Установлено увеличение обеспеченности 14-дневных проростков пластидными пигментами, повышение физиологической активности корневой системы, продуктивности фотосинтеза и поглощения азота, фосфора и калия. На развитие проростков более существенно влияние микроэлемента. Наряду с этим изучаемые приемы подготовки семян к посеву оказывают и аддитивное воздействие на проращивание семян и развитие проростков риса. Максимальных значений все изучаемые параметры достигают при совместном воздействии на семена воздушно-теплового обогрева и марганца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гущин Г.Г. Рис. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1930. – 281 с.
2. Гущин Г.Г. Рис. – М.: Сельхозгиз, 1938. – 831 с.
3. Джулай А.П. Возделывание риса на Кубани. – Краснодар, 1958. — 166 с.
4. Ерыгин П.С. Физиологические основы орошения риса. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 208 с.
5. Коваленко В.И., Хван А.И. Агротехника риса для Казахстана. – Алма-Ата: КазОГИЗ, 1948. – 28 с.
6. Мазурин С.А. Воздушно-тепловой обогрев семян зерновых и кормовых культур, выращенных в условиях богары Узбекистана // Труды / Науч.-исслед. ин-та богарного земледелия Узб. ССР. – 1963. – Вып. 2. – С. 77-81.
7. Натальин Н.Б. Рисоводство. – М.: Колос, 1973. – 280 с.
8. Овчаров К.Е. Физиологические основы всхожести семян. – М.: Наука, 1969. – 280 с.
9. Подойницын Г.И. Как заготовить семена риса высокой всхожести. – Владивосток: Приморское кн. изд-во, 1951. – 7 с.
10. Шеуджен А.Х., Алешин Н.Е. Теория и практика применения микроудобрений в рисоводстве. – Майкоп: РИПО "Адыгя", 1996. – 313 с.
11. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н. Урожайность и посевные качества семян риса при внесении удобрений / Энтузиасты аграрной науки. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – Вып. 1. – С. 199–297.
12. Дармсико М.С., Кошлак Л. Я. Физиологические особенности действия микроэлементов при предпосевной обработке семян / Применение микроэлементов в сельском хозяйстве. – Киев: б.и., 1965. – С. 94-99.
13. Ягодин Б.А. Сера, магний и микроэлементы в питании растений // Агрехимия. – 1985. – №11. – С. 117-127.
14. Козел А.И. Обработка семян риса микроэлементами // Зерновое хозяйство. – 1977. – № 4. – С. 35-36.
15. Рымарь В.Т., Чижикова О.И., Рябцова С.А. Влияние микроэлементов на рост и урожай риса // Химия в сельском хозяйстве. – 1982. – № 5. – С. 14-16.
16. Саталкина Г.И., Чумак Н. Я., Третьяков Г.И. и др. Влияние обработки семян микроэлементами на физиолого-биохимические процессы и патогенную микрофлору риса // Тр. Куб. СХИ. – 1982. – Вып. 210 (238). – С 133-140.
17. Хлюпина М.И., Столовицкий Р.Б., Алешин Е.П. Влияние цинка на урожайность риса // Агрехимия. – 1985. – № 12. – С.100-102.

18. Шеуджен А.Х., Туманьян Н.Г., Досеева О.А., Алешин Е.П. Влияние микроэлементов на физиолого-биохимические процессы в прорастающих семенах // С.-х. биол. – 1994. – № 5. – С. 69–72.
19. Туманьян Н.Г., Бухтоярова З.Т., Вишнякова И.А. Активаторы и ингибиторы протеолитических ферментов семян риса // Прикладная биохимия и микробиология. – 1986. – Т. 22 (№ 4). – С. 486–491.
20. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1985. – 255 с.
21. Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т. Агрохимия. – Майкоп: ГУРИПП "Адыгея", 2000. – 552 с.
22. Методы биохимического анализа / Под ред. В.В. Полевого и Г.Б. Максимова. – Л.: Изд-во Ленинг. ун-та, 1978. – 192 с.
23. Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии. – М.: Колос, 1968. – 496 с.
24. Щукин М.М. Модификация способа сжигания органического вещества при определении интенсивности фотосинтеза // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – 1985. – Вып. 33. – С.58–60.
25. Куркаев В.Т. О методике определения азота, фосфора и калия в растениях // Тр. Куб.СХИ. – 1970. – Вып. 20 (48). – С. 48–58.
26. Щукин М.М. Ускоренное озоление растительного материала при определении НРК в одной навеске // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – 1985. – Вып. 34. – С. 38–39.

ВЛИЯНИЕ МАРГАНЦА И ВОЗДУШНО-ТЕПЛОВОГО ОБОГРЕВА НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН РИСА

Т.Н. Бондарева

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Н.Н. Дмитренко, А.Х. Шеуджен, Л.М. Онищенко

Кубанский государственный аграрный университет

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты исследования влияния предпосевной обработки марганцем и воздушно-теплого обогрева на поглощение воды, интенсивность дыхания, активность гидролитических ферментов и мобилизацию запасных веществ в прорастающих семенах риса, а также на развитие проростков.

THE INFLUENCE OF MANGANESE AND AIR-THERMAL HEATING ON RICE SEED GERMINATION

T.N. Bondareva

All-Russian Rice Research Institute

N.N. Dmitrenko, A. Kh. Sheudzhen, L.M. Onishchenko

Kuban State Agricultural University

SUMMARY

We described the results of investigation of the influence of pre-seeding treatment by manganese and air thermal heating for water absorption, inhalation activity, activity of hydrolytic enzymes and mobilization of spare matters in germinating rice seeds and sprouts development.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН РИСА

В.И. Гончаренко, к.с.-х.н., А.Н. Зинник

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Одним из важных условий повышения урожайности риса является улучшение посевных качеств семян для получения дружных всходов и оптимальной густоты их стояния. К числу приемов повышения энергии прорастания и всхожести можно отнести предпосевную обработку семян регуляторами роста. Положительное влияние последних на посевные качества семян риса отмечалось в работах ряда исследователей [9;11]. Однако многие вопросы предпосевной обработки семян риса этими препаратами еще не уточнены, например, в различных рекомендациях сильно варьируют предлагаемые для этих целей уровни концентрации одних и тех же регуляторов роста. Недостаточно изучена экспозиция замачивания семян. Имеются данные и в пользу обработки семян полусухим способом в единой технологии с протравливанием их ядохимикатами [11]. Эффективность регуляторов роста, видимо, в значительной степени зависит и от их природы.

Цель работы. Выявить действие регуляторов роста на посевные качества семян риса при обработке их полусухим способом.

Методика исследований. Изучение проводилось на семенах наиболее распространенного в Краснодарском крае сорта риса Лиман урожая 2002 года. Кондиционные по чистоте семена обрабатывались регуляторами роста полусухим способом из расчёта 10 литров водного раствора препарата (концентрация 0,05%) на одну тонну. Энергия прорастания, всхожесть и сила роста семян определялись стандартными методами. Дополнительно рассчитывали скорость прорастания (средняя продолжительность прорастания одного семени, в сутках) и дружность прорастания (среднее число проросших семян за сутки).

Материалы исследований. Использовали регуляторы роста: оксигумат, гидрогумат, квартазин, капсикозид, топсикозид, янтарную кислоту, брассинолид, эпи-брассинолид, кротонолактон.

Все полученные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа.

Результаты. В лабораторных условиях были проведены наблюдения за поглощением воды семенами риса при предпосевной их обработке растворами регуляторов роста, /концентрация 0,05%/ (табл.1).

Таблица 1. Поглощение воды семенами риса после их обработки регуляторами роста, % к массе воздушно-сухих семян

Вариант	Продолжительность прорастания, час.		
	12	24	36
Контроль (вода)	15,5	20,6	23,9
Оксигумат	15,1	23,7	26,6
Гидрогумат	15,8	23,3	26,5
Квартазин	15,0	22,4	26,4
Капсикозид	15,5	20,6	23,8
Топсикозид	15,6	20,8	24,0
Кротонолактон	15,3	22,0	25,5
Янтарная кислота	15,4	20,2	24,8
Брассинолид	15,5	20,2	25,6
Эпи-брассинолид	15,3	20,6	26,1
НСР ₀₅	1,6	1,8	1,6

За 36 часов семенами контрольного варианта было поглощено 23,9% воды в расчете на воздушно-сухую массу. При этом интенсивность ее потребления была наибольшей в первые 12 часов. В интервале между 12 и 24 часами поглощение воды зерновками снижалось, а в последующие 12 часов оказалось совсем незначительным. Неодинаковым было и действие регуляторов роста на динамику поступления воды в семена. В первые 12 часов они не влияли на потребление воды зерновками риса. По данным Н.В. Воробьева[4], в этот период времени поглощение воды происходит чисто физическим путем и прежде всего связано с гидратацией коллоидных веществ в семенах. С подключением физиолого-биохимических механизмов в потреблении воды начинает проявляться действие отдельных регуляторов роста. Уже к 24 часам после начала прорастания семян квартазин, окси- и гидрогумат стимулировали поступление воды в зерновки. По истечении 36 часов аналогичное влияние на этот процесс оказали кротонолактон, брассинолид и эпи-брассинолид. Капсикозид, топсикозид и янтарная кислота на поглощение воды зерновками в этот период существенно не влияли. Неодинаковым было и влияние регуляторов роста на прорастание семян риса (табл.2). Квартазин, кротонолактон, янтарная кислота, брассинолид, эпи-брассинолид, окси- и гидрогумат увеличивали энергию и дружность прорастания семян. Эти же регуляторы роста благоприятно влияли на скорость прорастания одного семени риса. Обработка семян капсикозидом и топсикозидом не отразилась на их посевных качествах.

Таблица 2. Прорастание семян риса после обработки их регуляторами роста

Вариант	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Дружность прорастания, шт./сут.	Скорость прорастания 1 семени, сут.
Контроль (вода)	71,4	92,6	11,6	3,0
Оксигумат	81,6	94,0	14,8	2,9
Гидрогумат	80,7	93,2	15,0	2,9
Квартазин	78,4	92,8	14,8	2,9
Капсикозид	72,4	92,0	11,8	3,0
Топсикозид	70,9	92,8	11,3	3,0
Кротонолактон	80,6	92,5	13,6	2,9
Янтарная кислота	75,5	91,6	14,1	2,9
Брассинолид	78,6	92,6	14,5	2,9
Эпи-брассинолид	76,5	93,0	13,8	2,9
НСР ₀₅	3,3	1,8	2,0	0,1

Действие регуляторов роста на всхожесть семян риса было относительно слабым, хотя в целом оно было аналогичным влиянию на уже рассмотренные признаки. Эти результаты, по нашему мнению, объясняются высокой всхожестью (92,6 %) использованных для опыта семян риса. Чтобы подтвердить наше предположение, был поставлен дополнительный лабораторный опыт, где в качестве объекта исследования использовали семена с низкой всхожестью (табл. 3).

Таблица 3. Энергия прорастания и всхожесть семян риса после обработки регуляторами роста, %

Вариант	Энергия прорастания	Всхожесть
Контроль (вода)	58,6	74,3
Оксигумат	71,3	86,7
Гидрогумат	67,4	85,5
Квартазин	70,6	86,0
Капсикозид	61,4	76,6
Топсикозид	62,6	77,8
Кротонолактон	68,8	80,1
Янтарная кислота	64,4	79,9
Брассинолид	70,0	81,4
Эпи-брассинолид	67,3	82,2
НСР ₀₅	2,6	2,3

Полученные результаты указывают на высокий положительный эффект предпосевной обработки таких семян регуляторами роста; их энергия прорастания и всхожесть значительно возросли. В данном случае все испытанные регуляторы роста оказали положительное влияние на эти признаки, восстанавливая в какой-то степени низкую всхожесть семян риса. Значит, наибольший эффект от регуляторов роста следует ожидать при обработке семян с низкими посевными качествами.

Важным признаком качества семян является сила их роста. Объединяя энергию прорастания и всхожесть семян, сила их роста в значительной степени обуславливает полевою всхожесть семян и, как следствие, густоту посевов. Результаты определения силы роста при использовании регуляторов роста представлены в таблице 4.

