



РИСОВОДСТВО RICEGROWING

РИСОВОДСТВО
RICEGROWING



2 / 2002

Научно-производственный журнал

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

СОДЕРЖАНИЕ

Харитонов Е.М. Рисоводческой отрасли – быть!.....	3
Захаров С.С. Ученые-растениеводы подводят итоги года уходящего и намечают планы на будущее.....	5
Васютин А.С. Состояние и перспективы развития зернового хозяйства России.....	6
Гончарова Ю.К. Проблемы и перспективы производства гибридов риса.....	14
Гончарова Ю.К. Влияние динамик цветения ЦМС линий и фертильных форм на озерненность гибридов и стерильных образцов риса.....	20
Мухина Ж.М., Супрун И.И., Костылев П.И. Генотипирование российских сортов риса микросателлитными маркерами.....	26
Костылев П.И. Наследование ряда количественных признаков у риса.....	29
Супрун И.И. Возможность использования SDS-электрофореза в сортовой идентификации и оценке сортовой чистоты риса.....	32
Кругликова Е.В. Изоэлектрофокусирование как диагностический метод выявления скрытой красnozерности риса.....	34
Кругликова Е.В., Мухина Ж.М., Ковалев В.С. Проламин зерновки риса и его использование в сортовой идентификации.....	37
Воробьев Н.В., Долгих С.Г. Влияние уровня минерального питания на посевные качества и химический состав семян риса.....	43
Шутов Д.В., Шиловский В.Н. Реакция сортов риса на азотное удобрение.....	47
Авакян Э.Р., Кумейко Т.Б., Ольховая К.К. Биохимия преодоления слоя воды различными сортами риса.....	53
Туманьян Н.Г. Разделение риса на группы по форме поперечного сечения зерновки.....	55
Попов В.А., Быстрова Е.А. Водные ресурсы низовья реки Кубани и основы их рационального использования.....	58
Парашенко В.И., Бочко Т.Ф., Белоусов И.Е., Кремзин Н.М. Изменение показателей плодородия лугово-болотной почвы при выращивании риса.....	63

Середа М.В., Шишкин В.К. Мелиоративное состояние засоленных земель на рисовых системах Ростовской области и мероприятия по их улучшению.....	68
Уджуху А.Ч., Романько А.В. Эффективность возделывания ранних яровых культур на зерно в паровых полях рисового севооборота.....	70
Жуков А.Б. Компания “Дюпон”: к высоким урожаям с помощью надежных и качественных продуктов.....	74
Рахимов Г.Н., Джураева Г.Р. Влияние нормы высева на урожайность новых сортов риса.....	76
Фанян А.Г., Власов В.Г., Фанян Г.Г. Интенсивность поражения зерновок риса альтернариозом в период уборки.....	78
Аксенов Г.В. Прогнозирование урожайности риса в условиях многофакторного воздействия.....	81
Попов В.А., Квасинин Л.Д. Физика и математическая модель транспирации риса.....	85
Конгрессы, симпозиумы, конференции (хроника научных событий).....	89
Правила оформления представляемых в редакцию рукописей.....	93

РИСОВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ - БЫТЬ!



Завершился очередной год для рисоводов Кубани, который по своим погодным условиям напоминал 1997 год. Тогда из-за дождей мы не смогли убрать значительную часть выращенного зерна. Средняя урожайность в крае составила 23,5 центнера с гектара, а валовой сбор — 236 тысяч тонн. Это был самый низкий показатель за всю историю рисосеяния на Кубани. В 1997 году мы подошли к критической черте, за которой - развал отрасли. Кстати, примеры кризисного положения мы сегодня видим в республике Адыгее, Приморском крае, Астраханской области и других рисосеющих регионах. Да, ситуация была очень сложной, но принятыми мерами удалось не только сохранить рисоводство, но и стабилизировать положение.

Три года подряд аграрии Кубани, несмотря на все экономические сложности, получают высокие урожаи белого зерна. Особенно показательным был минувший год, в котором, несмотря на сложные погодные условия уборки, Краснодарский

край получил в среднем по 48,5 центнера с гектара, а валовой сбор превысил 470 тысяч тонн. При этом самый высокий урожай собрали в Красноармейском (51 центнер с гектара) и Славянском (48,6 центнера с гектара) районах, которые стали настоящими флагманами рисоводческой отрасли не только Кубани, но и всей России. Лучшие хозяйства - РГПЗ "Красноармейский", ЭСП "Красное" Красноармейского района, колхоз им. XXII съезда КПСС Славянского района - получили свыше

65 центнеров риса с каждого гектара. Это передовики, на которых равняются остальные хозяйства. Следует отметить тенденцию к увеличению числа хозяйств, обеспечивших повышение урожайности риса до 40 и более центнеров с гектара. Так, если в 2000 году из 52 рисоводческих хозяйств только 34 получили урожай более 40 центнеров с гектара, то в 2002 году таких было уже 49. Элитные посевы занимали 9,2 процента всей площади. Среди сортов наиболее высокие показатели у Лимана, увеличились площади под новым высокоурожайным Рапаном. Работы по подкормке риса минеральными удобрениями и защите от сорняков были проведены своевременно и с высоким качеством. При подведении итогов смотра состояния посевов риса, проведенного комитетом по рисоводству и учеными ВНИИ риса в июле 2002 год с участием специалистов хозяйств, отмечалось хорошее состояние стеблестоя этой культуры и прогнозировались отличные виды на урожай.

Но, если погода в период уборки зерновых колосовых дала возможность хлеборобам Кубани собрать небывало высокий урожай, то к производителям риса она была не так благосклонна. Частые дожди в течение трех осенних месяцев помешали рисоводам получить рекордный урожай. За 46 дождливых дней выпало около 200 мм осадков.

Высокая влажность вызвала полегание посевов риса. Это еще больше осложнило ход уборочных работ.

Анализ машиноиспользования, проведенный специалистами краевого комитета по рисоводству, позволил выявить, что обмолот риса в нынешнем году был осуществлен в среднем по краю за 24 календарных дня при продолжительности уборочной кампании - 107 дней, т. е. в течение 73 дней рисоуборочная техника не могла из-за непогоды войти в рисовые чеки. Хотя в среднем по краю в течение всего уборочного периода техническая готовность рисовых жаток поддерживалась в хозяйствах на уровне 89 процентов, рисоуборочных комбайнов - 87 процентов.

Проблема оснащения рисоводческих хозяйств уборочной техникой по-прежнему остается наиболее острой для отрасли. При плане увеличения площади под рисом на Кубани до 120 тысяч гектаров (т. е. 50 % РОС), для своевременного обеспечения уборки урожая сельхозпредприятиям недостает около 700 рисоуборочных комбайнов.

В последние годы вопросы техперевооружения рисосеющих хозяйств привлекают внимание Администрации и Законодательного собрания Краснодарского края. На заводе "Краснодаррисмаш" недавно был изготовлен опытный образец рисозерноуборочного комбайна нового поколения СКР-7ПГ "Кубань" на пневматическом ходу с возможностью перевода на полугусеничный ход.

Эта машина имеет улучшенные технические и эксплуатационные характеристики и на проведенных испытаниях показала заметные преимущества перед зарубежными аналогами.

Комбайн можно использовать в рисосеющих хозяйствах для уборки зерновых колосовых как в высоких чеках при уборке риса, так и в низких переувлажненных с использованием полугусеничного хода. Значительно увеличивается при этом сезонная нагрузка на комбайн, снижается срок окупаемости и затраты на его транспортировку с использованием трейлеров. К тому же цена СКР-7ПГ в 2-2,5 раза ниже импортных комбайнов, что очень важно для хозяйств.

Улучшению положения дел в отрасли во многом способствовало и внимание со стороны федеральных и краевых властей, государственная поддержка отечественного рисоводства в области мелиорации.

Долгое время проблемой оставался недостроенный Тиховский гидроузел, без которого в засушливые годы рисоводам края не хватало воды. Сейчас строительство ведется достаточно активно. Выделенные в 2002 году 90 млн. рублей были освоены еще до 1 декабря. Есть уверенность, что гидроузел начнет действовать к планируемому сроку — концу 2004 года. Это даст водохозяйственному комплексу дополнительные 600 млн. кубометров воды и обеспечит гарантированное орошение рисовых чеков в низовьях рек Кубани и Протоки, а также позволит регулировать паводковые воды.

На длительную реконструкцию останавливается Шапсугское водохранилище. Есть опасность, что в результате 3,5 тысячи гектаров рисовых полей Северского района могут остаться без оросительной воды. Однако руководство края нашло выход и выделило более 60 млн. рублей на строительство нового крупного водозаборного комплекса. Уже в будущем году на рисовые поля этого района пойдет вода реки Кубани.

И все же потенциальные возможности рисового комплекса края используются недостаточно. Рисоперерабатывающие заводы загружены на 40 процентов, себестоимость производства зерна риса остается высокой, а цена реализации не соответствует реальным затратам.

Решение этих проблем — в разумной ценовой политике, квотировании импорта зерна и защите отечественного производителя. За последние два года сделано немало. Однако решение о повышении импортной пошлины на рис до 10 процентов не сняло вопроса. Сейчас в Правительстве обсуждается возможность увеличения размера пошлины до 30 процентов и введения квоты на ввоз риса в Россию в размере до 350 тыс. тонн.

Все это имеет жизненно важное значение для нас, поскольку более 500 тыс. работников аграрного комплекса края и различных вспомогательных предприятий связаны с производством риса.

Уважаемые коллеги! Несмотря на все сложности уходящего года, я с оптимизмом смотрю в будущее. И для этого есть основания. Рисоводы Краснодарского края доказали, что напряженный труд, помноженный на горячее желание вывести отрасль из кризиса, уже приносит результаты. Процесс оздоровления идет, идет сложно, порой мучительно, но идет. Возможно, не все получается так, как хотелось бы, однако стремление кубанцев вернуть зерновому полю края славу российской житницы, означает, что шансы возродить утраченное есть. Уверен, наши усилия принесут плоды. А если удастся осуществить меры, намеченные Правительством страны, мы с вами получим приемлемые условия для развития отрасли. Надеюсь, это произойдет уже в новом, 2003 году. Признаюсь, очень хочется, чтобы третий год III тысячелетия оправдал наши надежды на благоприятные перемены к лучшему - и в стране, и в рисоводческой отрасли, и в жизни каждого из нас. Счастья и благополучия вам и вашим близким!

Е.М. Харитонов,
директор ВНИИ риса
профессор

Потенциал увеличения посевных площадей под рисом в большинстве стран исчерпан. Следовательно, только повышение урожайности может способствовать росту валовых сборов зерна.

«Зеленая революция» позволила значительно увеличить в 60-х годах прошлого века урожайность риса за счет изменения морфотипа растений, применения сортов отзывчивых на высокие дозы удобрений, расширения орошаемых площадей.

Следующий этап повышения урожайности культуры в конце 70-х начале 80-х годов был результатом широкого промышленного получения гибридов риса. Применение гетерозисных гибридов позволило значительно увеличить урожайность многих культур. Гибриды риса впервые в производственных масштабах были получены в Китае в 1973 году. Гетерозисные гибриды не только превосходят лучшие сорта традиционной селекции по урожайности в среднем на 20-50%, но и имеют увеличенное содержание белка в зерне, а также обладают повышенной адаптивностью к неблагоприятным факторам внешней среды. Производители гибридов отмечают их большую устойчивость к засолению, повышенным или пониженным температурам, вредителям и болезням в различные фазы развития.

Потенциал продуктивности вновь создаваемых гибридов растет по мере создания новых более урожайных сортов традиционной селекции. Так, супергибриды риса, созданные в последние годы в Китае, превосходят по урожайности гибриды «первого поколения» на 15-20%, а потенциал их продуктивности составляет 12-15 и более т/га.

Около 20 стран уже начали собственные селекционные программы по гибриднему рису, налажено производство около 40 гибридов. Наибольших успехов в данном направлении добились Китай, Вьетнам, Индия, Филиппины, США, Бангладеш. Посевные площади под гибридами риса в тропиках приведены в табл. 1.