Таблица 4. Сила роста семян после их обработки регуляторами роста

Вариант	Всхожесть, %	Кол-во корешков, шт./раст.	Длина корешка, см	Высота ростка, см	Сухая масса, г	
					ростка	корешка
Контроль (вода)	70,4	3,1	8,5	7,1	1,5	0,2
Оксигумат	80,6	3,9	10,0	10,8	2,0	0,4
Гидрогумат	79,1	4,1	10,2	10,7	2,2	0,4
Квартазин	76,4	5,0	13,2	7,5	1,9	0,4
Капсикозид	73,0	3,3	9,5	8,0	1,6	0,3
Топсикозид	73,5	3,3	9,5	8,2	1,6	0,4
Кротонолактон	77,2	4,0	10,1	8,4	2,2	0,4
Янтарная кислота	72,8	3,3	8,9	7,8	1,6	0,3
Брассинолид	74,6	3,7	9,8	10,2	1,8	0,4
Эпи-брассинолид	73,3	3,5	9,0	9,8	1,6	0,3
НСР ₀₅	4,6	0,5	0,9	0,6	0,3	0,1

Применение всех изучаемых регуляторов роста положительно сказалось на силе роста семян. В то же время действие их было неодинаковым: лучшие результаты показали препараты гуматной группы, кротонолактон и квартазин.

Положительное действие регуляторов роста на посевные качества семян не в полной мере и недостаточно надёжно характеризует эффективность данного агроприёма.

Наиболее показательна в этом плане полевая всхожесть.

При использовании ростовых веществ выявлено положительное их влияние на полевую всхожесть (табл. 5).

Таблица 5. Полевая всхожесть семян риса после их обработки регуляторами роста

Вариант	Полевая всхожесть, %	Отклонение от контроля
Контроль (вода)	27,2	—
Оксигумат	33,8	+ 6,6
Гидрогумат	33,0	+ 5,8
Квартазин	31,4	+ 4,2
Капсикозид	28,2	+ 1,0
Топсикозид	29,1	+ 1,9
Кротонолактон	32,4	+ 5,2
Янтарная кислота	28,8	+ 1,6
Брассинолид	27,9	+ 0,7
Эпи-брассинолид	28,2	+ 1,0
НСР ₀₅	3,4	

Этот признак при предпосевной обработке семян регуляторами роста возрастал на 1,0-6,6%.

Наибольшее влияние на полевую всхожесть оказали: оксигумат, гидрогумат, кротонолактон и квартазин. Помимо увеличения полевой всхожести семян в вариантах с окси- и гидрогуматом, а также квартазином, всходы риса появились на 2-3 дня раньше. Другие препараты на скорость появления всходов не влияли.

Выводы. 1. Изученные в опыте регуляторы роста существенно увеличивают энергию, дружность и скорость прорастания семян риса.

2. Обработка регуляторами роста семян с пониженной всхожестью увеличивает этот показатель на 8-12%.

3. Регуляторы роста гуматной группы, квартазин и кротонолактон способны значительно увеличивать силу роста семян риса и их полевую всхожесть.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алёшин Е.П. и др. Изменение качества зерна риса при применении оксикарбама // Регуляторы роста и развития растений.- М.: ТСХА, 1991. - С. 119.

2. Барчукова А.Я. и др. Влияние предпосевной обработки семян риса физиологически активными веществами на его урожайность // Регуляторы роста и развития растений.- М.: ТСХА, 1991. - С. 120.

3. Вавилов П.П. и др. Практикум по растениеводству.- М.: Колос, 1983. – 352 с.

4. Воробьёв Н.В. Физиология прорастания семян риса: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук.- М., 1986. – 31 с.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

6. Калинин Ф.Л. Биологически активные вещества в растениеводстве. - Киев: Наукова думка, 1984.- С. 319.

7. Камара Д.Б. Действие стимуляторов роста на семенные качества зернового риса // Труды/ КубСХИ. – Краснодар, 1988. - Вып. 279. - С.44-48.
8. Кремзин и др. Применение регуляторов роста из торфа в рисоводстве // Регуляторы роста и развития растений.-М.: ТСХА, 1991. – С.108.
9. Рьмарь В.Т., Шеуджен А.Х., Столовицкий Р.Б. Эффективность применения ростовых веществ на посевах риса // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – Краснодар, 1985. - Вып. 33. - С. 47-49.
10. Сметанин А.П., Дзюба В.А., Апрод А.И. Методика опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса. – Краснодар, 1972. - 154 с.
11. Шеуджен А.Х. Микроэлементы в питании и продуктивности риса в условиях Краснодарского края: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. - М.: ВИУА, 1992. – 38 с.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН РИСА

В.И. Гончаренко, А.Н. Зинник

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Получены экспериментальные данные о положительном влиянии регуляторов роста на посевные качества семян риса. Авторы предлагают обрабатывать семена с пониженной всхожестью регуляторами роста гуматной природы, квартазином и кронолактоном.

THE INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON SOWING QUALITIES OF RICE SEEDS

V.I. Goncharenko, A.N. Zinnik

All Russian Rice Research Institute

SUMMARY

The experimental data on positive influence of growth regulators on sowing qualities of rice seeds. The authors offer to treat seeds with low germination power by growth regulators such as quartazine and crotonolacton.

ЧИСТАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА И УРОЖАЙНОСТЬ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

В.Н. Чижиков, к. с.-х. н., В.В. Андрусенко, к. с.-х. н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Важнейшим показателем фотосинтетической деятельности растений является чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), выражающая интенсивность работы ассимиляционного аппарата [1; 2]. Изменения ЧПФ растений риса в зависимости от доз азотного удобрения в отечественной науке изучены не достаточно.

Цель исследования. Изучить влияние уровня азотного питания на чистую продуктивность фотосинтеза растений и урожайность сортов риса (ранней, средней и средне-поздней спелости).

Материалы и методы. Объектами исследований служили сорта: раннеспелый – Серпантин, среднеспелые – Хазар, Лидер. Опыт проводился в 1999-2000гг. на лугово-чернозёмной почве рисовой оросительной системы ВНИИ риса, предшественник – занятый пар. Агрохимическая характеристика почвы: гумус – 3,28%, азот общий – 0,25%, фосфор общий – 0,20%, калий общий – 2,10%, обменный аммоний – 1,0мг/100г почвы, подвижный фосфор – 3,8мг/100г почвы, подвижный калий – 22,6мг/100г почвы. Азот вносили от 60 до 150 кг д.в./га, фосфор и калий были сбалансированы по азоту (Р – 0,7; К – 0,5 от вносимой дозы азота). Две трети дозы азота, всю дозу фосфора и калия вносили перед посевом и одну треть азота – в подкормку по всходам.

Чистую продуктивность фотосинтеза определяли по формуле А.А. Ничипоровича (1955):

$$\text{ЧПФ} = V_2 - V_1/0,5 (L_1 + L_2) \cdot D,$$

где V_1 и V_2 – масса сухого вещества растения в начале и конце учётного периода, г;
 L_1 и L_2 – площадь ассимиляционной поверхности листьев растения в начале и конце учётного периода, м²;
 D – число дней в учётном периоде.

ЧПФ выражает прирост массы сухого вещества растения на единицу площади ассимиляционной поверхности листьев за определённый период времени.

Результаты. По результатам опыта (рис.) было установлено, что в межфазный период кущение – вымётывание растений повышение дозы азота до 150 кг/га по сравнению с контролем снизило ЧПФ у сортов Серпантин, Хазар и Лидер на 17,1; 38,8 и 40,4%, соответственно. Такое изменение ЧПФ указывает на более интенсивный прирост площади ассимиляционной поверхности листьев по сравнению с приростом сухой биомассы. В варианте N150 наименьшая величина ЧПФ была получена у сорта Лидер, что обусловлено высоким кущением и значительным приростом площади ассимиляционной поверхности листьев, которая увеличилась на 66%, а прирост сухой биомассы увеличился на 15%. Была установлена высокая корреляционная связь между ЧПФ и уровнем азотного питания, равная $r = 0,99 \pm 0,04$ у сортов Хазар и Лидер, у сорта Серпантин $r = 0,80 \pm 0,17$.

В вымётывание – полная спелость в варианте N90 у сорта Серпантин и N120 у сорта Хазар была установлена наибольшая ЧПФ, равная соответственно 7,9 и 9,5 г/м² в сутки, что больше, чем на контроле на 54,9 и 30,1%. Увеличение ЧПФ объясняется тем, что разница прироста сухой биомассы по сравнению с приростом площади ассимиляционной поверхности листьев составила у сортов Серпантин и Хазар 74 и 33%, соответственно.

У сорта Лидер на контроле и в вариантах N60 и N90 существенной разницы между ЧПФ не было, так как прирост сухой биомассы в вариантах N60 и N90 был больше увеличения

площади ассимиляционной поверхности листьев на небольшую величину (в среднем на 8,5%). В варианте N150 произошло снижение ЧПФ по сравнению с контролем на 48%, так как прирост сухой биомассы составил 12%, а увеличение площади ассимиляционной поверхности листьев 73%, это способствовало затенению растений. Между ЧПФ и уровнем азотного питания сортов риса была установлена корреляционная связь: у Серпантин – прямая сильная ($r=0,73\pm 0,19$), у Хазара – прямая слабая ($r=0,19$), у Лидера – обратная сильная ($r=-0,81\pm 0,16$). Наибольшее влияние на ЧПФ в вымётывание – полная спелость оказал уровень азотного питания у сорта Лидер, так как коэффициент детерминации составил 66%.

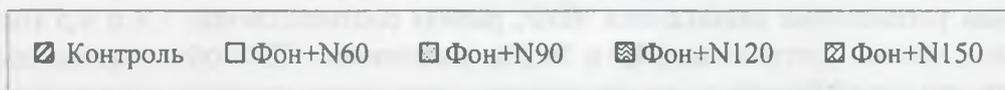
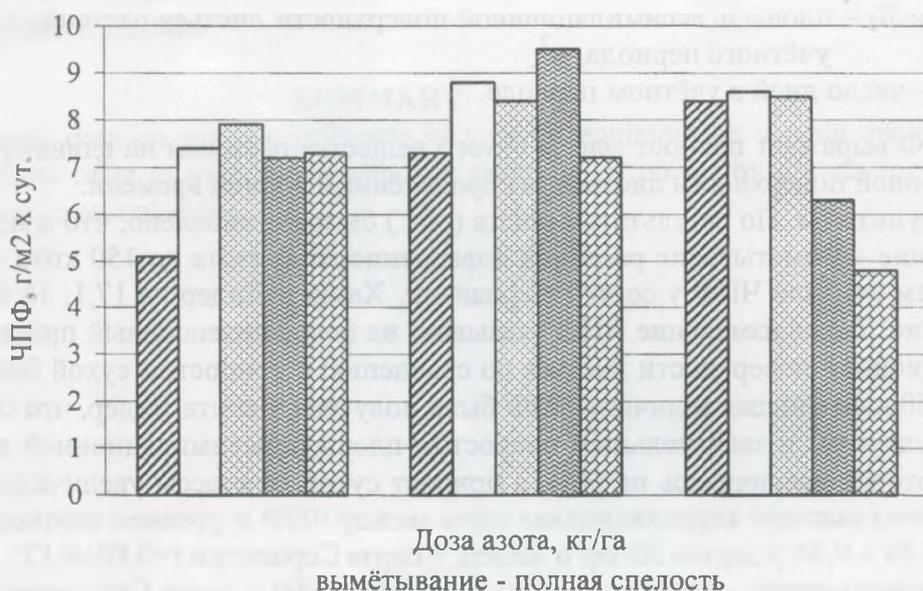


Рис. Чистая продуктивность фотосинтеза растений сортов риса в зависимости от уровня азотного питания

Анализ данных, представленных в таблице показал, что повышение дозы азота до 90 кг/га у сортов Серпантин и Лидер позволило получить наибольшую урожайность, равную 6,4 и 6,92 т/га, при этом прибавки по сравнению с контролем составили 31,7 и 35,2%. Повышение дозы азота до 120 кг/га у сорта Хазар позволило получить наибольшую урожайность, равную 7,49 т/га, при этом прибавка по сравнению с контролем составила 43,8%.