Таблица 1

Посевные площади под гибридами риса в странах тропической зоны, тыс.га

Страна	Годы					
	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Бангладеш			25,0		15,0	
Индия	60,0	100,0	130,0	150,0	200,0	200,0
Филиппины			1,0		7,0	6,0
Вьетнам	127,7	187,7	200,0	233,0	340,0	450,0
Общее	187,7	287,7	356,0	383,0	562,0	656,0

Производство гибридов в Китае. Общая площадь, занятая посевами риса в Китае, -30 миллионов гектаров. Посевы гибридов занимают более половины всей посевной площади под рисом (16млн. га). Средняя урожайность риса по стране-6,2 т/га, гибридов-6,9 т/га, сортов-5,4 т/га.

Причем средняя урожайность как гибридов, так и сортов за последние 25 лет возросла на 62% и 54% соответственно. Урожайность гибридов во все годы была выше урожайности сортов традиционной селекции. В то же время процент превышения значительно варьировал от 21,1% до 53,2 %, достигая максимума в неблагоприятных условиях (L.P. Yuan, 2002).

С 2000 года начались испытания нового поколения гибридов (супергибридов риса). Испытания проводятся в 20 местностях на участках от 6,7 до 67 га каждый. Средняя урожайность гибридов на демонстрационных посевах 10,5т/га. Урожайность на участках коммерческого производства (1,2 млн. га.) в 2001г. составила 9,2 т/га. У некоторых гибридов на экспериментальных участках урожайность 12-15 т/га. В целом потенциал продуктивности нового поколения гибридов, широкое производство которых намечено на 2005 год, превышает таковой у гибридов первой волны на 15-20% и составляет 12 т/га. Намечено увеличение площади посевов под гибридами риса до 60% к 2005 году.

Основное внимание на данном этапе уделяется расширению посевной площади под гибридами

на севере Китая (4,5 млн. га), где главным образом выращивается рис японского подвида, и гибриды занимают только 10% посевной площади. Отмечен недостаток в получении высоко гетерозисных комбинаций подвида japonica, адаптированных к условиям северного Китая, а также повышения качества и уменьшения периода вегетации существующих гибридов (Ma Guohui and Yuan Longping, 2002), табл. 2.

Таблица 2

Площадь посевов и урожайность гибридов риса в Китае (1976- 2000 гг.)

Год	Посевная площадь под рисом, млн. га	Гибриды риса			Сорта риса, урожайность, т/га	Превосходство гибридов над сортами по урожайности, %
		площадь, млн. га	%	урожайность, т/га		
1976	36,2	0,14	0,4	4,2	3,5	21,1
1977	35,5	2,1	5,8	5,4	3,5	53,2
1978	34,4	4,3	12,4	5,3	3,8	41,6
1979	33,9	5,0	14,8	5,3	4,1	29,3
1980	33,9	4,8	14,2	5,3	3,9	34,4
1981	29,9	5,1	17,2	5,3	4,1	29,3
1982	33,1	5,6	16,9	5,9	4,4	31,9
1983	33,1	6,7	20,3	6,4	4,8	33,5
1984	33,1	8,9	26,8	6,4	5,0	28,3
1985	32,1	8,4	26,2	6,5	4,8	34,4
1986	32,3	8,9	27,7	6,6	4,9	35,9
1987	32,3	10,9	33,9	6,6	4,9	38,4
1988	32,0	12,7	39,6	6,6	4,5	45,4
1989	32,7	13,0	39,8	6,6	4,8	38,2
1990	33,1	15,9	48,2	6,7	5,3	25,6
1991	32,6	17,6	54,0	6,6	4,6	44,3
1992	31,7	15,5	50,9	6,6	5,0	33,0
1993	30,0	15,4	51,3	6,7	5,0	34,8
1994	30,2	15,5	51,3	6,7	5,1	30,6
1995	30,8	15,9	51,8	6,7	5,1	31,0
1996	31,4	15,9	50,7	6,7	5,3	26,5
1997	31,8	16,1	50,8	6,7	5,4	25,1
1998	31,2	15,8	50,5	6,8	5,3	26,4
1999	31,3	16,1	51,6	6,8	5,3	27,2
2000	30,2	15,4	51,1	6,8	5,4	25,9

Гибриды, выведенные за пределами Китая. Национальные программы по гибриднему рису приняты во многих странах юго-западной Азии. При поддержке Международного института риса (IRRI) ежегодно проводятся курсы подготовки и консультации по селекционным и семеноводческим вопросам производства гибридов риса (S.S.Virmani, 2002). В Индии за период с 1994 по 2001 годы было получено 28 гибридов, причем 9 из них совместно с IRRI. Собственные гибриды создают Вьетнам, Филиппины, Бангладеш, Индонезия, США (табл. 3).

Новые источники генов стерильности. Идентифицировано 3 гена (pms1, pms2, pms3) фоточувствительной генной мужской стерильности (ФГМС), которые расположены в 7,3 и 12 хромосомах соответственно (Lu Xing-Gui, 2002).

Гибриды, созданные за пределами Китая

Страна	Количество гибридов	Годы получения	Совместно с IRRI
Индия	28	1994-2000	9
Вьетнам	7	1993-2000	4
Филиппины	9	1994-2002	3
Бангладеш	1	2001	1
Индонезия	4	2001-2002	2
США	1	1999	-

Пять генов (tms1, tms2, tms3, tms4, tms5) термочувствительной генной мужской стерильности (ТГМС), расположены в 8;7;6;9 и 2 хромосомах соответственно. Данные линии могут быть идентифицированы в поле, когда температура на 1-2 градуса ниже или выше, чем обычно. Найдены молекулярные маркеры для идентификации экологической генной мужской стерильности.

При термочувствительной ГМС растения фертильны при низких (23 °С) и полностью стерильны при высоких температурах (28°С). Стерильность фоточувствительной ГМС наблюдается при длинном дне (более 15 часов), фертильность - при коротком (менее 14,5 часа). Применение ТГМС и ФГМС частично облегчает задачу создания гетерозисных гибридов по сравнению с использованием ЦМС (цитоплазматической мужской стерильности), так как не требует поиска восстановителей фертильности, тем не менее, также требует создания или поиска линий с высоким уровнем аллогамии - проблемы, наиболее актуальной для всей гетерозисной селекции риса. Большинство генов, вызывающих ТГМС или ФГМС-рецессивны, но найдены линии с доминантными генами. Температура, трансформирующая фертильность, индивидуальна для различных линий, и одной из задач селекционеров является поиск линий с широким размахом стерилизующих условий, обеспечивающих более стабильное получение гибридных семян.

Гены фоточувствительной и термочувствительной генной мужской стерильности переносятся в элитные и перспективные линии в таких странах как Филиппины, Бангладеш, Китай, Шри-Ланка, Египет, Индия, Вьетнам. Одновременно Бангладеш, Иран, Шри-Ланка, Египет, Индонезия испытывают линии, полученные в IRRI.

В 2001 году переданы для производства в коммерческих масштабах 32 различных двухлинейных гибрида, испытания которых продолжаются в различных регионах. Размножают данные линии осенью или зимой при поливе холодной водой. Они также могут быть размножены в высокогорных условиях. Двухлинейные гибриды в Китае занимают площадь 2,5 млн. га, и по урожайности превосходят традиционные трехлинейные гибриды на 5- 10%.

Альтернативные пути получения гибридов. Предложено несколько альтернативных путей получения гибридов. Один из них - закрепление гетерозиса различными методами. В связи с этим обсуждается возможность получения вегетативно размножающихся многолетних растений риса. Среди диких родственников *Oryza sativa* существует несколько многолетних корневищных форм, например, *Oryza longistaminata*. Генетический анализ показал, что гены, ответственные за формирование корневища, расположены в третьей и четвертой хромосомах и ассоциированы с локусами OSR 16, RM 119 соответственно (F.Hu et al, 2002). О гибридизации данных видов сообщалось неоднократно, но из-за тесной взаимосвязи признаков, определяющих развитие корневища, и признаков, определяющих низкую семенную продуктивность, формы, сочетающие в себе высокую продуктивность и способность к вегетативному размножению, выделить пока не удалось.

Другой метод стабилизации гетерозиса - апомиктичное размножение гибридов, также предложен уже давно. Апомиксис, или бесполое размножение, известен более чем у 300 видов, включая, кукурузу, сорго, пшеницу. Однако у наиболее близких родственников апомиктичное размножение не обнаружено.

Наиболее характерно для злаков образование апомиктично размножающихся форм путем

апоспории или образование адвентивного эмбриона. При апоспории зародыш образуется не из клеток археспория, а из соматических клеток семяпочек, причем происходит замена мейоза рядом соматических митозов. Адвентивная эмбриония характеризуется дегенерацией полового зародыша на ранних этапах развития, что стимулирует соматические клетки нуцеллуса, которые, разрастаясь, дают начало тканям, проникающим в зародышевый мешок и заменяющим зародыш. Однако гены, отвечающие за апомиктическое размножение, до сих пор не идентифицированы, даже не ясно их число. Были произведены попытки перенести признак из модельного растения арабидопсис в растения риса методами биотехнологии, но трансформированные растения риса быстро теряли способность к апомиктическому размножению (J.Bennett et al, 2002).

Получение синтетических семян гибридов позволило бы сократить площади, занимаемые семенными посевами и получать семена круглогодично. Под синтетическими семенами в данном случае подразумевается использование соматических эмбрионов в качестве эндосперма которых служит смесь регуляторов роста, элементов питания и антибиотиков. Для эффективного хранения синтетических семян необходимо объединить характеристики, связанные с состоянием покоя и устойчивостью к высушиванию. Технология саморазрушения оболочки включает замачивание семян в KNO_3 , увеличивающего скорость прорастания и превращение. Проведены испытания полученных синтетических семян гибридов. Максимальный процент получения проростков в опыте - 50% (V. Krishnasamy, 2002). Дальнейшие исследования направлены на массовое производство соматических эмбрионов, автоматизацию их получения и разработку методов хранения и высадки в поле.

Разработка методов, снижающих стоимость получения гибридных семян. Для увеличения выхода метелки при производстве гибридных семян используют гиббереллиновую кислоту, что является одной из главных причин высокой цены гибридных семян, а также способствует снижению качества получаемого материала и загрязнению окружающей среды.

Плохой выход метелки значительно уменьшает озерненность стерильных линий, так как для многих стерилизующих цитоплазм характерно сокращение длины верхнего междоузлия. Около одной трети метелок не выходит из влагалища флагового листа у стерильных линий 97A, V20A, Ya ZA, Wu10 A.

Использование гиббереллиновой кислоты значительно повышает цену гибридных семян, а снижение ее количества, вносимого на гектар, является основной целью исследований ученых Индии и Вьетнама. Раннее проведенные исследования показали, что выход метелки возрастает по мере увеличения количества вносимой гиббереллиновой кислоты (GA_3) до 240г/га, причем увеличивается и выход рылец. Установлено, что обработка смесью GA_3 и 0,5% борной кислоты увеличивает озерненность гибридов до 30,1%, по сравнению с контрольным образцом 24%. Значительно снижает цену гибридных семян применение мочевины (1%), борной кислоты (1%), сульфата цинка (0,1%), бифосфата калия (0,2%) в комбинации с гиббереллиновой кислотой 30 г/га, не снижая выхода гибридных семян (M.P. Pandey, 2002).

Другой метод решения данной проблемы предложен китайскими учеными: применение мутантных форм с геном *eui*, увеличивающим верхнее междоузлие (Yang et al, 2002). Идентифицированы две пары рецессивных генов неаллельных друг другу *eui* 1 и *eui* 2, которые расположены соответственно в 5 и 10 хромосомах. Ген *eui* 1 увеличивает длину 1,2,3 междоузлия, *eui* 2 только длину верхнего междоузлия. Присутствие данных генов не только обеспечивает полный выход метелки, но и увеличивает ее длину, длину колосков, выход и продолжительность восприимчивости рылец, а также восприимчивость растений к гиббереллиновой кислоте. Эффект гена *eui*, 1 значительно варьирует в зависимости от условий среды по сравнению с *eui* 2. Гены увеличивают выход метелки соответственно на 5-10 см и 3-5 см, число зерен на ней, и массу 1000 зерен на 0,5-1,5г, уменьшая количество метелок на м².