Между урожайностью зерна (y) и уровнем азотного питания (N) установлена высокая связь, имеющая прямой и криволинейный характер. Полученные уравнения регрессии имеют следующий вид:

Сорт

Серпантин $y = 4,37 + 0,040 N - 0,0002 N^2$, $\eta = 0,89 \pm 0,10$

Хазар $y = 5,40 + 0,014 N$, $r = 0,92 \pm 0,10$

Лидер $y = 4,68 + 0,042 N - 0,00021 N^2$, $\eta = 0,99 \pm 0,03$

Анализ уравнений регрессии показал, что сорт Хазар имел прямолинейную связь между урожайностью и уровнем азотного питания с равным приростом урожайности от возрастающего уровня азотного питания. Сорта Серпантин и Лидер имели криволинейную связь в виде параболы с максимумом урожайности при оптимальной дозе азота, равной 90 кг/га. Наибольшее корреляционное отношение между урожайностью и уровнем азотного питания было получено у сорта Лидер. Наибольшее влияние на урожайность оказал азот (50,1), затем сорта риса (28,5) и остальные факторы (12,6), наименьшее – взаимодействие сорта риса и азота (8,8%).

Таблица. Урожайность зерна сортов риса в зависимости от уровня азотного питания

Сорт (А)	Доза азота (В)	Среднее по:		
		вариантам	сортам (А)	дозам (В)
Серпантин	Контроль (N0)	4,86	5,75	
	N60	5,86		
	N90	6,40		
	N120	6,00		
	N150	5,61		
Хазар	Контроль (N0)	5,21	6,62	
	N60	6,28		
	N90	7,01		
	N120	7,49		
	N150	7,12		
Лидер	Контроль (N0)	5,12	6,06	5,06
	N60	6,10		6,08
	N90	6,92		6,78
	N120	6,32		6,60
	N150	5,86		6,20
НСР ₀₅	вариантов фактора А	0,45	0,26	0,24
	фактора В			

В выметывание – полная спелость между ЧПФ и урожайностью зерна у сортов Серпантин, Хазар и Лидер не было установлено достоверной связи.

Влияние уровня азотного питания на урожайность сортов риса можно объяснить с помощью её структуры. Внесение возрастающих доз азота увеличило число продуктивных стеблей на м², массу зерна с растения, озернённость и пустозёрность по сравнению с контролем. Наибольшие значения числа продуктивных стеблей на м² и массы зерна с растения были получены у сорта Хазар в вариантах N150 (533 шт./м²) и N120 (6,8 г). Наибольшая озернённость была получена у сорта Лидер в варианте N90 (120 шт.), а затем у сорта Хазар в вариантах N90 и N120 (по 180 шт.). Во всех вариантах опыта наибольшая пустозёрность была у сорта Лидер (14,2 – 19,0%). Между числом продуктивных стеблей на м², массой зерна с растения и урожайностью у изучаемых сортов установлена высокая корреляционная связь ($r = 0,84 \pm 0,13 \dots 0,98 \pm 0,04$).

Таким образом, урожайность у сортов риса при возрастающих дозах азота в основном обуславливалась числом продуктивных стеблей и массой зерна с растения.

Выводы. В кушение – выметывание возрастающие дозы азотного удобрения привели к снижению ЧПФ, которая наиболее сильно снижалась у сорта Лидер. В выметывание – полная спелость наибольшая ЧПФ была у сорта Хазар, затем по убывающей – у сортов Лидер, Серпантин. Наибольшая урожайность зерна была получена у сортов Серпантин и Лидер при дозе азота 90 кг/га, а у сорта Хазар – при дозе азота 120 кг/га. Между урожайностью зерна и уровнем азотного питания у сорта Хазар была установлена прямолинейная зависимость с высоким коэффициентом корреляции, а у сортов Серпантин и Лидер – криволинейная зависимость в виде параболы с высоким корреляционным отношением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьёв Н.В., Скаженник М.А., Ковалёв В.С. К физиологическому обоснованию моделей сортов риса. – Краснодар: б.и., 2001. – 119 с.
2. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и земледелии / Фотосинтез и продуктивный процесс. – М.: Наука, 1988. – С. 5-28.

ЧИСТАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА И УРОЖАЙНОСТЬ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

В.Н. Чижиков, В.В. Андрусенко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

В условиях полевого опыта по изменению чистой продуктивности фотосинтеза растений и урожайности зерна показана реакция сортов Серпантин, Хазар и Лидер на возрастающие дозы азота. Наибольшую урожайность формировал сорт Хазар, затем по убывающей – сорта Лидер, Серпантин.

PURE PRODUCTIVITY OF PHOTOSYNTHESIS AND RICE YEILD DEPENDING ON NITROGEN NUTRITION LEVEL

V.N. Chizhikov, V.V. Andrusenko

All Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Under the conditions of field test the response of varieties Serpantin, Khazar and Lider to increase of nitrogen application rates by change of pure productivity was shown. The highest yield was formed by variety Khazar, then came such varieties as Lider and Serpantin.

УДК 631.811.1 : 633.18

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ В РИСОВОДСТВЕ

В.Н. Паращенко, к. с.-х. н., О.В. Кузнецова, к. с.-х. н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Т.М. Туриченко, гл. агроном

ООО «Анастасиевское» Славянского района Краснодарского края

Азот – основной элемент питания растений. Потребность в нем удовлетворяется главным образом за счет почвенных запасов и внесенных удобрений. В большинстве случаев при применении НРК под полевые культуры более половины прибавки урожая получено благодаря использованию азота. Умелое распределение азотных удобрений под культуры севооборота, выбор оптимальных доз, сроков и способов их внесения, оптимальное соотношение с другими элементами питания позволяют иметь гарантированную прибавку высококачественной продукции [1; 2; 3; 8].

Регулирование уровня азотного питания растений с помощью удобрений – один из важных агротехнических приемов, способствующих получению высоких урожаев. Вместе с тем следует учитывать, что влияние азота на растительный организм может быть не только положительным. Избыточное азотное питание растений приводит к обильному нарастанию вегетативной массы, удлинению периода вегетации, полеганию, восприимчивости к болезням и вредителям.

В системе критериев, характеризующих режим азотного питания растений в онтогенезе, агрохимическую эффективность применяемых азотных удобрений, важным показателем является величина потребления азота, выраженная в абсолютных значениях на единицу площади или продукции и рассчитанная относительно внесенного с удобрением количества. В отечественной литературе широко используется показатель – биологический вынос азота. Определяющим фактором выноса азота урожаем служит уровень обеспеченности доступной формой азота за счет почвенных резервов и внесения азотных удобрений. Чем лучше азотное питание культуры, тем выше использование и вынос азота и тем большего уровня продуктивности следует ожидать. Однако размеры использования растениями азота еще не дают представления об эффективности внесенного азота. Мерой эффективности удобрений может служить окупаемость единицы внесенного азота урожаем основной продукции или его прибавкой.

Достоверные данные о величине использования азота удобрений растениями возможно получить на основании применения метода изотопной индикации (как по обогащению, так и по обеднению азотом ^{15}N [2; 6]). Каждая статья баланса азота удобрений, определяемая с помощью стабильного изотопа, может иметь полную количественную характеристику. Кроме того, удается с высокой точностью проследить за превращениями соединений азота при взаимодействии с почвой и оценить скорость и глубину включения метки в состав природных азотсодержащих образований. Многочисленными исследованиями отечественных [2; 4; 6] и зарубежных ученых [10], применявших меченные азотные удобрения, установлено, что растения используют в полевых условиях в среднем 30-60% внесенного азота. Данный метод требует специального дорогостоящего оборудования и квалифицированных кадров, поэтому его применение ограничено. В связи с вышеизложенным необходимо выделить способы определения эффективности азотных удобрений, которые можно использовать как в научно-исследовательской работе, так и в практике производства.

Цель исследований. Определить возможность практического применения способов оценки эффективности использования азота из удобрений в научно-исследовательской работе и производственных условиях.

Методы исследований. Для решения поставленной задачи на рисовой оросительной системе опытно-производственного участка ВНИИ риса в 1999, 2001 гг. проведен полевой опыт. В нем планировали получение семи уровней урожайности. Почва опытного участка - лугово-черноземная, тяжелосуглинистая. Предшественник – занятый пар. Повторность опыта - четырехкратная. Площадь делянки: общая - 4 м², учетная – 2 м². Посев риса проводили семенами сорта Лиман. Азотное удобрение применяли в два приема: 2/3 дозы – перед посевом риса, 1/3 – в подкормку в фазу полных всходов риса. Фосфорное и калийное удобрения вносили перед посевом риса.

Производственный опыт заложен в ООО «Анастасиевское» Славянского района Краснодарского края в 2001 г. Почва луговая тяжелосуглинистая. Предшественник – занятый пар. Посев риса проводили семенами сорта Лиман. Площадь под опытом – 52 га.

Результаты исследований. Как видно из представленных в таблице данных, при увеличении доз азотного удобрения возрастала урожайность риса и повышался вынос азота.

Индекс физиологической эффективности усвоенного азота (ИФЭ_N, кг зерна /кг N) представляет собой окупаемость единицы поглощенного азота (суммарно из удобрений и почвы) урожаем основной продукции [11]:

$$\text{ИФЭ}_N = Y/B_N,$$

где Y – урожайность основной продукции культуры, кг/га;

B_N – общий вынос азота, кг/га.

ИФЭ_N в большей степени зависит от генотипа растений, индекса урожая, соотношения азота с другими элементами питания и иных факторов, влияющих на цветение и налив зерна. Обычно этот показатель составляет 50-60 кг зерна / кг N при внесении азотного удобрения и 60-80 – на контроле.

В наших исследованиях индекс физиологической эффективности усвоенного азота (ИФЭ_N) в вариантах с внесением азотного удобрения находился в пределах 59,7-65,0 кг зерна /кг азота, а на контроле этот показатель составил 74,2 кг зерна /кг азота.

Таблица. Показатели эффективности использования рисом азота

Вариант	Y, т/га	B _N , кг/га	ИФЭ _N	ФЭф _N	АЭф _N	Ок _N	КИУ _N , %
Контроль, без удобрений	4,32	58,2	74,2	-	-	-	-
N ₅₅ P ₄₀ K ₂₀	4,71	72,5	65,0	27,3	7,1	85,6	26,0
N ₈₀ P ₅₀ K ₃₀	5,03	78,7	63,9	34,6	8,9	62,9	26,0
N ₁₀₅ P ₆₀ K ₄₀	6,00	98,4	61,0	41,8	16,0	57,1	38,0
N ₁₃₀ P ₇₀ K ₅₀	7,15	119,6	60,0	46,1	21,8	55,0	47,0
N ₁₅₅ P ₈₀ K ₆₀	8,84	147,2	60,0	50,8	29,2	57,0	57,0
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₇₀	8,87	148,5	59,7	50,4	25,3	49,3	50,2
НСР ₀₅ 0,32							

Физиологическая эффективность использования азота (ФЭф_N, кг зерна /кг N) представляет собой окупаемость единицы поглощенного азота удобрения прибавкой урожая основной продукции [11]:

$$\text{ФЭф}_N = (Y_{+N} - Y_{0N}) / (B_{+N} - B_{0N}),$$

где Y_{+N} – урожайность основной продукции культуры в удобренном варианте, кг/га;
 Y_{0N} – урожайность основной продукции культуры в контрольном варианте, кг/га;
 B_{+N} – общий вынос азота в удобренном варианте, кг/га;
 B_{0N} – общий вынос в контрольном варианте, без внесения удобрений, кг/га.

$\PhiЭф_N$ отражает способность растений преобразовывать полученное количество усвоенного азота из удобрений в экономический урожай (зерно) и в большей степени зависит от биологических особенностей сорта, таких как индекс урожая и $ИФЭ_N$, на которые также оказывают влияние технология возделывания культуры, в общем, и регулирование минерального питания, в частности.