Получение гибридных семян в странах, не применяющих рассадную технологию. Одним из методов позволяющих отказаться от рассадной технологии является применение разбросного посева гибридных семян. Была отмечена лучшая способность к кущению у гибридов по сравнению с сортами, позволяющая сократить количество высеваемых семян до 30 кг/га. Подобный метод

применяется при производстве гибридов в Японии, Корее, США. Однако отмечено, что при механизированном посеве невозможно использовать несколько сроков сева, и возникает необходимость подбора синхронно цветущих родительских линий. Для этих целей в Бразилии ежегодно испытываются 2000-3000 гибридов, из которых 200 отбирается для дальнейшего изучения (J. Taillebois and A. Maronezzi, 2002). Кроме того, создаются 400-600 стерильных линий. Величина гетерозиса в проведенных исследованиях возрастает в ряду гибридов japonica/japonica (7-13%), indica/indica (18-23%), japonica/indica (42-47%). Однако достаточно часто межподвидовые гибриды характеризуются высокой стерильностью, преодолеть которую возможно путем введения генов широкой совместимости (WC), препятствующих абортации гамет. Линии подвида japonica чаще несут гены широкой совместимости, чем линии подвида indica. Найдены молекулярные маркеры, тесно связанные с данными локусами, что облегчает поиск линий обладающих генами WC.

Предложен разбросной метод посева для растений на стадии 4-5 листьев. Данный метод позволяет значительно сократить трудоемкость процесса по сравнению с рассадной технологией. Кроме того, уменьшается время, необходимое для закладки метелки и кущения, что сокращает вегетационный период. Однако при этом способе уменьшается количество колосков на метелку, но увеличивается число продуктивных стеблей и колосков на площадь поверхности (Chen Ren-Tian, 2002). Данный метод может быть с успехом применен и в России на участках с плохой полевой всхожестью семян.

Для уничтожения линии опылителя предложено введение гена устойчивости к гербициду в стерильную линию, что позволяет легко уничтожить опылитель после цветения, обработав посевы гербицидом. Причем для получения гибридных семян высевают в соотношении 4:1 стерильную линию и восстановитель фертильности или закрепитель стерильности (Nak Soo Suh, 2002). Этот же метод предложен для уничтожения краснозерных форм.

Физиологические причины гетерозиса. Низкое содержание АТФ (аденозинтрифосфата), низкая активность аденозиндифосфат глюкозо-пирофосфорилазы (АДФГФ) и крахмал - синтетазы - причина низкой выполненности семян некоторых гибридов. Для гибридов с плохой выполненностью семян характерна более низкая скорость роста на начальных этапах, характеризующаяся невысоким содержанием растворимых сахаров и крахмала. Обработка N₆-(бензил) аденином в стадии начала выметывания значительно повышала выполненность метелок. Тогда как обработка циклогексимидином оказывала противоположное действие (J. Yang et al, 2002).

Разработка технологии выращивания гибридов проводилась в нескольких климатических зонах Индии (в 2000 г. - в 18 местностях, в 2001г. - в 29). Испытания показали, что гибриды требуют разного количества вносимого азота в изученных местностях, однако во всех случаях их отзывчивость линейно возрастала до 150 кг/га, после чего эффективность внесения азотных удобрений снижалась.

Изучалось также взаимодействие азотных и калийных удобрений на постоянном фоне фосфорного питания. Отзывчивость на внесение калия возрастает на среднем уровне азота (90 кг/га), но остается постоянной на высоком фоне азотного питания. Это указывает на важность внесения калийных удобрений на низких фонах азотных удобрений.

В большинстве областей гибриды показали большую отзывчивость на уровень минерального питания. Отмечена большая эффективность использования азота гибридами как на низком, так и на высоком фоне минерального питания. Большая урожайность гибридов достигается за счет увеличения листовой поверхности, увеличенного содержания хлорофилла, числа колосков на метелку и метелок на единицу площади поверхности.

Гибриды риса также обладают большей солеустойчивостью, что подтверждается исследованиями египетских ученых, которые показали повышение гетерозиса до 20-30% на засоленных почвах по сравнению с контролем, на котором величина гетерозиса у изучаемых гибридов не превышала 15-20 % (A.O. Bastawisi et al, 2001).

ЛИТЕРАТУРА

1. Yuan L.P. Future outlook on hybrid rice research and development//Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P. 3.

2. Bennett J., Xuezhong Bi, Kathiresan, Chaudhury A., Ivahova A., Payne T., Dennis L., Khush G. Molecular tools for achieving synthetic apomixes for hybrid rice // Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P. 12.

3. Ma Guohui and Yuan Longping Achievements and development of hybrid rice in China // Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P. 22.

4. Bastawisi A.O., Ei-Mowafi H.F., M.i.Abo Yousef, Draz A.E., I.R.Aidy, M.A. Maximos, Badawi A.T. Hybrid rice in Egypt // Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P. 23.

5. J. Taillebois and A. Maronezzi. Hybrid rice breeding for upland mechanized conditions // Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P. 33.

6. Hak Soo Suh, Dong Sun Lee, Lijuan Chen, Shin Je Kim. Hybrid rice seed production using herbicide-resistant GMS lines // Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P. 48.

7. Chen Ren Tian, Deng Guo-Fu, Mao Chang-Xiang Growth features and cultural approaches for seedling-broadcast seed parents in hybrid rice seed production // Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P. 50.

8. Yang Ren-cui, Huang Rong-hua, Zhang Shu -biao, and Zhang Qing-qi Establishment of the eui-hybrid rice breeding system in China lines // Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P. 51.

9. S.V.Subbaiah, R.M.Kumar, S.P.Singh, A.S. Ram Prasad, and M.I Ilyas Ahmed Nutrient-use efficiency and response of NPK in rice Hybrids in India // Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P. 52.

10. V. Krishnasamy Synthetic seed : an alternate potential method of propagation for hybrid rice // Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P. 103.

11. S.S.Virmani Advances in hybrid rice research and development in the tropics // Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P. 4.

12. Lu Xing-Gui, Tong-Min Moн, N.T. Hoan, and S.S.Virmani Two-line hybrid rice breeding in and outside China // Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P. 6.

13. C.X. Mao and S.S.Virmani Opportunities and challenges for improving hybrid rice seed yield and seed purity // Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P. 9.

14. F. Ни, P. Xu, J. Li, J. Zhou, E. Sacks, Z. Li, D. Tao Rice heterosis fixing by means of vegetative propagation from *Oryza longistaminata* // Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P. 95.

15. M. P. Pandey, J.P. Singh, S.K. Shukla, P.N. Singh and Dwivedi A technique for economizing on the seed production cost in hybrid rice // Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P.124.

16. J. Yang, S. Peng, Z. Wang, Q. Zhu Characteristics and physiology of grain filling in japonica/ indica hybrid rice // Abstracts 4th International Symposium on Hybrid rice. - 2002. - P. 132.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ГИБРИДОВ РИСА

Ю. К. Гончарова

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

В обзоре рассмотрены причины, сдерживающие развитие гибридного риса, его производство в Китае и странах Юго-Восточной Азии, современные методы снижения стоимости гибридных семян.

PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF HYBRID RICE PRODUCTION

Yu.K. Goncharova.

All -Russian Rice Research Institute

SUMMARY

The author studies the reasons, limiting of hybrid rice development, produced in China and countries of South East Asia and other parts in the World; the modern methods of increase the production of hybrid seeds.

ВЛИЯНИЕ ДИНАМИК ЦВЕТЕНИЯ ЦМС ЛИНИЙ И ФЕРТИЛЬНЫХ ФОРМ НА ОЗЕРНЕННОСТЬ ГИБРИДОВ И СТЕРИЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ РИСА

Ю.К. Гончарова, к.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса.

Гетерозисные гибриды производят во многих странах. Они обеспечивают дополнительно до 3 т/га зерна. По сравнению с лучшими сортами традиционной селекции производство их связано с определенными проблемами (Ahmed M. I. et al, 1998, Darwale R., Singh A., 1997). Одна из них - отсутствие восстановителей фертильности среди образцов подвида *japonica*, выращиваемых в нашей стране (Дзюба В.А., Сингильдин Г.А., 1981), другая - производство гетерозисных гибридов по китайской технологии требует применения ручного труда для увеличения аллогамии. Однако восстановители фертильности подвида *japonica* созданы при переносе Rf генов от сортов подвида *indica* сортам подвида *japonica* (Гончаров С. В., 1992г.). Величина аллогамии ЦМС линий, восстановителей фертильности и закрепителей может быть значительно увеличена путем отбора форм, сочетающих в себе положительные цветковые и агрономические характеристики (Ely S. R. et al, 1998).

Целью нашей работы было изучение динамик цветения стерильных и фертильных линий, а также отбор линий с улучшенными характеристиками, способных обеспечить экономически оправданный выход гибридных семян без дополнительного опыления.

В Китае в 1970 году получали 400-900 кг/га семян стерильной линии и 1 - 1,5 т/га гибридных семян. Сейчас благодаря успехам селекции на повышение величины аллогамии, этот показатель доведен до 2,24 т/ га. Планируется дальнейшее его повышение до 3 т/га посредством увеличения популяции родителей на единицу площади, дальнейшего увеличения аллогамии, улучшения предпосевной обработки почвы. Показано, что при перекрестном опылении 18-34 % получаемый урожай гибридных семян равен 0,66 - 1,68 т/га. Урожай семян гибридов повышается до 2,5 т/га при озерненности ЦМС линий 74 % (Virmani S. S. and Kumar I., 1997).

Материалы и методика исследований. Для изучения особенностей цветения и выметывания фертильных линий нами были взяты сорта Сюрприз, Родник, Альтаир - закрепители стерильности. Стерильные аналоги этих сортов, полученные после четырехкратного насыщающего скрещивания со стерильными линиями Пластик А, ВНИИР 1390 А. Для изучения

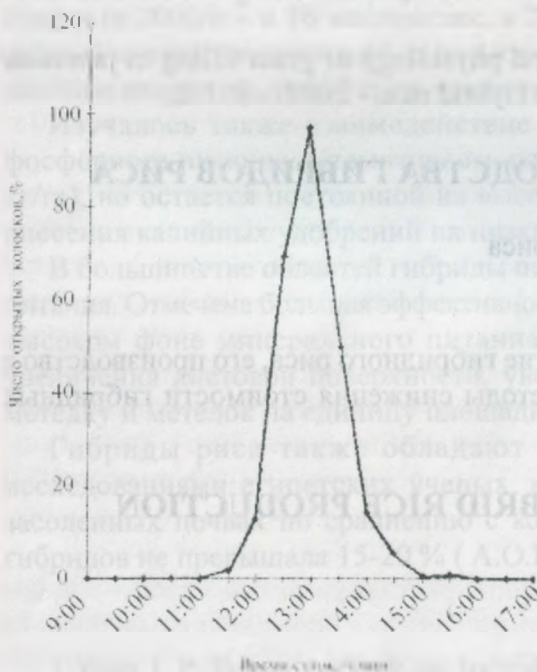


Рис. 1. Суточная динамика количества открытых колосков на метелке фертильных линий риса.

продолжительности цветения метелки мы использовали отобранные линии с улучшенными цветковыми характеристиками, полученные в результате циклического скрещивания 5 сортов (Victoria tarsio, Паноза, Родник, Первоцвет, Спальчик). Изучение суточной динамики цветения проводили в ясные солнечные дни во время массового цветения образцов. Количество открытых и закрытых колосков на метелке подсчитывали каждые 20 минут. Ученные колоски маркировались фломастером. Длительность цветения метелки определяли регистрацией даты раскрытия колоска, зацветшего первым, и отцветшего последним. Наблюдения вели ежедневно над десятью нормально развитыми растениями одного образца с 9 до 16 часов. Цветковые чешуи отцветших колосков окрашивали в цвет, принятый для определенного дня.

Продолжительность выметывания определяли ежедневно путем подсчета на 20 растениях количества выметавших метелок. За начало периода выметывания принимали дату появления первой метелки. За конец -

выход всех метелок исследуемых растений из влагалищ флаговых листьев.