В нашем опыте физиологическая эффективность использования азота ($\PhiЭф_N$) возрастала с 27,3 до 50,8 кг зерна / кг азота при увеличении доз азота до 155 кг /га, и оставалась на том же уровне (50,4) при внесении 180 кг азота на 1 кг.

Агрономическая эффективность использования азота ($AЭф_N$, кг зерна /кг N) представляет собой окупаемость единицы внесенного азота удобрений прибавкой урожая основной продукции [7; 9;11]:

$$AЭф_N = (Y_{+N} - Y_{0N}) / D_N,$$

где Y_{+N} – урожайность основной продукции культуры в удобренном варианте, кг/га;
 Y_{0N} – урожайность основной продукции культуры в контрольном варианте, кг/га;
 D_N – доза азота, кг/га.

При соответствующем регулировании минерального питания растений $AЭф_N$ должна находиться в пределах 20-30 кг зерна /кг N. Агрономическая эффективность может быть повышена как при соблюдении общей технологии возделывания культуры, так и при регулировании минерального питания. Например, сбалансированное соотношение N:P:K или дробное внесение азотных удобрений в соответствии с потребностью в азоте растений в течение периода вегетации.

Агрономическая эффективность использования азота ($AЭф_N$) в проводимом нами опыте возрастала от 7,1 до 29,2 кг зерна /кг N при внесении от 55 до 130 кг N на 1 га, а при внесении азота в дозе 180 кг/га значение этого показателя снижалось до 25,3 кг зерна /кг N.

Урожайность риса, получаемая за счет естественного плодородия (без внесения удобрений) почвы при его возделывании на основных типах почвы зоны рисосеяния Краснодарского края в среднем составляет 3-3,5 т/га (по пласту многолетних трав она выше). При расчете $AЭф_N$ можно ориентироваться на эти данные, однако в хозяйстве целесообразно иметь «поле агронома», в котором возможно проводить учет урожайности возделываемой культуры без применения удобрений.

Анализ использования азотных удобрений в рисосеющих хозяйствах Краснодарского края в 2002 г. указывает на значительные различия в их эффективности. Агрономическая эффективность использования азота в среднем по хозяйствам края составляла от 8 до 13 кг зерна риса, достигая в отдельных хозяйствах более 20 кг зерна /кг N. Анализ применения азотных удобрений и полученной урожайности риса позволил определить градации агрономической эффективности азота в рисосеющих хозяйствах края: высокая - более 15; средняя - 11-15; низкая - 5-10; очень низкая - менее 5.

Сравнение значений агрономической эффективности использования азота, полученных в проводимом нами опыте, с показателями рисосеющих хозяйств края, указывает на значительный потенциал для ее повышения в производственных условиях.

Окупаемость единицы внесенного азота удобрений урожаем основной продукции, ($Ок_N$, кг зерна /кг N) [7; 9; 11]:

$$O_{KN} = Y_{+N} / D_N,$$

где Y_{+N} – урожайность основной продукции культуры в удобренном варианте, кг/га;
 D_N – доза азота, кг/га.

O_{KN} может возрастать при увеличении использования ресурсов азота почвы и повышении агрономической эффективности использования азота (АЭФ_N). При соблюдении технологии возделывания культуры, в т. ч. регулирования минерального питания, O_{KN} должна быть более 50 кг зерна на 1 кг внесенного азота.

Окупаемость единицы внесенного азота удобрений урожаем риса (O_{KN}) в полевом опыте снижалась с 85,6 до 49,3 кг зерна при увеличении доз внесенного азота с 55 до 180 кг /га.

Коэффициент использования азота из удобрения (КИУ_N, %) определяется по формуле [7; 11]:

$$КИУ_N = (B_{+N} - B_{0N}) / D_N \cdot 100,$$

где B_{+N} – общий вынос азота в удобренном варианте, кг/га;
 B_{0N} – общий вынос в контрольном варианте, без внесения удобрений, кг/га;
 D_N – доза азота, кг/га д.в.

Коэффициент использования азота удобрений в большей степени зависит от возделываемого сорта, снабжения водой и мероприятий по защите растений. При соблюдении всех элементов технологии возделывания культуры, в т. ч. внесения азотного удобрения с учетом потребности растений в азоте, КИУ_N может достигать 50-70%. В действительности могут проявляться различные зависимости величин коэффициента использования азота от применяемых доз (прямая, обратная, параболическая).

В нашем опыте КИУ_N сначала возрастал пропорционально применяемым дозам азота (N_{55} - N_{155}), а при внесении N_{180} он снижался. Чаще всего на фоне средней обеспеченности почвы азотом увеличение его дозы сопровождается повышением коэффициента использования азота, тогда как при высоком уровне плодородия почвы – снижением его величины. Следует подчеркнуть, что отмеченные выше закономерности справедливы лишь в том случае, если количество применяемого азотного удобрения не является избыточным для растений, как это имеет место при внесении экстремально высоких доз, когда происходит снижение урожайности риса и ухудшение качества получаемой продукции.

В производственном опыте, проводимом в ООО «Анастасиевское», была получена следующая урожайность риса: при внесении N_{80} – 5,21; N_{105} – 6,37; N_{130} – 7,28 т/га. Окупаемость единицы внесенного азота удобрений зерном риса составила: при внесении N_{80} – 65,1; N_{105} – 60,7; N_{130} – 56,0 кг зерна /кг N. При внесении азота в дозе 80 кг/га агрономическая эффективность использования азота была 18,8 кг зерна/ кг N, а при внесении N_{105} и N_{130} она составила 25,3 и 27,5 кг зерна/ кг N, соответственно.

Таким образом, такие показатели как окупаемость единицы внесенного азота удобрений урожаем основной продукции и агрономическая эффективность использования азота могут быть использованы в производственных условиях для оценки эффективности применения азотных удобрений.

Практические способы повышения коэффициента использования азота:

1. Сбалансированное многоэлементное питание растений.
2. Регулирование доз и сроков внесения азота с учетом естественной мобилизации азота почвы на протяжении периода вегетации.
3. Дробное внесение азотных удобрений в соответствии с критическими периодами роста и азотным статусом растений, включая использование диагностического инструментария, такого как N-тестер.

4. Внесение азотных удобрений перед посевом риса в восстановленный слой почвы, использование медленнодействующих удобрений, применение ингибиторов нитрификации.

Выводы. Затраты азота на формирование единицы основной продукции – наиболее важный показатель эффективности его использования как из почвы, так и из внесенных минеральных удобрений.

Окупаемость единицы внесенного азота удобрения урожаем риса более подходящий показатель для сравнения эффективности применения минеральных удобрений при различных технологиях возделывания культуры, когда имеют место значительные различия в ее урожайности, полученной за счет естественного плодородия почвы (контроль без внесения азотных удобрений). В данном случае агрономическая эффективность и коэффициент использования азота удобрений – неподходящие показатели.

При сравнении коэффициентов использования азота удобрений и физиологической эффективности его использования среди генотипов следует использовать агрономически подходящие сорта или линии, адаптированные к частным условиям в эксперименте.

Оценка потребности культуры в азоте должна учитывать взаимодействие питательных элементов, что определяет физиологическую эффективность использования азота и индекс физиологической эффективности усвоенного азота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин Е.П., Сметанин А.П. Минеральное питание риса. – Краснодар: Кн. изд-во, 1965. – 208 с.
2. Гамзиков Г.П., Кострик Г.И., Емельянова В.Н. Баланс и превращение азота удобрений. – Новосибирск: Наука, 1985. – 161 с.
3. Ерыгин П.С. Физиология риса. – М.: Колос, 1981 – 208 с.
4. Кореньков Д.А. Агрохимия азотных удобрений. – М.: Наука, 1976. – 223 с.
5. Кретович В.Л. Обмен азота в растении. – М.: Наука, 1982. – 82 с.
6. Кудеяров В.Н. Цикл азота в почве и эффективность удобрений. – М.: Наука, 1989. – 216 с.
7. Лапа В.В., Босак, В.Н. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности. – Минск: б.и., 2002. – 184 с.
8. Минеев В.Г. Химизация земледелия и природная среда. – М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.
9. Химизация сельского хозяйства. - М.: НИИТЭХИМ, 1977. – 182 с.
10. Bartolomev W.V. ¹⁵N in research on the availability and crop use of nitrogen. – Nitrogen-15 in Soil //Plant Studies. – 1971.- № 2. – P.1-20.
11. Domermann A., Fairhurst T. Rice: Nutrient Disorders & Nutrient Management. – Manila:IRRI, 2000. – 192 p.

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ В РИСОВОДСТВЕ

В.Н. Паращенко, О.В. Кузнецова

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Т.М. Туриченко

ООО «Анастасиевское» Славянского района Краснодарского края

РЕЗЮМЕ

Рассмотрены способы определения эффективности азотного удобрения: индекс физиологической эффективности усвоенного азота, физиологическая эффективность использования азота, агрономическая эффективность использования азота, окупаемость единицы внесенного азота урожаем основной продукции, коэффициент использования азота из удобрения. Показана возможность применения данных способов в научно-исследовательской работе и практике рисоводства.

DETERMINATION METHODS OF THE EFFICIENCY OF NITROGEN FERTILIZERS IN RICE PRODUCTION

V.N. Parashchenko, O.V. Kuznetsova

All Russian Rice Research Institute

T.M. Turichenko

JSC "Anastasievskoye", Slavyansky region, Krasnodar territory

SUMMARY

Determination methods of nitrogen fertilizer efficiency are given in the article: index of physiological efficiency of consumed nitrogen, physiological efficiency of nitrogen application, agronomic efficiency of nitrogen application, reimbursement of applied nitrogen fertilizers by the yield of the main production, coefficient of nitrogen application from fertilizers. The possibility of the given methods application is shown in research work and in practice of rice production.

УДК 631.811.2 : 633.18

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОСФОРНОГО УДОБРЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ГЛУБИНЕ ЕГО ЗАДЕЛКИ

В.Я. Эмгрунт, В.В. Калинин

РГПЗ «Красноармейский» им. А. И. Майстренко

В.Н. Парашенко, к. с.-х. н., И.Е. Белоусов, к.с.-х.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Фосфор так же как и азот является одним из элементов минерального питания, лимитирующим продуктивность растений, хотя содержание его в их органах значительно ниже, чем азота, калия и кальция. После поступления в клетки корня фосфор вступает в различные химические реакции. В первую очередь он соединяется с сахарами, которые расходуются на дыхание, затем включается в соединения с большим запасом энергии (АДФ и АТФ), без которых невозможен синтез белковых соединений. Вероятно, в связи с этим при недостатке фосфора наблюдаются нарушения в белковом обмене, корневая система развивается слабо, кущение запаздывает, а метелка получается малоозерненной. Фосфор усваивается корнями только в окисленной форме PO_4^{3+} и в самом растении не восстанавливается [1;5].

Растения риса способны создавать окисленную ризосферу, где свежесаживаемые фосфаты окисного железа и фосфаты кальция являются главным источником фосфорного питания риса. Однако такой способностью они обладают с фазы кущения. В связи с этим рис требователен к наличию доступных фосфатов на первых двух этапах органогенеза и лишь в дальнейшем его потребность в фосфоре удовлетворяется за счет почвенных запасов при достаточном их содержании [7;8].

Большинство рисосеющих хозяйств из-за высоких цен на фосфорные удобрения не вносят их в рекомендуемых количествах. При этом фосфор не применяется совсем или вносится в дозах, не обеспечивающих компенсацию его выноса растениями. Вследствие этого происходит постепенное обеднение корнеобитаемого слоя почвы его подвижными формами. В основном фосфор отчуждается из почвы за счет его потребления растениями, часть его закрепляется в виде прочносвязанных соединений. При выращивании риса без применения минеральных удобрений из почвы выносятся 35-40 кг/га фосфора, в том числе около 30 кг/га отчуждается с зерном. При внесении только азотных удобрений его вынос с товарной частью урожая достигает 50 кг/га и более [2]. Это указывает на необходимость ежегодного внесения фосфорных удобрений.