Период открытого состояния отдельных колосков определяли как время от начала открытия цветковых чешуй до их полного закрытия. Ежедневно в течение шести дней анализировали три-четыре цветка. На метелках главных побегов цветки отмечали тушью, метелки- этикетками. Прохождение цветения отдельным колоском регистрировали через каждые пять минут.

Результаты. Несинхронность цветения ЦМС форм и фертильных линий как суточная, так и разница в продолжительности вегетационного периода до выметывания, значительно уменьшает озерненность ЦМС образцов и гибридов. В связи с этим особое значение приобретает изучение динамики цветения и создание синхронно цветущих ЦМС и фертильных линий. Нами изучались следующие признаки: суточная динамика цветения отдельных метелок, динамика цветения метелки по дням, продолжительность цветения отдельных колосков и возможность их повторного открытия. Изучение суточной динамики цветения полученных нами

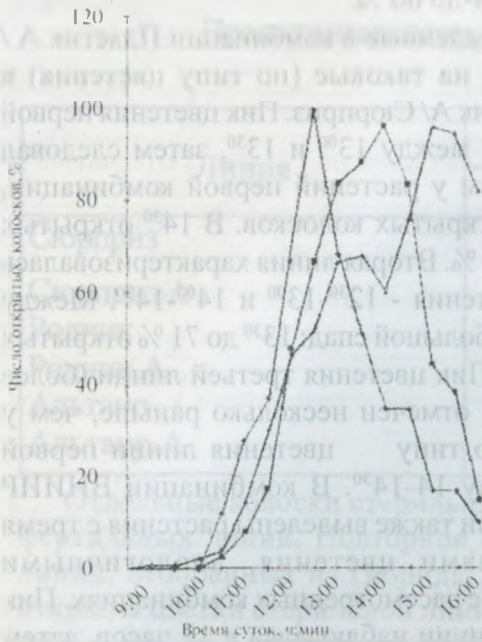
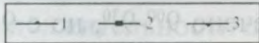


Рис. 2. Различные типы суточной динамики (1, 2 и 3) у ЦМС-линий, выделенных из потомства комбинации Пластик x Сюрприз (1995 г.)



фертильных линий (с улучшенными характеристиками цветка) не показало существенных различий между ними. Цветение фертильных линий начиналось в 11⁰⁰-11³⁰ утра и заканчивалось в 15 часов. В 12³⁰ было открыто 69 % цветков, пик цветения наблюдался между 12³⁰ и 13 часами, затем с 14 часов следовало резкое снижение количества открытых цветков – до 14,7 %. Большинство фертильных линий начинало цветение между 11 и 12 часами, в 11-11³⁰ начинали цветение 2 линии *Victoria tarsio*/ Паноза и Первоцвет/Паноза. Три линии- Первоцвет/Паноза, Родник/Паноза, Спальчик/Паноза показали более раннее наступление пика цветения, который наблюдался у них в 12³⁰. Линия Спальчик/*Victoria tarsio* имеет более растянутый пик цветения с 13 до 14 часов, она также цвела дольше других линий-до 16 часов. Обобщенный график цветения фертильных линий приведен на рисунке 1. Суточная динамика цветения стерильных линий значительно отличается от фертильных. На рисунке 2 показано наличие у них, как минимум, трех различных типов цветения. В комбинации Пластик /Сюрприз выделенные нами линии значительно различаются по динамике цветения. Цветение первой линии начиналось в 10³⁰-11 утра, максимальное количество колосков открывалось в 15 часов, затем следовало резкое снижение их количества, и уже в 15³⁰ было открыто всего 68 % от общего количества колосков, открывавшихся в этот день. В 16⁰⁰ цвело всего 16,7% колосков этой линии. Вторая линия характеризовалась менее выраженным пиком цветения, более растянутым во времени. Начало цветения этой линии отмечено в 9-9³⁰ утра, пик цветения наблюдался между 14-14³⁰ часами, затем к 15³⁰ следовало уменьшение количества открытых колосков до 44,2 %. Пик цветения третьей линии был еще более поздним - 15⁰⁰. Наблюдалось 2 пика цветения: 14⁰⁰ до 68 % открытых колосков, и в 15⁰⁰ - до 15,7 %, между которыми отмечено уменьшение количества

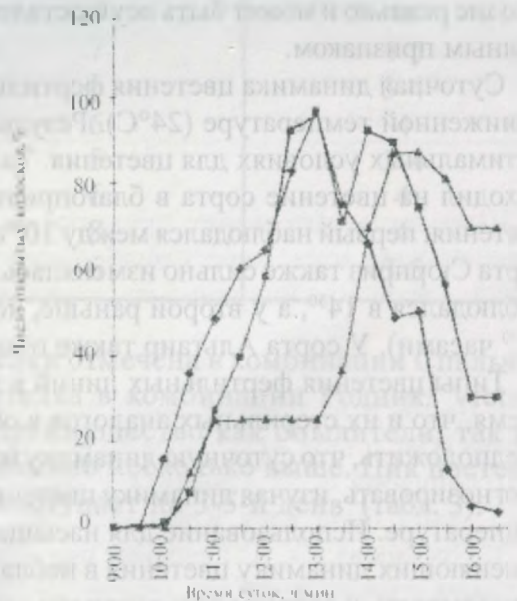
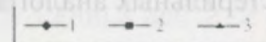


Рис. 3. Различные типы суточной динамики цветения (1, 2 и 3) у ЦМС-линий, выделенных из потомства комбинации Пластик x Родник (1995 г.)



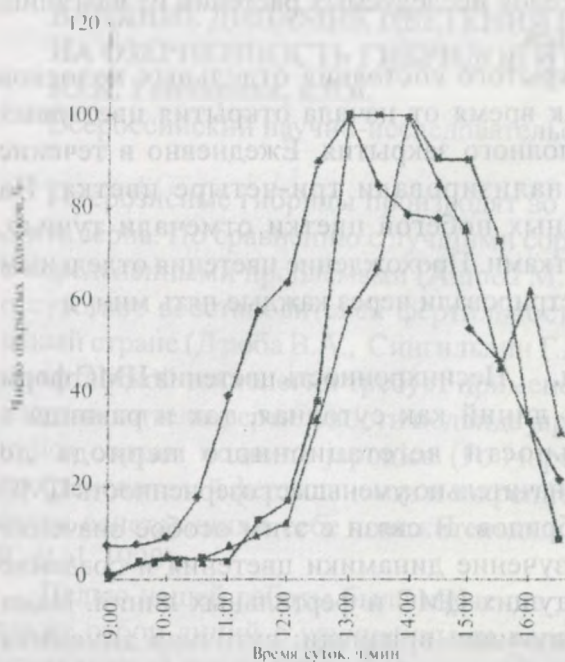
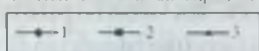


Рис. 4. Различные типы (1, 2 и 3) суточной динамики цветения у ЦМС-линий, выделенных из потомства комбинации ВНИИР 1930 А к Альтаир (1995 г.)



наблюдалось. Скорее всего мы наблюдали повторное открытие колосков, цветущих днем раньше. Пик цветения линий этого типа отмечен с 13⁰⁰ до 14⁰⁰ часов. Начало цветения третьей линии в 8³⁰, затем до 14-14⁰⁰ следовало нарастание количества открытых колосков. Еще один небольшой пик цветения отмечен в 16⁰⁰.

Изучение суточной динамики цветения различных ЦМС линий показало наличие у них нескольких типов цветения. Суточные динамики всех изученных нами фертильных линий сходны между собой и пик цветения отмечен у них в то время, когда большинство стерильных растений только начинает цветение. Из трех выделенных нами типов цветения ЦМС форм один имел максимальное количество открытых колосков в то же время, что и фертильные линии. Это дает право утверждать, что создание стерильных линий, цветущих синхронно с фертильными линиями вполне реально и может быть осуществлено прямым отбором из популяции растений, обладающих данным признаком.

Суточная динамика цветения фертильных линий изучалась нами также в пасмурный день при пониженной температуре (24°C). Результаты значительно отличались от данных, полученных в оптимальных условиях для цветения. Так, у сорта Родник наблюдалось два типа цветения. Один походил на цветение сорта в благоприятных условиях, другой характеризовался двумя пиками цветения: первый наблюдался между 10³⁰ и 11⁰⁰, второй - между 14 и 14³⁰ часами. Динамика цветения сорта Сюрприз также сильно изменялась. У первой из двух нами выделенных линий пик цветения наблюдался в 14³⁰, а у второй раньше, чем в оптимальных для цветения условиях (между 12⁰⁰ и 12³⁰ часами). У сорта Альтаир также отмечено два типа цветения с пиками в 11⁰⁰ и 14³⁰ часов.

Типы цветения фертильных линий в пасмурную погоду были отмечены практически в то же время, что и их стерильных аналогов в обычных условиях. Полученные нами данные позволяют предположить, что суточную динамику цветения создаваемых стерильных аналогов линий можно прогнозировать, изучая динамику цветения фертильных линий в пасмурный день при пониженной температуре. Использование для насыщающих скрещиваний отобранных фертильных линий, не изменяющих динамику цветения в неблагоприятных для цветения условиях, значительно снизит трудоемкость и затраты при создании синхронно цветущих линий.

Продолжительность открытия отдельных цветков измерялась у сортов Альтаир, Сюрприз, Родник и их стерильных аналогов (табл. 1).

открытых колосков-до 60 %.

Три линии, выделенные в комбинации Пластик А / Родник, походили на таковые (по типу цветения) в комбинации Пластик А/ Сюрприз. Пик цветения первой линии наблюдался между 13⁰⁰ и 13³⁰, затем следовал более плавный, чем у растений первой комбинации, спад количества открытых колосков. В 14³⁰ открытых колосков было 48,6 %. Вторая линия характеризовалась двумя пиками цветения - 12³⁰-13⁰⁰ и 14⁰⁰-14³⁰. Между пиками отмечен небольшой спад: 13³⁰ до 71 % открытых колосков (рис. 3). Пик цветения третьей линии (более ярко выраженный) отмечен несколько раньше, чем у похожей на нее по типу цветения линии первой комбинации, между 14-14³⁰. В комбинации ВНИИР 1390^a /Альтаир нами также выделены растения с тремя различными типами цветения, аналогичными выделенным в ранее рассмотренных комбинациях. Пик цветения первой линии наблюдался в 13 часов, затем следовал плавный спад, начало открытия колосков отмечено в 8³⁰ - 9⁰⁰ (7,6 %). Начало цветения растений второго типа цветения отмечено 9⁰⁰-9³⁰, но с 9 до 11⁰⁰ увеличение количества открытых колосков не

Продолжительность открытия отдельных цветков фертильных линий и их стерильных аналогов

Линия	Продолжительность открытия цветков, мин	
	среднее значение	пределы
Сюрприз	85	44-168
Сюрприз А	185	43-258
Родник	95	34-138
Родник А	247	38-397
Альтаир	79	33-142
Альтаир А	127	39-156

Отдельные колоски стерильных линий остаются открытыми значительно дольше цветков фертильных линий. Повторное открытие цветков нами наблюдалось только у стерильных линий, отобранных из гибрида. Пластик А /Родник. Максимально продолжительное время открыты цветки стерильной линии Родник А - отдельные цветки открыты более шести часов, хотя в среднем цветки открыты 3,5-4 часа, у линии Сюрприз А цветки открыты менее продолжительное время - в среднем 3 часа. Минимальная продолжительность открытия цветков характерна для стерильной линии Альтаир А и составляет немногим более двух часов. По продолжительности цветения метелки изучаемых нами фертильных линий мало отличались друг от друга. В среднем метелка цветет в течение 6 дней. Максимальное количество открытых колосков у большинства линий отмечается на четвертый день (табл. 2).

Таблица 2

Продолжительность цветения метелки у фертильных линий

Линия F ₄	Продолжительность цветения метелки, дней		
	до	среднее значение	макс. открытых цветков
Первоцвет/ Родник	5-6	6	3-4
Первоцвет /Victoria tarsio	5-6	6	4
Первоцвет/Паноза	6-7	6	4
Родник/Victoria tarsio	6-9	7	4-5
Родник/Паноза	5-7	6	3-4
Victoria tarsio/ Паноза	5-7	6	4
Первоцвет/ Спальчик	4-6	5	3-4
Спальчик/Паноза	5-9	6	4
Спальчик/Родник	7-8	8	4
Спальчик/ Victoria tarsio	5-11	6	3-5

Максимальная продолжительность цветения метелки отмечена в комбинации Спальчик/ Victoria tarsio — до 11 дней, до 9 дней цветет метелка в комбинации Родник/ Victoria tarsio и Спальчик/Паноза. Эти линии будут иметь преимущество как опылители, так как продолжительность цветения стерильной метелки обычно несколько выше. Пик цветения метелки стерильных линий менее ярко выражен и наступает на 3-5-й день (табл. 3).

Продолжительность цветения метелок ЦМС линий

Линия	Продолжительность цветения метелки, дней		
	до	средние значения	макс. открытых цветков
ВНИИР1390/Альтаир	10-12	11	5-6
Пластик А/Сюрприз	6-11	8	4
Пластик А/Родник	7-8	7	3-4

Число дней до цветения у стерильных линий, закрепителей стерильности и линий с улучшенными цветковыми характеристиками приведены в таблице 4.

Таблица 4

Особенности цветения фертильных линий, их стерильных аналогов и линий с улучшенными цветковыми характеристиками

Линия	Число дней до цветения			Продолжительность цветения, дней
	начало	максимум	пределы	
Альтаир	69	79	77-84	39
Альтаир А	72	82	78-86	22
Сюрприз	57	72	71-74	28
Сюрприз А	62	76	73-79	33
Родник	65	77	73-78	20
Родник А	69	81	75-84	26
Первоцвет/Родник	59	67	66-71	15
Первоцвет/ Vitoria tarsio	54	63	56-60	18
Первоцвет/Паноза	52	60	51-63	20
Родник/ Vitoria tarsio	69	79	76-84	19
Родник/Паноза	72	83	77-82	17
Vitoria tarsio/Паноза	58	67	67-69	19
Первоцвет/Спальник	56	79	69-84	20
Спальчик/Паноза	57	64	63-67	23
Спальчик/Родник	75	85	81-86	21
Спальчик/ Vitoria tarsio	63	83	82-86	28

Широкое варьирование признака «число дней до цветения» у различных линий позволяет предположить возможность подбора пар для гибридизации и создание ЦМС линий и фертильных линий, цветущих синхронно со стерильными аналогами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дзюба В. А., Сингильдин Г. А. Изучение гибридов риса первого поколения, полученных на основе ЦМС// Бюл. НТИ ВНИИ риса. -1981. -Вып. XXX. - С. 10-12.
2. Гончаров С. В. Генетика восстановления фертильности у ЦМС линий риса: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Краснодар, 1992. - 20 с.
3. Гончарова Ю. К. Генетика признаков, связанных с аллогамией// Новые нетрадиционные растения и перспективы их использования: Матер. III межд. симпоз. - М., 1999. - С. 221-223.
4. Elsy C.R., Rangaswamy M. and Ganesan K. M. Significance of stigma exertion in enhancing outcrossing in male sterile rice line// International Rice Research Notes. -1998. - Vol. 23. -№ 1.-P. 25.
5. Virmani S. S. and Kuma I. Hybrid rice seed in Asia Pacific// Asian seed and planting material. -

1997. - Vol. 4. - № 5. - P. 11-12.

6. Barmale R., Singli M. Hybrid rice seed in India // Asian seed and planting material. -1997. - Vol. 4. - № 5. -P. 15-17.

7. Ahmed M J., Vijayakunmiar C.H., S.Singh, Ramesha M.S., Viraktamath B. C. Adaptability and yield of rice hybrids //International Rice Research Notes. -1998. - Vol. 23. - № 1. -P. 11-12.

ВЛИЯНИЕ ДИНАМИК ЦВЕТЕНИЯ ЦМС ЛИНИЙ И ФЕРТИЛЬНЫХ ФОРМ НА ОЗЕРНЕННОСТЬ ГИБРИДОВ И СТЕРИЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ РИСА

Ю. К. Гончарова

Всероссийский научно-исследовательский институт риса.

РЕЗЮМЕ

Несинхронность цветения ЦМС форм и фертильных линий как суточная, так и разница в продолжительности вегетационного периода до цветения, значительно уменьшает озерненность ЦМС линий и гибридов. Проведенное нами исследование показало наличие трех типов цветения у ЦМС линий, пик цветения одного из которых совпадает с таковым у фертильных линий, что позволяет методом отбора на ранних стадиях получать синхронно цветущие опылители и опыляемые линии.

INFLUENCE OF DYNAMICS OF CMS AND FERTILE LINES FLOWERING ON PERCENTAGE OF KERNELS OF RICE HYBRIDS AND STERILE LINES

Yu.K. Goncharova

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Nonsynchronous of CMS and fertile lines flowering both for 24 hours and difference in vegetation period before flowering significantly increases percentage of kernels of CMS lines hybrids. The investigation carried out by us showed three types of CMS lines flowering; it gave the possibility to obtain synchronously the flowering pollinators and pollinated lines by screening method at early stages.

**ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SDS-ЭЛЕКТРОФОРЕЗА
В СОРТОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ОЦЕНКЕ СОРТОВОЙ ЧИСТОТЫ РИСА**

И.И. Супрун, аспирант.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Одним из перспективных направлений в решении практических задач генетики и селекции является использование в качестве генетических маркеров запасных белков семян. Среди запасных белков выделяют 4 типа:

- А) альбумины - водорастворимые;
- Б) глобулины - растворимые в разбавленных растворах солей, присутствующие в мембран-связанных белковых телах;
- В) проламины - растворимые в водно-спиртовых растворах;
- Г) глютелины - растворимые в кислых или щелочных растворах и являющиеся как структурными, так и запасными белками (1).

В настоящее время существует целый ряд методов, использующих полиморфизм различных групп белков с целью оценки сортовой чистоты, процента гибридности, идентификации сортов. Следует отметить ИЭФ, где разделение белковых макромолекул идёт по величине их заряда; SDS-форез - электрофорез в полиакриламидном геле (ПААГ) в присутствии детергента додецилсульфатнатрия (SDS), нативный электрофорез, двумерный электрофорез, где разделение идёт сначала по заряду, а затем по размеру белков. Все эти методы отличаются друг от друга по стоимости и сложности выполнения. Для отечественного рисоводства одинаково важно найти наиболее простой и дешёвый метод сортовой идентификации и оценки сортовой чистоты.

Цель работы. Оценить перспективность (информативность) использования SDS-электрофореза в сортовой идентификации и оценке сортовой чистоты риса.

Задачи. Провести электрофоретическое исследование водо-, соле-, спирторастворимых и суммарной фракции запасных белков зерновки риса.

Материал и методы исследования. Материалом для исследования послужили сорта отечественной селекции: Водолей, Талисман, Жемчуг, Лиман, Курчанка, Стрелец, Снежинка, Изумруд, Спринт, Боярин, Хазар, Дружный, Юпитер, Виола, Нафант, Раздольный, Славянец, Аметист, Серпантин, Рапан.

Белки экстрагировали последовательной экстракцией по группам водо-, соле- и спирторастворимые. Также проводили экстракцию суммарного белка. Водорастворимые белки экстрагировали дистиллированной водой, солерастворимые - 5% раствором хлористого натрия, спирторастворимые - 70% раствором этанола.

Белки, осажденные из экстрактов холодным ацетоном, перерастворяли в буфере нанесения $pH=6,8$, содержащем 2% SDS, 0,0125M трис-гидрохлорид. Для диссоциации белков до полипептидов в буфер нанесения вносили 5% β -меркаптоэтанола и растворы белков помещали на водяную баню на 10 минут. Суммарный белок экстрагировали в буфере нанесения.

Электрофоретическое разделение проводили в SDS-полиакриламидном геле с концентрацией полиакриламида 12,5% в разделяющем и 5% в концентрирующем геле. Значение pH находилось в пределах 8,8-9,0 и 6,8-7,2 в разделяющем и концентрирующем геле соответственно (2).

Окрашивали пластины в 5% растворе Coomassie brilliant blue G-250.

Результаты. В результате проведенных исследований обнаружено до тридцати компонентов в спектре водорастворимых белков. По данной группе белков качественных отличий между сортами в составе спектров обнаружено не было.

В спектрах солерастворимых белков было обнаружено до двадцати трех компонентов у всех сортов. Межсортных различий в составе спектров по данной группе белков не было выявлено. Отмечено наличие компонентов в одинаковых позициях на электрофореграммах белков солерастворимой и водорастворимой фракций. Наименьшее количество компонентов было отмечено в спектрах спирторастворимых белков.

В целом, различий между сортами в компонентном составе спектров белков обнаружено не было. В большей мере различия выражались в разной интенсивности компонентов в спектрах;

максимально это было выражено в группе солерастворимых белков.

При изучении спектров суммарного белка, экстрагированного в буфере нанесения, отличий по количественному и качественному составу компонентов в спектрах различных сортов обнаружено не было.

Выводы. 1. Наличие большого количества компонентов, выявляемое по различным группам белков, говорит о гетерогенности полипептидного состава запасных белков зерновки риса.

2. Из-за отсутствия полиморфизма в спектрах можно говорить о неперспективности использования SDS-электрофореза в сортовой идентификации и оценке сортовой чистоты семян риса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гааль Э., Медьеша Г., Верецкеи Л. Электрофорез в разделении биологических макромолекул. - М.: Мир, 1982. - 446 с.

2. Конарев В.Г. Морфогенез и молекулярно-биологический анализ растений. - Санкт-Петербург: ВИР, 1998. - 370 с.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SDS-ЭЛЕКТРОФОРЕЗА В СОРТОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ И ОЦЕНКЕ СОРТОВОЙ ЧИСТОТЫ РИСА

И.И. Супрун

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Проведена оценка перспективности применения метода SDS – электрофореза в ПААГ для сортовой идентификации и оценки сортовой чистоты риса. Эксперимент показал недостаточную информативность метода для решения поставленной задачи. Уровень полиморфизма изученных белковых фракций не достаточен для выявления межсортовых различий у риса.

POSSIBILITIES OF SDS- ELECTROPHORESIS USE IN VARIETAL IDENTIFICATION AND EVALUATION OF RICE VARIETAL PURITY

I.I. Suprun

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

The evaluation of perspective use of SDS- electrophoresis in polyacrylamide gel for identification and evaluation of rice varietal purity have been carried out. The experiment showed insufficient information of the method to solve the problem. Polymorphism level of protein fraction is not sufficient to find out interspecies differences of rice.

ИЗОЭЛЕКТРОФОКУСИРОВАНИЕ КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТОЙ КРАСНОЗЕРНОСТИ РИСА

Кругликова Е.В., аспирант.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Проблема засоренности производственных посевов риса краснозерными формами является весьма актуальной. Для ее решения необходим комплексный научно-производственный подход, который предполагает глубокое знание генетических причин возникновения этого явления. В связи с этим особое значение приобретает технология молекулярного маркирования. Создание белковых и ДНК-маркеров, тесно сцепленных с генами краснозерности, позволит проводить массовый скрининг генетической плазмы на любом этапе селекционно-семеноводческой программы, от планирования комбинаций скрещивания до первичных звеньев семеноводства. Молекулярные маркеры позволяют выявлять наличие генов краснозерности даже у растений с неокрашенным перикарпом зерновки и тем самым элиминировать нежелательные генотипы из дальнейшего размножения. Надежные методы диагностики скрытой краснозерности сейчас крайне необходимы отечественному семеноводству риса. Метод изоэлектрофокусирования (ИЭФ) позволяет диагностировать скрытую краснозерность риса.

Цель работы. Оценить возможность использования метода ИЭФ как диагностического для определения скрытой краснозерности.

Задачи. 1. Изучить ИЭФ - спектр зерновок риса с белым и красным цветом перикарпа.

2. Провести диагностику скрытой краснозерности семей сорта Рапан из питомника испытания потомств первого года (ПИП-1).

3. Провести сравнительный анализ линий изогенных по краснозерности.