Цель исследований. Определить оптимальную дозу фосфорного удобрения при различной глубине его заделки (с заделкой в почву на 8-10 см и глубину заделки семян).

Материалы и методика. Опыт закладывался на РОС агроотдела ВНИИ риса. Почва - лугово-черноземная, слабосолонцеватая, тяжелосуглинистая, обеспеченность фосфором и калием - средняя. Схема опыта приводится в таблице 1. Сорт риса - Лиман. Предшественник - занятый пар. Технология возделывания риса - в соответствии с рекомендациями ВНИИ риса. Фосфорное и калийное удобрения вносились всей дозой до посева согласно схеме опыта, азотное - дробно: 2/3 до посева и 1/3 - в подкормку в фазу кущения. Урожайные данные приводились к стандартным показателям и подвергались математической обработке методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований. Известно, что около 90 % корней, сформированных растением риса, локализируются в слое почвы 0-10 см. В силу того, что фосфор хорошо закрепляется в почве благодаря высокой емкости поглощения почвы в отношении фосфатов и практически не перемещается по его профилю, немаловажное значение имеет месторасположение внесенных удобрений [4;6].

В настоящее время в рисосеющих хозяйствах широко распространен разбросной способ посева риса. В этом случае корневая система растений располагается в поверхностном слое почвы. Проведенные ранее исследования показали, что при заделке фосфора в почву он равномерно распределяется в слое 0-10 см, его содержание в начальный период вегетации в горизонтах 0-5 и 5-10 см практически одинаково [3].

При поверхностном внесении удобрений распределение доступных фосфатов было иным. К фазе всходов их концентрация в верхнем слое (0-5 см) почвы в 3 раза превышала аналогичный показатель в слое 5-10 см и в 6 раз – в слое 10-20 см. В дальнейшем эта разница сглаживалась, но на протяжении всего периода вегетации в слое почвы 0-5 см содержалось почти в 2 раза больше доступного фосфора, чем в нижележащих горизонтах.

Таким образом, внесение фосфорного удобрения на глубину заделки семян способствует насыщению самого верхнего слоя почвы (0-5 см) доступными формами фосфора в начале вегетации риса, т.е. в период наибольшей в них потребности молодых растений. Это создает более благоприятные условия для их роста и отражается на величине полученного урожая (табл.1).

Таблица 1. Урожайность зерна риса в зависимости от глубины заделки фосфорного удобрения и его дозы

Глубина заделки (фактор А)	Доза удобрения (фактор В)	Среднее по:			Эффект взаимодействия АВ	Прибавка урожайности, т/га	Окупаемость затрат, кг зерна/кг д.в.
		вариантам	фактору А	фактору В			
С заделкой	N ₁₂₀ K ₆₀ - фон	5,94	6,20		0,065	-	-
	Фон + P ₃₀	5,97			0,045	0,03	1,0
	Фон + P ₆₀	6,18			0,075	0,24	4,0
	Фон + P ₉₀	6,49			0,020	0,55	6,1
	Фон + P ₁₂₀	6,43			0,035	0,49	4,1
Поверхностное внесение	N ₁₂₀ K ₆₀ - фон	5,94	6,33	5,94	0,065	-	-
	Фон + P ₃₀	6,19		6,08	0,045	0,25	8,3
	Фон + P ₆₀	6,46		6,32	0,075	0,52	8,7
	Фон + P ₉₀	6,58		6,54	0,020	0,64	7,1
	Фон + P ₁₂₀	6,49		6,46	0,035	0,55	4,6
НСР ₀₅	вариантов	0,136					
	Фактор А		0,045				
	Фактор В			0,090			
	Взаимодействие АВ				0,136		

Анализ полученных данных показал, что при внесении фосфора с заделкой в дозах P₃₀-P₆₀ его влияние на урожайность риса незначительно. Существенная прибавка к фону получена только при применении дозы P₉₀: она составила 0,55 т/га (9,3 %), то есть получено 6,3 кг зерна на каждый килограмм внесенного фосфорного удобрения. Дальнейшее повышение дозы фосфора привело к снижению как урожайности, так и окупаемости затрат. Напротив, при поверхностном внесении удобрений, различия с фоном установлены, начи-

ная с дозы P_{60} . Следует отметить, что величины урожайности при этом способе применения (равно как и окупаемость затрат) превышают аналогичные показатели для внесения с заделкой: при равных дозах удобрения выше не только урожайность, но и окупаемость затрат.

Приведенные данные подтверждаются результатами производственных испытаний. Производственный опыт проводился в РГПЗ «Красноармейский» им. А.И. Майстренко на отделении 6. Фосфорное удобрение вносили в дозе P_{60} следующими способами: в основной прием с заделкой (на площади 60 га) и перед посевом поверхностно с последующим движкованием (площадь 100 га). Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Урожайность риса при различной глубине заделки фосфорного удобрения

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Внесение с заделкой	5,92	-	-
Поверхностное внесение	6,26	0,34	5,7

В результате исследований установлены преимущества внесения фосфорных удобрений без заделки. В условиях производства прибавка урожая составила 0,34 т/га (5,7 %) по сравнению с традиционным способом внесения фосфора. Дополнительно получено 34 тонны риса-сырца, экономический эффект - 136 тыс. руб.

Выводы. Внесение фосфорного удобрения на глубину заделки семян обеспечивает более высокую его эффективность по сравнению с заделкой в почву на 8-10 см, при этом выше урожайность риса и окупаемость затрат. Оптимальная доза фосфора составила 60 кг д.в./га. Дальнейшее ее увеличение не ведет к росту урожайности и, как следствие, снижает окупаемость затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин Е.П., Сметанин А.П. Минеральное питание риса. – Краснодар: Кн. изд-во, 1965.-208 с.
2. Белоусов И.Е., Алешин Н.Е. Вынос элементов минерального питания растениями риса в зависимости от предшественника //Рис России. - 1997.-Т.5.-№ 1 (9).-С.8-9.
3. Белоусов И.Е., Анощенко В.В., Хизириев М.С. Фосфорные удобрения в семеноводстве риса //Вестник КНЦ АМАН. - 1998.-Вып.2.-С.40-43.
4. Белоусов И.Е., Рябцова С.А., Кузнецов Ю.А. Фосфатный режим лугово-черноземных почв Кубани, используемых под рис //Почвоведение. - 1993.-№ 2.-С.133-137.
5. Ерыгин П.С. Физиология риса.- М.: Колос, 1981.- 208 с.
6. Игнатенко С.И., Рымарь В.Т. Внесение минеральных удобрений в рядки при посеве вместе с семенами риса. Сообщение 1. Эффективность разбросного, рядкового и ленточного внесения минеральных удобрений под рис //Агрехимия. - 1984.-№ 3.-С.40-43.
7. Кириченко К.С. Применение минеральных удобрений под рис //Тр. ин-та /ВИУА. - 1973.-Вып.19.-С.173-180.
8. Столыпин Е.И., Бабаджанов И.А. Агрехимическая характеристика почв районов рисосеяния и удобрение риса в Узбекской ССР //Тр. ин-та /ВИУА. - 1973.-Вып.19.-С.173-180.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОСФОРНОГО УДОБРЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ГЛУБИНЕ ЕГО ЗАДЕЛКИ

В.Я Эмгрунт, В.В. Калинин

РГПЗ «Красноармейский» им. А. И. Майстренко

В.Н. Парашенко, И.Е Белоусов

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

В условиях полевого и производственного опытов изучалась эффективность применения доз фосфорного удобрения при заделке его на различную глубину. Установлено, что при поверхностном внесении фосфора урожай зерна и окупаемость затрат выше, чем при глубокой заделке удобрений в почву. Оптимальная доза составила 60 кг д.в./га фосфора.

THE EFFICIENCY OF PHOSPHOROUS FERTILIZERS AND DEFINITE DEPTH OF ITS APPLICATION

V.Y. Emgrunt, V.V. Kalinin

Rice Farm "Krasnoarmeysky" named by A.I. Maistrenko

V.N. Parashchenko, I.E. Belousov

All Russian Rice Research Institute

SUMMARY

We studied the efficiency of field and industrial tests on efficiency of application rates for phosphorous fertilizers at different depth of seedbeds. It was found that at surface phosphorous application the grain yield and reimbursement of costs are higher than at deep fertilizer application into soil. The optimum application was 60 kg a.i./ha of phosphorus.

ИЗУЧЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ ПИРИКУЛЯРИОЗА РИСА ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКИМИ И МОЛЕКУЛЯРНЫМИ МЕТОДАМИ

С.А. Волкова, аспирант, Ж.М. Мухина, к.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Из трех десятков болезней, зарегистрированных на рисе, одна из наиболее вредоносных – пирикулярриоз, вызываемый несовершенным грибом *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr (*Pyricularia oryzae* Cavara (L)). Появление новых рас патогена опережает достижения селекционеров, работающих над созданием устойчивых к пирикулярриозу сортов. Этот возбудитель имеет высокую спонтанную изменчивость, поэтому полевые популяции обычно представлены смесью рас с различной (а)вирулентностью. Следовательно, необходим мониторинг популяций возбудителя заболевания с целью выявления присутствующих на данный момент генов (а)вирулентности, а значит, эффективных генов устойчивости риса для выработки стратегии селекции.

В 2003 году в лаборатории биотехнологии ВНИИ риса начаты работы по изучению биоразнообразия *Magnaporthe grisea*.

Цель исследования. Изучить генетические структуры популяций возбудителя пирикулярриоза риса в основных рисосеющих зонах СНГ, используя как фитопатологический, так и молекулярно-генетический подходы. Поиск коррелятивной зависимости между генотипом (а)вирулентности популяций возбудителя и их ДНК-фингерпринтом. Наличие такой зависимости позволит устанавливать генотип вирулентности, не прибегая к трудоемкому и технически сложному фитопатологическому тесту с использованием сортодифференциаторов.

Материалы и методика. Материалом послужили популяции патогена, собранные в 2003 г. в Краснодарском крае, в Ростовской обл., в Украине. Зоны сбора в Краснодарском крае: Красноармейский район (сорта Лиман, Хазар), Северский район (сорта Рапан, Регул), Абинский и Славянский районы. В Украине: Одесская область, Килийский район (сорта Краснодарский-424, Днепровский); Крымская область, Раздольненский район (Мутант-428); Херсонская область, Скадовский район (Мутант-428). На этапе от выделения чистых культур до фитопатологического теста, работа проводится согласно методическим указаниям, разработанным в ВНИИФ [2]. Выделение гриба в чистую культуру из поражений проводилось с предварительным помещением во влажную камеру. Кусочки пораженных растений раскладывали на предметные стекла в чашки Петри, дно и крышки которых выстилали влажной фильтровальной бумагой. Чашки Петри помещали в термостат с оптимальной для образования конидий температурой $27 \pm 1^\circ\text{C}$. Через 2-3 дня образцы просматривали, появившиеся конидии тонкой иглой осторожно переносили на морковную (тростниковую, рисовую) питательную среду. Выделение моноизолятов проводили в асептических условиях следующим образом: взвесь конидий вносили в тонкие чашки Петри с голодным агаром и выдерживали 24 часа при температуре $27 \pm 1^\circ\text{C}$. Затем под микроскопом при малом увеличении находили одиночные проросшие споры и переносили их на любой из вышеперечисленных питательных агаров.

Морфологические типы определены по методическим указаниям, разработанным в ВНИИФ (табл. 1) [4].