Материалы и методы исследования. Районированные сорта риса - Рапан, Лидер, Спринт, Хазар, Лиман, Раздольный и его изогенная линия.

Изоэлектрофокусирование проводили по методике, разработанной в ВИРе (1).

В составе изоэлектрофореграмм проламинов культурного риса различают от 37 до 57 компонентов. По характеру их распределения в спектрах выделены 3 зоны (в направлении от анода к катоду): I зона - анодные компоненты в позициях 29-46; II зона - компоненты в позициях 47-81 и III зона - катодные компоненты 82-123 (1). При этом за «0» принимали стартовую позицию сорта-стандарта, рекомендованного ВИРОм: К-1886 и К-5008.

Результаты. Сравнительное изучение ИЭФ-спектров зерновок с неокрашенным перикарпом и их краснозерных «фенокопий» тестируемых сортов показало, что у зерновок обеих форм ИЭФ-спектр первой и второй зон идентичен. Главное различие между ними - отсутствие III зоны у зерновок с окрашенным перикарпом (рис. 1, 2).

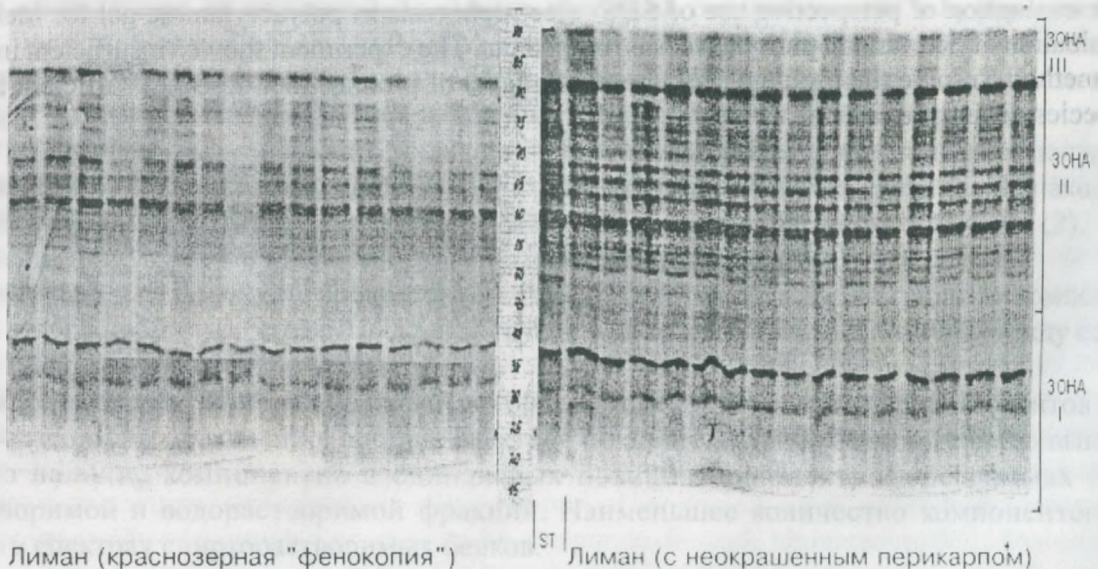


Рисунок 1. Сорт Лиман и его краснозерная «фенокопия»

Примечание: ST-стандарт

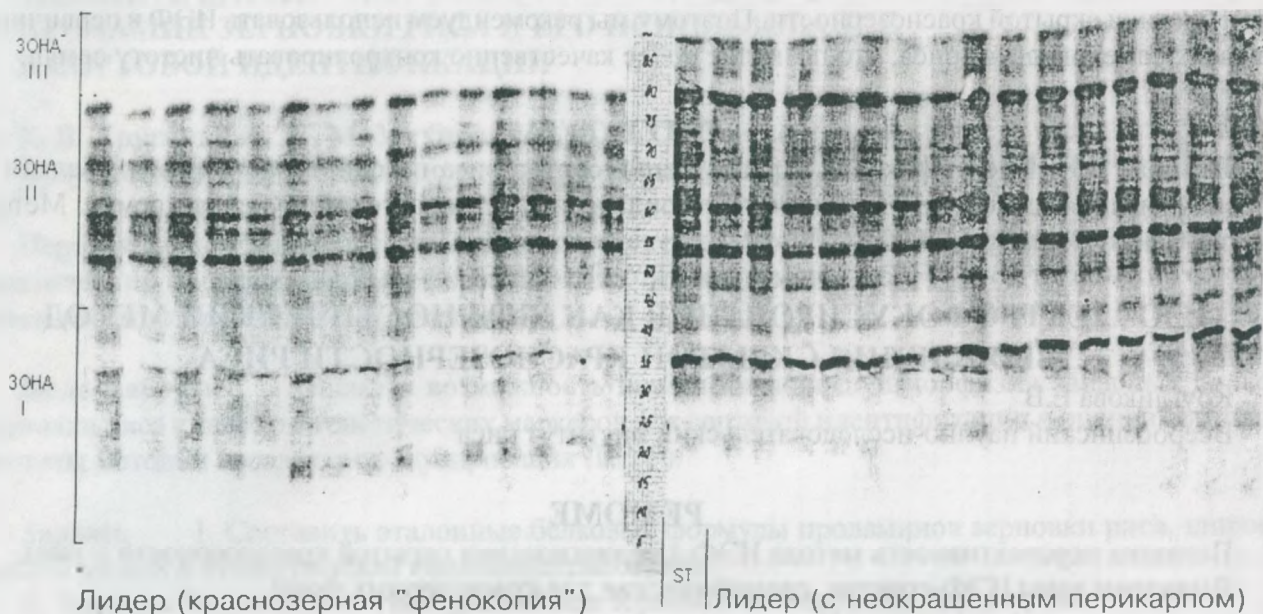
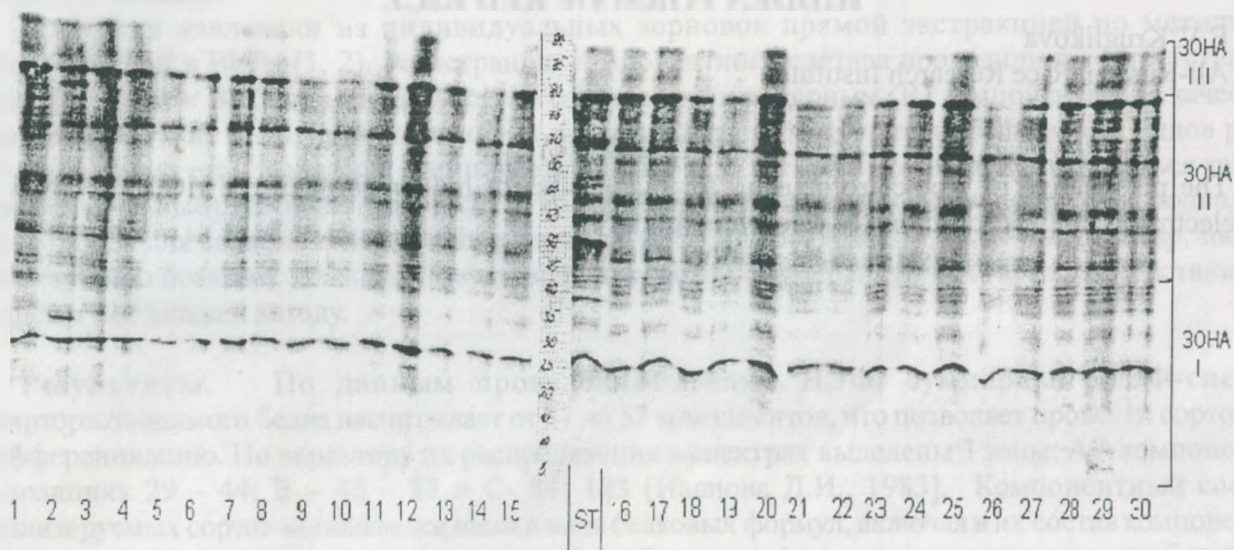


Рисунок 2. Сорт Лидер и его краснозерная «фенокопия»

Примечание: ST-стандарт



Семья 18 сорта Рапан с неокрашенным перикарпом

Рисунок 3. Семья сорта Рапан с неокрашенным перикарпом

Примечание: 6, 9, 10, 14, 21, 22, 23, 26 - изоэлектрофоретические дорожки зерновок сорта Рапан с неокрашенным перикарпом, у которых отсутствует III зона
ST-стандарт

На основе этих данных был проведен массовый скрининг 300 семей сорта Рапан и столько же сорта Лиман из питомника испытания семян первого года. В результате проведенного ИЭФ нами было обнаружено отсутствие III зоны в ИЭФ-спектрах зерновок с неокрашенным перикарпом у пяти семей, которые были элиминированы из последующих звеньев семеноводства.

Кроме того, нами были проанализированы изогенные линии сорта Раздольный, различающиеся окраской перикарпа. Эксперимент подтвердил отсутствие III зоны ИЭФ-спектра у зерновок с красным перикарпом (рис.4,5)

Выводы. Метод изоэлектрофокусирования является эффективным для проведения диагностики скрытой краснозерности. Поэтому мы рекомендуем использовать ИЭФ в первичных звеньях семеноводства риса, что позволит более качественно контролировать чистоту семян.

ЛИТЕРАТУРА

Иванова Д.И. Идентификация и регистрация сортов риса по спирторастворимым белкам // Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян: Метод. указ. - Санкт-Петербург, 2000. -С. 90-97

ИЗОЭЛЕКТРОФОКУСИРОВАНИЕ КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ СКРЫТОЙ КРАСНОЗЕРНОСТИ РИСА

Кругликова Е.В

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Показана перспективность метода ИЭФ для диагностики скрытой краснозерности у риса. Выявлены зоны ИЭФ-спектра, специфические для краснозерных форм

IZOELECTROFOCUSING AS DIAGNOSTIC METHOD OF FINDING OUT OF HIDDEN FORM OF RED RICE

E. V. Kruglikova

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

The perspective of isoelectrofocusing for diagnostics of hidden form of red rice. The areas of isoelectrofocusing, specific for red rice, were found.

ПРОЛАМИН ЗЕРНОВКИ РИСА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СОРТОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Е. В. Кругликова, Ж. М. Мухина, к. б. н., В. С. Ковалев, д. с.- х. н.
Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Перспективным направлением в сортовой идентификации является использование в качестве генетических маркеров полиморфных запасных белков семян (4, 5). У риса таковыми белками являются спирторастворимые проламины (3).

Цель работы. Оценить возможность использования полиморфизма запасных белков зерновки риса в качестве генетических маркеров для сортовой идентификации и оценки сортовой чистоты методом изоэлектрофокусирования (ИЭФ).

Задачи. 1. Составить эталонные белковые формулы проламинов зерновки риса, широко используемых в отечественном семеноводстве сортов.
2. Выявить биотипный состав проламинов зерновки тестируемых сортов риса.

Материал и методика исследования. Районированные сорта риса: Лидер, Спринт, Славянец, Курчанка, Хазар, Рапан, Лиман, Снежинка, Лагуна, Павловский, Жемчуг, Изумруд, Нафант, Спальчик.

Проламин извлекали из индивидуальных зерновок прямой экстракцией по методике, разработанной в ВИРе (1, 2). Регистрацию компонентного состава проводили в соответствии с разработанной в ВИРе номенклатурой по отношению к реперным (R) компонентам. В качестве основного служит R 50, присутствующий в составе спирторастворимых белков всех видов рода *Oryza L.* Кроме того, выделены позиции компонентов, на которые можно ориентироваться как на вспомогательные реперные. К их числу относятся компоненты специфичные на уровне подвидов: Rj 45, Rj55- для сортов *O. Sativa subsp. japonica* и Ri52, Ri54- для сортов *O. Sativa subsp. indica*. Регистрацию позиций компонентов проводили сквозной нумерацией от старта в возрастающем порядке - от анода к катоду.

Результаты. По данным проведенного нами ИЭФ, суммарный ИЭФ-спектр спирторастворимого белка насчитывает от 37 до 57 компонентов, что позволяет провести сортовую дифференциацию. По характеру их распределения в спектрах выделены 3 зоны: А – компоненты в позициях 29 – 44; В – 45 – 83 и С- 84- 123 [Иванова Д.И., 1983]. Компонентный состав анализируемых сортов записывался нами в виде белковых формул, включая в их состав компоненты проламинов зон В и С. При составлении таблиц белковых формул использовалась трехбалльная оценка интенсивности окрашивания полипептидов: 1 – слабый, 2 – средней интенсивности, 3 – интенсивный. Сравнительная оценка ИЭФ - спектров проламинов из навесок и индивидуальных зерновок позволила выявить общие компоненты: 60, 62, 70 и 82. (табл.1).

Из таблицы 1 видно, что сорта Славянец, Лидер, Спринт, Хазар, Лиман, Жемчуг, Рапан, Курчанка, Павловский и Нафант в ИЭФ- спектре спирторастворимых белков характеризуются присутствием реперных компонентов 45 и 55, специфичных для подвида *japonica*, а сорта Снежинка и Изумруд- только компонента 45. В ИЭФ- спектре у сортов Жемчуг, Изумруд и Нафант присутствуют реперные компоненты 52, 54, специфичные для подвида *indica*, а у сортов Славянец, Лидер, Спринт только компонент 54, а у Лимана, Павловского, Спальчика- 52.

Таким образом, по результатам ИЭФ- анализа проламинов зерновки риса нами обнаружено, что все изученные в данной работе сорта относятся к группе с перекрывающимися признаками обоих подвидов. В состав последней входят образцы, совмещающие в себе белковые признаки подвидов *japonica* и *indica*, независимо от подвидовой принадлежности по морфологическим признакам.

Изучение однородности анализируемых сортов при позерновом анализе позволило нам установить высокую степень их гетерогенности, так как при этом анализе сорта характеризуются присутствием большого числа вариантов спектра. Это разнообразие создается за счет общего числа компонентов, их различного сочетания как в отдельных зонах, так и в целом спектре, а также за счет степени интенсивности одинаковых по электрофоретической подвижности компонентов.

Для выявления биотипного состава по спектру спирторастворимых белков риса нами проанализировано по 1000 индивидуальных зерновок каждого сорта (табл. 2, 3, рис 1).

Таблица 2
Число биотипов, встречающихся в ИЭФ- спектре проламинов сортов риса, по результатам ИЭФ- анализа спирторастворимых белков зерновки

Сорт	Число биотипов	Частота встречаемости основного биотипа в ИЭФ спектре, %
Славянец	10	57
Лидер	8	59
Спринт	8	58
Хазар	4	89
Лиман	4	82
Павловский	3	85
Курчанка	3	83
Снежинка	3	86
Нафант	3	70
Лагуна	2	89
Изумруд	2	84
Жемчуг	2	83

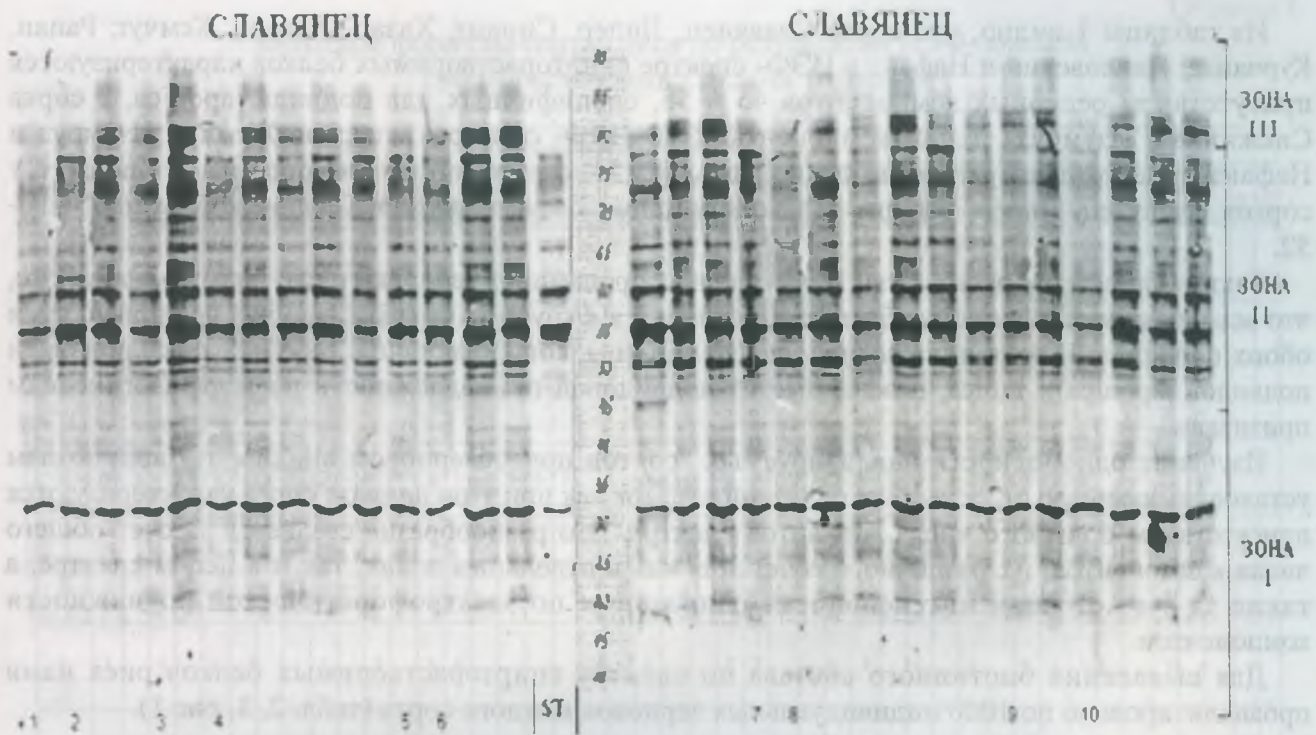


Рисунок 1. Биотипный состав проламинов зерновки сорта Славянец

Примечание: 1- 1-й биотип, 2- 2-й биотип, 3- 3-й биотип, 4- 4-й биотип, 5- 5-й биотип, 6- 6-й биотип, 7- 7-й биотип, 8- 8-й биотип, 9- 9-й биотип, 10 – 10-й биотип; St- стандарт

Таблица 3
 Специфичность спектра спирторастворимых белков сорта Славянец по наличию и отсутствию отдельных компонентов белка при позерновом анализе

Био тип	№ компонента ИЭФ- спектра																					
	45	47	49	50	54	55	56	60	62	64	66	68	70	72	74	75	78	80	82	88	90	92
1	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
2	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-
3	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+
4	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-
5	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-
6	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-
7	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-
8	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-
9	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
10	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-

Примечание: «+»- присутствие компонента, «-»- отсутствие компонента

Как видно из таблицы 3 и рисунка 1, нами на основе ИЭФ- анализа проламинов риса у сорта Славянец выявлено до 10 вариантов спектра с частотой встречаемости от 57% до 3%. Из анализа величин встречаемости вариантов спектра можно заключить, что сорт Славянец состоит из основного биотипа с частотой встречаемости 57% и 9 редко встречающихся биотипов. Вариант спектра проламина риса №2 характеризуется отсутствием компонента 56 и присутствием компонента 90 и частотой встречаемости его в ИЭФ-спектре 9%. Вариант спектра №3 отличается от основного - присутствием компонентов 88, 90, 92 и его частотой встречаемости в ИЭФ- спектре 7%. У варианта спектра №4 отсутствует общий компонент 62 и частота его встречаемости в ИЭФ- спектре 5%. В варианте спектра №5 в отличие от основного присутствует компонент 88 и его частота встречаемости в ИЭФ- спектре 4%. Варианты спектров №6- 10 различаются по присутствию-отсутствию компонентов 56, 64, 88, 90, 92 и общих компонентов 62 и 82 с частотой

встречаемости - 5 % : 4% : 3% : 3% : 3% соответственно.

Нами была проведена кластеризация изученных сортов по признаку генетического родства на основе сходства их ИЭФ-спектров. Для статистической обработки полученных данных составляли матрицы, в которых присутствие компонентов обозначалось «1», отсутствие – «0». На основе этих матриц проведен кластерный анализ методом Ward, выполнена иерархическая классификация, построена дендрограмма (рис. 2).

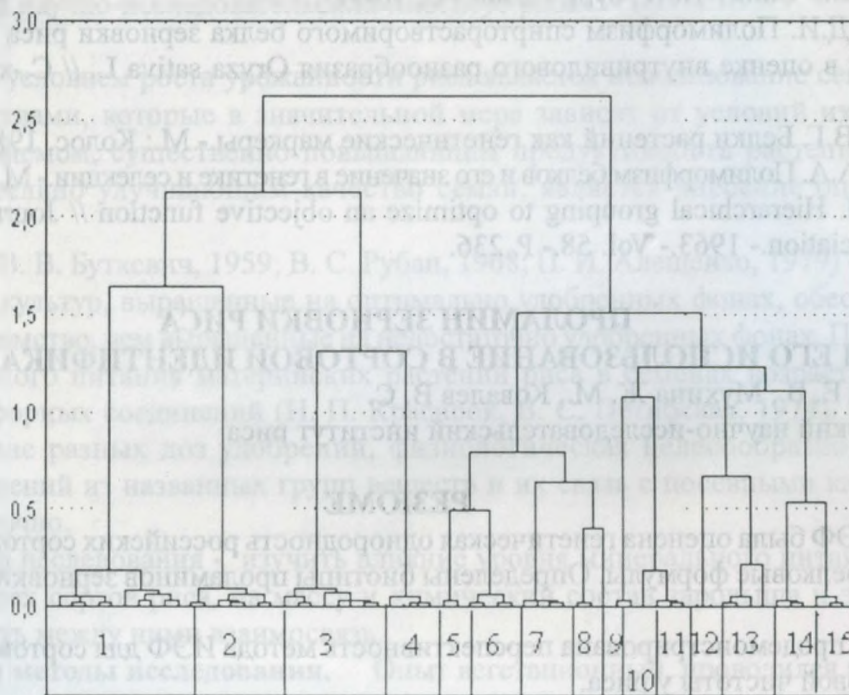


Рисунок 2. Дендрограмма, иллюстрирующая генетическое родство между российскими сортами риса, построена на основе изучения полиморфизма запасных белков зерновки методом Ward.

Примечание: По оси X- 1- Славянец, 2- Спринт, 3- Лидер, 4- Павловский, 5-Лагуна, 6-Лиман, 7-Хазар, 8-Жемчуг, 9-Нафант, 10- Изумруд, 11-Рапан, 12-Регул, 13-Спальчик, 14-Снежинка, 15-Курчанка. По оси Y- длина дистанции

Из рисунка 2 видно, что кластеризация, изученных в работе сортов риса, методом Ward, позволила разделить их на три кластера. К первому - отнесены сорта Славянец (среднеспелый) и Спринт (раннеспелый); ко второму - сорта Лидер (среднепоздний, среднеустойчив к нематоду и пирикулярриозу) и Павловский (среднеспелый, хорошо преодолевает слой воды); к третьему – сорта Лагуна, Хазар, Нафант, Изумруд и Рапан (среднепоздние, устойчивые к полеганию), Лиман, Регул, Спальчик, Снежинка Курчанка и Жемчуг (среднеспелые, среднеустойчивые к пирикулярриозу и к засолению)

В результате изучения этого же набора сортов ДНК (микросателлитными) маркерами заведующей лабораторией биотехнологии ВНИИ риса Ж.М. Мухиной этим методом получена аналогичная кластеризация.

Сходство сортов риса по наличию одних и тех же полиморфных вариантов проламина можно объяснить общностью их происхождения. Как известно, различные группы сортов краснодарской селекции создавались на основе небольшого числа исходных популяций, что ограничило потенциал их генетической изменчивости [Шиловский В.Н., Харитонов Е.М., Шеуджен А.Х., 2001г.].