Таблица 1. Описание различных типов колоний возбудителя пирикулярриоза риса

Тип колонии	Описание возбудителя	
	воздушного	субстратного
I.	Белый, пышный (иногда очень пышный), часто плотный. В центре-сероватая зона или серый налет. По всей колонии конидиальное спороношение. Реже мицелий белоснежный. Споруляция нет.	Бесцветный, иногда в центре колонии слабая коричневая окраска.
II.	Серовато-оливковый с более яркой зоной в центре. Мицелий более рыхлый, грубый. В центре колонии-иногда серая пуговка. Споруляция средняя.	Интенсивная оливково-зеленая окраска, иногда расплывчатая к периферии, чаще очерченная четко.
III.	Плотный, приземистый с очень тонкими гифами мицелий, характерного серо-мышинного цвета. Споруляция низкая.	Окраска -от оливкового цвета до черного.
IV.	Нежный, паутинный, белесый, стерильный.	Окраска отсутствует.
V.	Белый, плотный, приземистый, как правило, лизирует. Споруляция очень низкая.	Светло-оливковый до темного с расплывчатыми очертаниями.
VI.	Светло-серый до темновато-коричневого. Более или менее рыхлый, приземистый, ноздреватый (корочкой).	Окраска слабо заметна, оливковая с расплывчатыми очертаниями.
VII.	Плоская приземистая колония, порошкообразной консистенции, обусловленной наличием большого числа конидиеносцев с конидиями. Цвет колонии варьирует от серого до почти черного. Споруляция очень высокая.	Интенсивная оливково-зеленая окраска, иногда расплывчатая к периферии, чаще резко очерченная.
VIII.	Светло-серая порошистая, приземистая, складчатая в центре. По периферии неровной, волнистой линией. Воздушный мицелий грубый, щетинистый, темно-серый. Споруляция низкая.	Интенсивная оливково-зеленая окраска до темного цвета.

Для генотипирования изолятов и моноизолятов фитопатогена нами используются «нейтральные» микросателлитные маркеры, характеризующиеся высоким полиморфизмом, ко-доминантным характером наследования [5;6].

ДНК (микросателлитный) анализ проводится согласно методике использованной С. Кауе с сотрудниками. Экстракция ДНК проводилась из десятидневных популяций СТАВ-методом с использованием экстрагирующего буфера следующего состава: 0,1М трис-HCL, 0,5 М NaCL, 0,5% Na₂SO₃, 50 mM EDTA, 1% PEG 6000, 2% СТАВ.

Параметры ПЦР смеси: в 20мкл смеси содержится 10 нг геномной ДНК, 1х ПЦР буфер (20 mM Трис-HCl, pH 8,4, 50 mM KCl и 1 ед. Taq-полимеразы)

Параметры ПЦР-реакции: 25 циклов при 94°C в течение 30 сек, соответствующей температуре «отжига» также в течение 30 сек. и 72 °C 30 сек. Продукты амплификации разделялись электрофорезом в 3% агарозном геле и фотографировались в УФ спектре света [6].

Результаты. В целом исследование состоит из нескольких этапов.

В период максимального проявления активности патогена (июль – август 2003 г.) были проведены маршрутные экспедиции в основные рисосеющие зоны, собраны гербарные образцы растений риса с признаками поражения пирикулярриозом.

Получены и охарактеризованы по морфотипу чистые культуры 5 популяций возбудителя (см. табл. 2).

Выделены 47 моноизолятов из краснодарской популяции паразита.

Отработана методика длительного хранения чистых культур патогена способом «реплик». В стерильных условиях фильтровальной бумагой делался отпечаток, или «реплика», с изолята, а затем он высушивался при 37°C в течение 2-3 суток и помещался в условия глубокого замораживания. Чистые культуры возбудителя пирикулярриоза, размноженные с «реплик», обладают хорошим спороношением и способностью заражать растения риса.

В настоящее время в лаборатории биотехнологии ВНИИ риса ведется генотипирование выделенных моноизолятов 24 молекулярными маркерами и ранжирование популяций патогена в группы, именуемые «линиями», по признаку генетического родства.

На следующем этапе будет проведено изучение генетической структуры полученных изолятов фитопатологическим тестом на основе использования сортов риса - дифференциаторов. На завершающей стадии планируется выявление коррелятивной зависимости между генотипом популяции возбудителя пирикулярриоза, установленным на основе фитопатологического теста, и ее молекулярным (микросателлитным) фингерпринтом.

Таблица 2. Морфологические типы имеющихся чистых культур возбудителя пирикулярриоза

Район сбора популяции	Морфологический тип
Краснодарский край, Красноармейский район, сорт Лиман	II (40%), I (60%)
Краснодарский край, Северский район, сорт Рапан	III
Краснодарский край, Северский район, сорт Регул	I
Краснодарский край, Славянский район, сорт Рапан	I (67%), II (33%)
Украина, Килия, сорт Краснодарский-424	I (62%), II (38%)

Вывод. Метод длительного хранения возбудителя пирикулярриоза риса способом «реплик» является удобным и экономичным и не требует пересевов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорофеева Л.Л. Грибные болезни риса / Дорофеева Л.Л., Кодяков А.А., Кратенко В.И.- Ташкент: Фан, 1992. - 96 с.
2. Дьяков Ю.Т. и др. Общая и молекулярная фитопатология: Учеб. пособие. - М.: Изд-во «Общество фитопатологов», 2001. - 302 с.
3. Зеленский Г.Л. Селекция сортов риса, устойчивых к пирикулярриозу, рисовой листовой нематоды и бактериальному ожогу в условиях Российской Федерации: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Краснодар: КубГАУ, 1993. – 49 с.
4. Методические указания по оценке устойчивости сортов риса к возбудителю пирикулярриоза / Коваленко Е.Д., Горбунова Ю.В., Ковалева А.А. и др. - М.: б.и., 1988. – 30 с.

5. Мухина Ж.М., Ковалев В.С., Супрун И.И., Костылев П.И. Генотипирование российских сортов риса микросателлитными маркерами // Рисоводство. - 2002. - №2 - С. 32-35.

6. Kaye C., Milazzo J., Rozenfeld S., Lebrun M.-H., Tharreau D. The development of simple sequence repeat (SSR) markers for *Magnaporthe grisea* and their integration into an established molecular linkage map // Fungal Genet Biol. – 2003. - Vol 40 (3). – P. 207-214

ИЗУЧЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ ПИРИКУЛЯРИОЗА РИСА ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКИМИ И МОЛЕКУЛЯРНЫМИ МЕТОДАМИ

С.А. Волкова, Ж.М. Мухина

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Этой работой в лаборатории биотехнологии ВНИИ риса начато изучение биоразнообразия возбудителя пирикуляриоза риса фитопатологическими и молекулярными методами. Получены и охарактеризованы по морфотипу изоляты и моноизоляты фитопатогена. Отработана методика длительного хранения чистых культур *Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr способом «реплик».

THE STUDY OF BIOLOGICAL DIVERSITY OF ICE BLAST PATHOGEN BY PHYTOPATHOLOGICAL AND MOLECULAR METHODS

S.A. Volkova, Zh.M. Mukhina

All Russian Rice Research Institute

SUMMARY

We started the study of biodiversity of rice blast pathogen by phytopathological and molecular methods. The perspective of use of microsatellite marking was shown to study biodiversity of population of rice blast pathogen. The use of such method will make easy the process of study of the structure and dynamics of pathogen population.

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ ПОЛЕЙ РИСОВОГО СЕВООБОРОТА В МЕЖВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

И.Е. Белоусов, к. с.-х. н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Выращивание риса связано с чередованием периодов затопления-просушивания почвы, которое, прежде всего, изменяет направленность внутрипочвенных окислительно-восстановительных процессов. После создания в чеке постоянного слоя воды преобладающими становятся восстановительные процессы, в результате которых в почве образуются и накапливаются сульфиды, восстановленные формы железа и марганца, органические кислоты и т.п. Их концентрация в почве и темпы накопления различны для каждого из соединений, однако их суммарное количество со временем может достигнуть токсичного для растений уровня [2;3].

После сброса воды с поверхности чеков и уборки урожая в почву, по мере ее просыхания, начинает активно поступать кислород, восстановительные процессы меняются на окислительные. Однако большая часть межвегетационного периода приходится на влажное и холодное осенне-зимнее время года, когда закисные соединения слабо окисляются и в некотором смысле «консервируются» в почве.

Цель работы. Изучить окислительно-восстановительный режим почвы полей рисового севооборота в межвегетационный период.

Материалы и методика. Исследования проводили на стационарных площадках, заложенных в полях рисового севооборота (РОС ОПУ ВНИИ риса, к. 14) и на богаре. В 2002 году на них выращивались следующие культуры:

1. Озимая пшеница 2-й год (чек 8)
2. Рис 2 года (чек 4)
3. Рис 4 года (чек 2)
4. Богара (расположен в непосредственной близости от РОС)

По вариантам опыта отбирали монолитные почвенные образцы буром специальной конструкции из слоя почвы (0-20 см). Отобранный почвенный образец анализировался по-слойно: 0-5, 5-10, 10-20 см. Сроки отбора: после сброса воды с поверхности чека (24.09.02 г.), через 2 и 6 недель после уборки урожая (14.10 и 21.11.02 г., соответственно), перед началом весенних полевых работ (14.04.03 г., через 6,5 месяцев после уборки урожая), перед посевом риса (6.05.03 г.). В отобранных образцах определяли:

- содержание подвижных форм железа (Fe^{2+} , Fe^{3+}), по Казариновой-Окиной [1];
- содержание восстановленных продуктов, по Старжис-Неунылову в модификации Бутова [5].

Результаты исследований. Проведенными ранее исследованиями [4;6;7] были установлены закономерности накопления восстановленных продуктов при возделывании риса на разных типах почв и в отличных климатических условиях. Однако количественная сторона изменений, их взаимосвязи изучены слабо и не дают ясного представления об обратимости восстановительных процессов, в том числе – в зависимости от поля севооборота и системы обработки почвы. Полученные нами данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. Динамика содержания восстановленных продуктов в почве, мг/100 г.

Вариант	Глубина отбора, см	Срок отбора образца				
		24.09.02 г.	14.10.02 г.	21.11.02 г.	14.04.03 г.	6.05.03 г.
1	0-5	35.1	32.9	32.3	30.1	27.2
	5-10	33.7	30.5	32.2	21.9	26.2
	10-20	30.2	26.2	38.2	29.0	19.2
2	0-5	83.3	50.8	47.3	44.5	38.9
	5-10	70.5	63.0	48.0	39.7	33.3
	10-20	68.4	70.7	58.5	38.5	35.5
3	0-5	101.7	48.3	40.4	46.5	32.4
	5-10	82.5	62.4	49.1	47.6	36.7
	10-20	77.8	70.0	59.0	50.4	37.2
4	0-5	13.9	28.2	8.8	21.6	19.2
	5-10	10.5	30.1	32.5	20.9	17.2
	10-20	10.3	25.7	15.4	26.6	25.1

Как следует из приведенных данных, содержание восстановленных продуктов варьировало в зависимости как от поля севооборота, так и от глубины отбора образца. После двухлетнего возделывания парозанимающих культур количество восстановленных продуктов было однородным по всему пахотному слою (0-20 см). На начало наблюдений оно составило в среднем 33 мг/100 г и незначительно изменялось на протяжении всего межвегетационного периода. Это объясняется тем, что после уборки парозанимающей культуры (июль) почва подвергалась многочисленным обработкам (перепашка, дискование, культивация), которые способствовали доступу воздуха в почву, активному ее проветриванию и просушиванию. Тем не менее содержание восстановленных продуктов не опускалось ниже 25-30 мг/100 г. Это в 1,5-3,0 раза выше концентрации данных веществ на богарном аналоге, что свидетельствует о том, что после вовлечения почвы под культуру риса идет постепенное накопление в ней общего количества восстановленных продуктов. Выращивание парозанимающих культур и обработки почвы не могут снизить его до исходного, а лишь в той или иной мере замедляют процесс их дальнейшего накопления. Этот вывод подтверждается результатами анализа образцов, отобранных перед посевом риса (6.05): несмотря на интенсивные предпосевные обработки почвы (двухкратное чизелевание, культивация, грейдирование, движкование и др.) в сочетании с повышением температуры воздуха и отсутствием осадков, концентрация регенерированных продуктов не изменилась, отклонение от первоначального уровня (30-35 мг/100 г) было незначительным. Следовательно, это содержание можно считать минимально возможным для лугово-черноземной рисовой почвы через 30 лет после ее освоения под рис.

Данный вывод подтверждается результатами анализа почвенных образцов, отобранных на чеках, где в 2002 г. возделывался рис. После сброса воды в восстановленной переувлажненной почве отмечалась высокая концентрация восстановленных продуктов по всей толщине пахотного слоя (70-101 мг/100 г). При этом в почве поля с более длительным сроком возделывания риса (вариант 3) их содержание было на 14-22 % выше, особенно в верхнем пятисантиметровом слое (табл.1). По мере просушивания чека концентрация восстановленных продуктов в почве снижалась, а различия между вариантами опыта сглаживались. Однако этот процесс проходил неравномерно и при одинаковой направленности скорость его в зависимости от глубины была различной. Так, если через 2 недели после уборки урожая в верхнем (0-5 см) слое почвы оно уменьшилось почти в 2 раза, то в нижележащих – почти не изменилось. Только через 6 недель после уборки со-

держание восстановленных продуктов снизилось до 40-60 мг/100 г и было практически одинаковым по всему профилю.

В настоящее время большинство рисосеющих хозяйств проводят весь комплекс операций по обработке почвы в ранневесенний период или непосредственно перед посевом риса, зачастую ограничиваясь минимальными обработками. Это приводит к тому, что насыщенная влагой почва практически не проветривается, окисление восстановленных продуктов идет медленно, они как бы «консервируются» в почве. Так, к началу полевых работ (14.04) содержание восстановленных продуктов в почве вариантов 2 и 3 по сравнению с осенью практически не изменилось. При этом оно было на 36-60 % выше, чем в варианте 1 в этот же период времени, несмотря на то, что в варианте 3 месяц назад под минимальную обработку почвы (чизелевание) была посеяна яровая пшеница. К моменту посева риса (6.05) восстановленных продуктов в почве этих вариантов опыта было на 33-36 % больше, что говорит об их накоплении при таких сроках обработки почвы. Это указывает на необходимость начала проведения обработок почвы осенью, после уборки риса, в соответствии с разработанными ранее рекомендациями [8].

Вовлечение почв под культуру риса сопровождается как накоплением в них восстановленных форм железа, так и увеличением его подвижности, о чем свидетельствует повышение суммарного содержания кислоторастворимых соединений железа (табл.2).

Таблица 2. Динамика содержания подвижных форм железа, мг/100 г

Вариант	Глубина отбора, см	Срок отбора образца									
		24.09.02 г.		14.10.02 г.		21.11.02 г.		14.14.03 г.		6.05.03 г.	
		Fe ²⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺
1	0-5	17	114	14	120	21	199	10	159	17	202
	5-10	19	136	12	138	10	178	13	139	15	167
	10-20	18	105	12	160	8	156	14	205	15	174
2	0-5	216	2	47	282	39	280	63	238	27	271
	5-10	209	2	275	10	85	242	36	297	26	282
	10-20	195	5	310	2	49	265	30	272	26	256
3	0-5	220	1	50	303	51	288	32	243	26	206
	5-10	218	1	51	266	46	294	32	260	48	251
	10-20	201	4	62	254	191	126	37	304	28	226
4	0-5	3	43	4	50	5	73	6	26	6	41
	5-10	3	40	4	23	4	42	6	21	10	43
	10-20	3	47	4	23	3	65	4	62	7	49

Так, после двух лет возделывания парозанимающих культур в почве содержалось 17-19 мг/100 г Fe²⁺ и около 150 мг/100 г Fe³⁺. Это соответственно в 5 и 2,5 раза выше, чем на богаре. Вследствие многочисленных обработок почвы распределение обеих форм железа по пахотному слою в этом варианте было равномерным, а их содержание варьировало в зависимости от условий увлажнения.

Затопление поля при выращивании риса приводит к резкому повышению содержания в почве двухвалентного железа, в первую очередь за счет восстановления трехвалентного. Уже через месяц после создания постоянного слоя воды концентрация Fe²⁺ по всей толщине пахотного слоя достигает 200-250 мг/100 г, в то время как количество Fe³⁺ снижается до 1-5 мг/100 г [4]. Такое соотношение отмечается в течение всего вегетационного периода, вплоть до предуборочного сброса воды. После этого, по мере просушивания почвы, наблюдается обратный процесс: содержание Fe³⁺ возрастает, а Fe²⁺ - снижается. В

верхнем (0-5 см) слое почвы этот процесс протекает быстрее, в нижележащих – медленнее. При этом скорость преобразования форм железа зависит от длительности возделывания риса по рису. К началу возобновления полевых работ (14.04) содержание как Fe^{2+} , так и Fe^{3+} практически нивелировалось. Следует отметить, что Fe^{2+} в вариантах опыта 2 и 3 содержалось в 2 раза больше, чем после пара, и в 5 раз – чем на богаре. Трехвалентного железа обнаруживалось в 1,5-4 раза больше, соответственно.

Выводы. В почвах, освоенных под рис, происходит увеличение как общего содержания недоокисленных продуктов, так и восстановленных форм железа. За 30 лет возделывания риса количество восстановленных продуктов по сравнению с богарой увеличилось в 1,5-3 раза, а Fe^{2+} - в 5-7 раз. Выращивание парозанимающих культур уменьшает содержание этих соединений лишь до определенного уровня. Увеличивается и общая подвижность железа, что говорит о разрушении более прочных его соединений, в том числе и почвенных минералов. В то же время содержание подвижных соединений железа, в первую очередь Fe^{2+} , является достаточно лабильным и имеет малый период отклика на изменение окислительно-восстановительных условий в почве. В связи с этим данный показатель наряду с общим содержанием восстановленных продуктов может использоваться в качестве критерия, позволяющего оценивать тот или иной технологический прием и корректировать технологию возделывания таким образом, чтобы содержание в почве вредных недоокисленных продуктов не достигало критических значений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова А.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению - Л.: Колос, 1976.- 231 с.
2. Белоусов И.Е. Сравнительная оценка методов определения показателей окислительно-восстановительных условий рисовых почв //Актуальные проблемы, научное обеспечение и перспективы развития рисоводства в XXI веке.- Краснодар, 2003. - С.45-47.
3. Бочко Т.Ф., Авакян К.М., Шеуджен А.Х. Окислительно-восстановительные процессы в почвах рисовых полей Кубани.- Майкоп: б.и., 2002 – 52 с.
4. Бочко Т.Ф., Белоусов И.Е., Авакян К.М. Сравнительный анализ динамики окислительно-восстановительных условий почв богары и рисовой системы //Вестник КНЦ АМАН.-2001.-Вып.8.-С.78-80.
5. Бутов А.К. Определение общего количества восстановленных продуктов //Тр.ин-та /ВНИИ риса.-1973.-Вып.9.-С.71-72.
6. Неуньлов Б.А. Повышение плодородия почв рисовых полей Дальнего Востока – Владивосток: Приморское кн. изд-во, 1961.- 239 с.
7. Обухов А.И., Обухова В.А. Динамика содержания железа и марганца в почвах рисовых полей Нижней Бирмы //Химия почв рисовых полей. -М.: Наука, 1976.-С.75-86.
8. Практическое руководство по интенсивной технологии возделывания риса. - М.: ВАСХНИЛ, 1986.-65 с.

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ ПОЛЕЙ РИСОВОГО СЕВООБОРОТА В МЕЖВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

И.Е. Белоусов

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Изучено изменение содержания восстановленных продуктов в почве полей рисового севооборота в межвегетационный период. Установлено, что происходит накопление этих соединений в почве после освоения ее под рис по сравнению с богарным аналогом. Показано, что весенние обработки почвы не обеспечивают полного окисления накопившихся восстановленных продуктов.

REDUCTION-OXIDATION REGIME OF FIELD SOIL OF RICE CROP ROTATION IN VEGETATION PERIOD

I.E. Belousov

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

We studied the change of the content of reduced products in field soil of rice rotation in intervegetation period. As it was found, accumulation of these compounds in soil takes place after its use for rice as compared to upland rice. It is shown, that spring soil tillage doesn't provide with full oxidation of reduced products.

**К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ
ЗЕМЕЛЬ РИСОВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ****К.М. Авакян, к.с.-х.н., Т.Ф. Бочко, к.б.н.**

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Экологически безопасное функционирование агроландшафтов, в том числе и рисовых мелиоративных, обеспечивается сбалансированным воздействием природных и антропогенных факторов на систему «климат – почва – вода – животный мир – растение». Однако на практике это зачастую нарушается неадекватными нагрузками на агроэкосистемы. Антропогенный прессинг проявляется в изменении и ухудшении компонент агроландшафта, в частности, свойств почв. Так, в рисовых агроландшафтах, как правило, происходит уменьшение мощности гумусовых горизонтов, снижение запасов гумуса, трансформация его качественного состава, декарбонизация, гало- и гидроморфизация автоморфных и полугидроморфных почв, осолонцевание. Наряду с этим отмечается изменение качественного состава поливных и грунтовых вод, жизнедеятельности фауны и флоры и другие деградационные процессы. Эти и иные обстоятельства отрицательно сказываются на росте и развитии культурной и естественной растительности, снижении ее биологической продуктивности.

Параметры экологически допустимых изменений слагаемых агроландшафта, границ их экологической устойчивости к различного вида воздействиям до настоящего времени четко не установлены и являются дискуссионными. В частности, Б.А. Зимовец с соавторами считают, что существующие нормативы качества оросительной воды, показателей засоления, осолонцевания, ощелачивания и других процессов часто завышены и их нельзя использовать в качестве экологических критериев [3].

Устойчивость агроландшафта согласно ГОСТу 17.8.1.01-80 определяется как способность сохранять структуру и свойства, выполняя в условиях антропогенных воздействий функции воспроизводства ресурсов и среды, а также социально-экономические функции. Вместе с тем устойчивость и стабильность отдельных параметров экосистемы, обратимость и необратимость процессов в агроирригационных и богарных условиях также трактуются неоднозначно. Для характеристики компонент агроландшафта, как правило, используются лишь пограничные значения состояния свойств орошаемых почв, грунтовых и оросительных вод, агроклиматических условий и некоторые другие показатели – оптимальное и критическое. Между тем для разработки стратегии и тактики рационального использования рисовых мелиоративных агроландшафтов требуется система их комплексной оценки как целостного природно-антропогенного организма, функционирование которого должно быть направлено на достижение заданного уровня продуктивности и обеспечение благоприятной экологической обстановки в регионе.

Цель исследований. Выявить объективные показатели для комплексной количественной оценки экологического состояния рисовых мелиоративных агроландшафтов. Решение поставленной задачи позволит осуществлять прогноз изменений в агроэкосистеме, принимать превентивные меры по нейтрализации развивающихся негативных процессов в агроландшафтах.

Материалы и методика. В настоящей работе проведен анализ и экспертная оценка компонент агроландшафта, выявление на их основе наиболее значимых с точки зрения функционирования последнего. Компоненты агроландшафтов представлены четырьмя блоками: почвенный, гидрологический, климатический, землепользовательский. Каждый блок включает набор показателей, позволяющих всесторонне охарактеризовывать тот или иной элемент агроландшафта. В результате экспертной оценки выделены наиболее ин-

формационно значимые из них. Были исключены характеристики, не имеющие количественного выражения (качественные показатели), а также опосредованные иными показателями. На основе этих материалов определены критерии экологической оценки, предложена методика расчета экологической устойчивости рисовых мелиоративных агроландшафтов. В качестве методологической базы принята разработка Почвенного института им. В.В. Докучаева по оценке деградации орошаемых почв [3].

Результаты исследований. Выполненные исследования позволили заключить, что оценка экологического состояния рисовых мелиоративных ландшафтов может быть дана с помощью показателей, представленных в таблице 1. Учитывая специфику рисовых мелиоративных агроландшафтов, опосредованность ряда свойств, характеризующих с разных позиций степень нарушенности, для расчета интегрального балла их количество следует ограничить несколькими наиболее значимыми показателями. В числе таких показателей в этом случае предлагается использовать данные по основным элементам климата (ФАР), засолению, фильтрационной способности, степени утраты исходных запасов гумуса и содержание обменных катионов натрия и магния в ППК почв, УГВ, SAR (*sodium adsorption ratio* – потенциал активного натрия) поливной воды. Важным показателем антропогенной деградации могут служить данные об отношении площадей рисовых оросительных систем к общей площади сельхозугодий в агроландшафте. Состояние каждого из них может изменяться от нормального до сильно неблагоприятного, а любому состоянию фактора отвечает вполне определенное количественное значение. Следует подчеркнуть, что данные характеристики даются с точки зрения их воздействия на функционирование рисового мелиоративного агроландшафта, благоприятствования этому.

Таблица 1. Критерии и параметры состояния структурных компонентов рисовых мелиоративных агроландшафтов

Показатели		Состояние фактора				Литературный источник
		нормальное Б=0	неблагоприятное			
			слабо Б=1	средне Б=2	сильно Б=3	
1	2	3	4	5	6	7
I. Почвенный блок						
а)	плотность, г/см ³ лугово-черноземные, луговые лугово-болотные, перегнойно- глеевые	<1,20 <1,30	1,21-1,25 1,31-1,35	1,26-1,30 1,36-1,40	>1,30 >1,40	[2, 3]
б)	водопроницаемость, м/сут. (для рисовых почв)	0,01- 0,002	0,010- 0,012 0,001- 0,002	0,012- 0,017 0,0001- 0,001	>0,017 <0,0001	[12]
в)	содержание токсичных солей, %, с участием соды без участия соды	<0,05 <0,10	0,05-0,10 0,10-0,30	0,11-0,30 0,31-0,50	>0,30 >0,50	[3]
г)	токсичная щелочность, мг-экв./100 г	<0,7	0,7-1,0	1,1-1,5	>1,5	[3]
д)	содержание обменного натрия, % от ППК	<3	3-5	6-10	>10	[12]
е)	содержание обменного магния, % от ППК	<15	15-30	31-45	>45	[12]

1	2	3	4	5	6	7
ж)	слигизированность, %	<10	10-20	20-35	>35	[12]
з)	уменьшение запасов гумуса, % от исходного	<10	10-20	21-30	>30	[3]
и)	отношение $C_{ГК}/C_{Фк}$ лугово-черноземные, луговые лугово-болотные, перегнойно- глеевые	>2,0 >1,5	1,5-2,0 1,0-1,5	1,0-1,4 0,9-0,5	<1,0 <0,5	[3]
к)	уменьшение мощности гумусо- вого горизонта, % от исходной	<5	5-15	16-30	>30	[1]
л)	загрязнение почв тяжелыми металлами, ПДК	ФОН	1 ПДК	1- 10 ПДК	>10 ПДК	[6]
м)	устойчивость к антропогенно- му воздействию по величине ППК, мг-экв./100 г	31-40	21-30	21-10	<10	[5]
II.	Гидрологический блок					
а)	УГВ, м	>2,0	2,0-1,5	1,5-1,0	<1,0	[8]
б)	превышение УГВ от нормы, %	<10	10-20	25-50	>50	[1, 12, 13]
в)	SAR оросительной воды	<6	6-10	10-18	18-26	[11]
III.	Блок оптимальности размещения угодий					
а)	отношение площадей рисовых систем к площади сельхозуго- дий	0,3-0,5	0,51-0,60	0,61-0,70	>0,70	[4]
б)	отношение площади сельхозу- годий к общей площади, %	<60	60-70	70-80	>80	[4]
IV.	Климатический блок					
а)	приход ФАР за период «всходы- восковая спелость», ккал./см ²	20-22	нет	нет	нет	[10]

Представленные материалы позволяют отдельно оценивать возможное ухудшение тех или иных параметров агроландшафтов, отражая проявление различных видов деградации. Преобразование агроэкологических условий в конечном итоге наиболее приемлемо выражать в виде определенных интегральных показателей.

В области Кубанской дельты, являющейся зоной рисоводства Краснодарского края, за период «всходы-восковая спелость» приход фотосинтетически активной радиации (ФАР) колеблется от 19,6 до 22,8 ккал./см². Поэтому можно считать, что энергообеспеченность продукционного процесса рисового растения практически не лимитируется и является оптимальной.

Ресурсы тепла в дельте обеспечивают созревание даже среднепоздних сортов риса. Сумма температур ≥ 0 °С за период с 20.04. по 20.09. колеблется здесь в пределах 2980-3130 °С, и ≥ 5 °С с 09.05. по 20.09. – 2700–3000 °С. Такие величины температурных факторов являются оптимальными для возделывания риса. Вместе с тем коэффициент экологического соответствия температурного фактора произрастания риса (отношение фактического значения фактора к оптимальному) в период «посев - полные всходы» может снижаться почти на 20 % [10]. Недобор суммы температур в эти фазы вегетационного периода оборачивается существенным снижением урожайности риса. Температурные условия возделывания риса примерно один раз в десять лет нельзя признать вполне благоприятными для возделывания этой культуры. Одновременно следует отметить, что для количественного выражения по фазам вегетации риса степени благоприятности температурного фактора на урожайность риса имеющихся данных пока не достаточно [5, 14].

Каждому из индивидуальных показателей экологического комплекса агроландшафта дана балльная оценка (B_i) в интервале от 0 до 3. При $B=0$ показатель имеет значения, характерные для нормального состояния; $B=1$ – низкий уровень, $B=2$ – средний, $B=3$ – высокий уровень неблагоприятного состояния. Таким образом, по каждому показателю, имеющему отношение к оценке экологической устойчивости агроландшафта, получают серию балльных оценок состояния компонентов агроландшафта. Показатель экологической устойчивости агроландшафта (P_{3y}) находят по сумме баллов отобранных показателей:

$$P_{3y} = \sum B_i,$$

где B_i – балл состояния по i -му показателю из табл. 1.

Степень экологической устойчивости агроландшафта определяют в соответствии с величиной P_{3y} (табл. 2).

Приведенная в таблице 2 оценка в своей основе имеет информационную шкалу 2^n . При $P_{3y}=0$ каждому показателю соответствует $B_i=0$, это – нормальное состояние экологической устойчивости агроландшафта, т.е. агроландшафт экологически не нарушен. Однако подобная ситуация в реальной практике маловероятна. Если $P_{3y}=1$, т.е. лишь по одному из показателей имеется низкий уровень неблагоприятного состояния, а по всем остальным – нормальное состояние, то нарушение проявляется в очень слабой степени. Верхним пределом для этой градации принята $2^2=4$. Иными словами, при очень слабой степени нарушения агроландшафта возможны различные сочетания, до четырех показателей, указывающих на низкий уровень деградации системы, или даже высокий уровень ($B=3$) по какому-либо одному показателю.

Таблица 2. Градации экологической устойчивости рисовых мелиоративных агроландшафтов

Экологическая устойчивость	Показатель экологической устойчивости (P_{3y}), балл
Устойчивость полная (нарушения отсутствуют)	0
Устойчивость очень высокая (нарушения очень слабые)	1-4
Устойчивость высокая (нарушения слабые)	5-8
Устойчивость средняя (нарушения средние)	9-16
Устойчивость слабая (нарушения сильные)	17 и более

Величине P_{3y} от 5 до 8 (2^3) отвечает слабая степень деградации или высокая экологическая устойчивость. В этом случае возможно уже достаточно большое разнообразие сочетаний, когда по различным показателям имеется неблагоприятное состояние – от низкого до высокого уровня.

При дальнейшем увеличении P_{3y} до 16 (2^4) и более возрастает как количество сочетаний, так и число показателей, характеризующих более высокие уровни неблагоприятного экологического состояния агроландшафта.

Таким образом, оценку экологической устойчивости (нарушенности) агроландшафта предлагается выполнять в два этапа. В начале оценивают состояние почв, вод, приход ФАР за период «всходы-восковая спелость», характер агроирригационной нагрузки на агроландшафт. На основе полученных индивидуальных баллов рассчитывают интегральный балл оценки экологической обстановки в агроландшафте.

Объективность показателей интегральной оценки экологической устойчивости агроландшафта обеспечивается предварительной экспертизой их значимости и исключением из суммы баллов показателей, несущих тождественную информацию.

Выводы. Методика определения экологической устойчивости рисовых мелиоративных агроландшафтов включает систему репрезентативных индивидуальных оценок состояния отдельных компонент агроландшафта, на основе которых выводится интегральный балл агроэкологического состояния объекта. Методика может быть использована для оценки экологического состояния, при разработке и проведении мероприятий, направленных на повышение эффективности функционирования рисовых мелиоративных агроландшафтов, а также определении приемов, направленных на защиту их территорий от антропогенного прессинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроэкология / Под ред. Черникова В.А., Чекереса А.И. – М.: Колос, 2002. – 535 с.
2. Бондарев А.Г., Кузнецова И.В. Проблемы деградации физических свойств почв России и пути ее решения // Почвоведение. – 1999. - № 9. – С. 1126-1132.
3. Зимовец Б.А., Хитров Н.Б., Кочеткова Г.Н., Чижикова Н.П. Оценка деградации орошаемых почв // Почвоведение. – 1998.- № 9. – С. 1119-1126.
4. Кирейчева Л.В. Комплексная мелиорация агроландшафтов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999.- № 5. – С. 24-27.
5. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. – М.: «Колос», 1996. – 367 с.
6. Колесников С.Н., Козеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологические функции почв и влияние на них загрязнения тяжелыми металлами // Почвоведение. – 2002.- № 12. – С. 509-514.
7. Парфенова Н.И., Исаева С.Д., Зинковский В.Н. Экологическое обоснование мелиорируемых земель. – М.: Колос, 2001. – 342 с.
8. Попов В.А. Регулирование грунтовых вод на рисовых системах Краснодарского края. – Краснодар: Краснодар. кн. изд-во, 1984. – 96 с.
9. Просунко В.М. Агроклиматические ресурсы и продуктивность риса. – Л.: Гидрометиздат, 1985. – 101 с.
10. Рабочий проект лизиметрического комплекса в г. Краснодаре. – Краснодар: Кубаньгипроводхоз, 1988, кн. 1. – 45 с.
11. Черниченко И.Д. Методы изучения и классификация почв и грунтовых вод. - Краснодар: Кубаньгипроводхоз, 1984. – 30 с.
12. Черниченко И.Д. Технический отчет о почвенном обследовании хозяйств Красноармейского района Краснодарского края. – Краснодар: Крайкомзем, МГП «Гея», 1994. – 114 с.
13. Черниченко И.Д. Технический отчет о почвенном обследовании АО «Приазовское» Славянского района Краснодарского края. – Краснодар: НИО «ГЕЯ НИИ», 2003. – 101 с.
14. Чирков Ю.И. Пестерева Н.М. Исследование ресурсов климата и погоды в рисоводстве. – Л.: Гидрометиздат, 1990. – 160 с.

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ ЗЕМЕЛЬ РИСОВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ

К.М. Авакян, Т.Ф. Бочко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

На основании эколого-ландшафтного анализа зоны рисосеяния Кубани и экспертной оценки структурных компонентов рисовых мелиоративных агроландшафтов определены показатели, характеризующие условия функционирования данных агроландшафтов и их количественные значения; предложен способ расчета показателя экологической устойчивости. Данный показатель должен использоваться при дифференциации территорий, разработке и проведении мероприятий, направленных на повышение эффективности рисовых агроландшафтов, а также способов их защиты от антропогенного прессинга.

TO THE QUESTION OF ECOLOGICAL PRODUCTIONAL SOILS EVALUATION OF RICE AGROLANDSCAPES

K.M. Avakyan, T.F. Bochko

All Russian Rice Research Institute

SUMMARY

On the basis of ecological productional analysis of rice sowing zone of the Kuban territory and structural components expert evaluation of rice ameliorative agrolandscapes indices were determined, which characterize functioning conditions of agrolandscape data and their quantitative values; way of ecological resistance index calculation is offered. This index should be used during territories differentiation, the elaboration and conducting of measures, directed to efficiency improvement of rice agrolandscapes, as well as ways of their protection from anthropogenic pressing.