- Выводы.** 1. Составлены эталонные белковые формулы проламинов зерновки тестируемых сортов.
2. Определен биотипный состав проламинов зерновки этих сортов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова Д.И. Идентификация геномов, субгеномов и подвидов риса по белкам зерновки // С.-х. биология.- 1986.- № 7.- С. 3-12.
2. Иванова Д.И. Идентификация и регистрация сортов риса по спирторастворимым белкам зерновки // Метод. указ. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян.- Санкт-Петербург. - 2000.- С. 90-97
3. Иванова Д.И. Полиморфизм спирторастворимого белка зерновки риса и перспективы его использования в оценке внутривидового разнообразия *Oryza sativa* L. // С.-х. биология.- 1983.- №4.- С. 41-45.
4. Конарев В.Г. Белки растений как генетические маркеры.- М.: Колос, 1983.- 320 с.
5. Созинов А.А. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции.- М.: Наука, 1985.- 270 с.
6. Ward J.H. Hierarchical grouping to optimize an objective function // Journal of the American Statistical Association.- 1963.- Vol. 58.- P. 236.

ПРОЛАМИН ЗЕРНОВКИ РИСА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СОРТОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Кругликова Е. В., Мухина Ж. М., Ковалев В. С.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Методом ИЭФ была оценена генетическая однородность российских сортов риса. Составлены их эталонные белковые формулы. Определены биотипы проламинов зерновки риса тестируемых сортов.

Наглядно продемонстрирована перспективность метода ИЭФ для сортовой идентификации и оценки сортовой чистоты у риса.

PROLAMINE OF RICE KERNELS AND USE IN IDENTIFICATION OF RICE VARIETIES

E. V. Kruglikova, Zh. M. Mukhina, V. S. Kovalyov

All- Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Genetic uniformity of Russian rice varieties was evaluated by isoelectrofocusing method. Their biotypes have been determined. Passportization of 14 rice varieties of Russian breeding was carried out on the basis of isoelectrofocusing method.

It has been demonstrated the perspective of method of varietal identification and evaluation of rice varietal purity.

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕМЯН РИСА

Н. В. Воробьев, д.б.н., С. Г. Долгих, к.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Непременным условием роста урожайности риса является использование семян с высокими посевными качествами, которые в значительной мере зависят от условий их выращивания. Эффективным приемом, существенно повышающим продуктивность растений на семенных посевах и значительно улучшающим качество семян, является внесение оптимальных доз удобрений.

В литературе (В. В. Буткевич, 1959; В. С. Рубан, 1968; П. И. Алещенко, 1979) сообщается, что семена зерновых культур, выращенные на оптимально удобренных фонах, обеспечивали более продуктивное потомство, чем выращенные на недостаточно удобренных фонах. При повышении уровня минерального питания материнских растений риса в семенах возрастает содержание азотистых и фосфорных соединений (Н. П. Красноок, В. С. Петибская, 1974). Однако реакция сортов на внесение разных доз удобрений, физиологическая целесообразность накопления отдельных соединений из названных групп веществ и их связь с посевными качествами семян изучены недостаточно.

Задача данного исследования - изучить влияние уровня минерального питания на посевные качества семян трех сортов риса, на массу и химический состав зародыша и эндосперма у их зерновок и выявить между ними взаимосвязь.

Материалы и методы исследования. Опыт вегетационный, проводился в 1984-1985 гг. в сосудах и включал варианты: 1 — без удобрений; 2 — одна доза NPK (N-12; P₂O₅ - 12 и K₂O - 12 мг на 100 г почвы); 3 - две; 4 - три; 5 - четыре доз NPK. Использовались сорта: Аист, Солнечный и Спальчик.

У полученных семян определяли скорость прорастания (по Пиперу, И.Г.Строна, 1966) и интенсивность роста проростков (по величине прироста их сухой массы за сутки в расчете на 100 штук) (Ф.Э.Реймерс, И. Э. Илли, 1974) при температуре 15°C, когда наиболее четко проявляются их неодинаковые посевные качества. Содержание азота определяли по Кьельдалю, фосфорные соединения анализировали по схеме В.Г.Конарева и С.Л. Тютерева (1970).

Результаты. Исследования показали (табл.1), что условия минерального питания растений риса оказывают большое влияние на посевные качества семян. При внесении удобрений, по сравнению с неудобренным фоном, как правило, возрастает скорость прорастания семян и интенсивность роста проростков, однако уровень повышения силы роста семян в значительной степени зависит от сорта и доз NPK. Постепенное повышение качества семян у Солнечного наблюдается в диапазоне всех четырех возрастающих доз NPK, у Аиста оно происходит в интервале первых двух-трех доз, а у Спальчика - лишь при внесении одной дозы, а затем следует снижение их силы роста. Таким образом, наиболее высококачественные семена у первого сорта сформировались при внесении четырех, у второго - двух-трех доз и у третьего - одной дозы удобрений. Это свидетельствует о больших различиях в расположении оптимумов в общем физиологическом диапазоне минерального питания у исследуемых генотипов риса при выращивании семенного материала. Однако в настоящее время эти оптимумы для новых районированных сортов риса пока не установлены.

Некоторые из этих изменений не связаны или мало связаны с посевными качествами семян, другие - наоборот их определяют. К числу последних относятся изменения массы зародыша, весьма тесно связанные с силой роста семян. Коэффициент корреляции между их массой и интенсивностью роста проростков у сорта Аист составил $r = 0,81 + 0,188$, у Солнечного - $r = 0,77 + 0,133$, у Спальчика - $r = 0,72 + 0,160$. В условиях опыта наблюдаются изменения и в массе эндосперма, однако они мало связаны с показателями силы роста семян.

Таблица 1

Влияние уровня минерального питания на посевные качества,
массу зародыша и эндосперма семян риса

Сорт	Вариант опыта	Скорость прорастания, сутки	Интенсивность роста проростков, мг/сутки на 100 шт	Масса 1000 шт., г	
				зародыш	эндосперм
Аист	1	6,74	121,5	0,694	21,3
	2	6,15	132,9	0,767	23,6
	3	5,98	156,9	0,795	24,1
	4	5,58	155,4	0,816	23,5
	5	6,34	137,6	0,804	22,6
	НСР ₀₅	0,067	0,620	0,006	0,047
Солнечный	1	7,47	101,6	0,747	22,7
	2	7,00	116,7	0,766	22,5
	3	6,82	139,9	0,780	22,6
	4	6,65	136,7	0,790	23,5
	5	6,47	146,7	0,797	24,0
	НСР ₀₅	0,130	0,800	0,004	0,048
Спальчик	1	8,78	103,5	0,624	19,6
	2	6,85	124,1	0,722	22,1
	3	7,17	108,4	0,703	22,5
	4	7,39	107,2	0,687	22,2
	5	7,77	101,3	0,676	22,0
	НСР ₀₅	0,230	1,110	0,005	0,130

Под влиянием минерального питания изменяется масса отдельных органов семян (табл. 1) и их химический состав (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав эндосперма и зародыша семян риса
в зависимости от уровня минерального питания

Сорт	Вариант опыта	Содержание в эндосперме, %		Содержание в зародыше				
		общий азот	общий фосфор	общий азот, %	общий фосфор, %	фосфор кислото-растворимый, %	фосфор фосфолипидов, мг/г	фосфор нуклеиновых кислот, мг/г
Аист	1	1,14	0,19	3,42	1,95	1,72	0,923	0,958
	2	1,25	0,20	3,49	2,02	1,78	0,960	0,990
	3	1,42	0,21	3,86	2,04	1,81	0,987	1,008
	4	1,55	0,22	3,93	2,09	1,83	1,000	1,030
	5	1,86	0,25	4,17	2,12	1,87	0,998	1,010
	НСР ₀₅	0,21	0,021	0,13	0,092	0,085	0,006	0,006
Солнечный	1	1,05	0,18	3,38	1,87	1,69	0,828	0,867
	2	1,14	0,20	3,58	1,94	1,76	0,864	0,894
	3	1,23	0,21	3,68	1,98	1,81	0,887	0,931
	4	1,38	0,23	3,80	2,01	1,83	0,904	0,938
	5	1,61	0,26	3,84	2,06	1,88	0,903	0,945
	НСР ₀₅	0,21	0,037	0,14	0,10	0,075	0,006	0,007
Спальчик	1	1,05	0,17	1,88	1,80	1,62	0,725	0,771
	2	0,97	0,18	2,70	1,88	1,68	0,797	0,852
	3	1,29	0,19	2,50	1,94	1,72	0,777	0,838
	4	1,45	0,21	3,06	1,98	1,77	0,777	0,829
	5	1,68	0,24	3,10	2,01	1,80	0,761	0,823
	НСР ₀₅	0,15	0,017	0,17	0,13	0,072	0,009	0,008

Содержание общего азота и фосфора в эндосперме и зародыше риса при увеличении уровня минерального питания материнских растений повышается и достигает максимума при внесении четырех доз NPK. Однако концентрация этих соединений в данных органах семян не имеет какой-либо связи со скоростью прорастания риса и интенсивностью роста проростков.

Содержание фосфора фосфолипидов и нуклеиновых кислот в зародыше увеличивается по мере увеличения минерального питания растений риса и достигает максимума при оптимальных для каждого сорта дозах удобрений. В дальнейшем, по мере нарастания избытка питательных элементов в среде, содержание этих важнейших соединений понижается. Расчеты показали, что между содержанием нуклеиновых кислот, а также фосфолипидов в зародыше и интенсивностью роста проростков обнаружена высокая прямая зависимость с коэффициентами корреляции у сорта Солнечный – $r=0,97 \pm 0,06$; $0,87 \pm 0,08$; у Аиста – $r=0,87 \pm 0,07$; $0,82 \pm 0,110$; у Спальчика – $r=0,73 \pm 0,167$; $0,69 \pm 0,173$. Тесная связь между содержанием этих соединений в зародыше и силой роста обуславливается первостепенной их ролью в метаболизме прорастающих зерновок. Известно, что нуклеиновые кислоты определяют специфический синтез белков и находятся в центре регуляторных механизмов клетки. Фосфолипиды являются конституционными составными частями протоплазмы, мембран ее эндоплазматической сети и органелл, и повышенное их содержание в зародыше указывает на более высокую степень сформированности и зрелости клеток и тканей. Поэтому не случайно уровень содержания нуклеиновых кислот, фосфолипидов и белка в зародыше у более интенсивно прорастающего холодостойкого сорта Аист в целом выше, чем у менее холодостойких с пониженной силой роста семян Солнечного и Спальчика. Эти показатели, по нашему мнению, могут быть использованы в семеноводстве при выращивании высококачественного семенного материала и в селекционном процессе при отборе образцов риса с повышенной холодостойкостью и силой роста семян.

Выводы. Высококачественные семена риса имеют более крупный зародыш с повышенным содержанием в его тканях нуклеиновых кислот и фосфолипидов. Такие семена формируются при определенном уровне минерального питания материнских растений, его надо считать за оптимальный при выращивании семенного материала и устанавливать для каждого сорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алещенко П.И. Улучшение урожайных свойств семян кукурузы// Кукуруза. - 1979.- № 1. - С.26-27.
2. Буткевич В.В. Приемы и условия улучшения посевного материала. - М.: Сельхозиздат, 1959. - С.5-25.
3. Конарев В.Г., Тютюрев С.Л. Методы биохимии и цитохимии нуклеиновых кислот растений// Научн. тр. ВИРа. - Л.: Колос, 1970. - С.25-32.
4. Красноок Н.П., Петибская В.С. Влияние поздних подкормок на обмен веществ и семенные качества риса// Бюл. НТИ ВНИИ риса. - 1974. - Вып.12. - С.20-27.
5. Реймерс Ф.Э., Илли И.Э. Физиология семян культурных злаков Сибири (зерновые злаки).- Новосибирск: Наука, 1974. - 144 с.
6. Рубан В.С. Влияние удобрений на качество семян озимой пшеницы// Агрохимия и удобрения полевых культур. - Краснодар: Кн. изд-во, 1968. - 160 с.
7. Строна И.Г. Общее семеноведение полевых культур. - М.: Колос, 1966. - 464 с.

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕМЯН РИСА

Н. В. Воробьев, С. Г. Долгих

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕАКЦИЯ СОРТОВ РИСА НА АЗОТНОЕ УДОБРЕНИЕ

Д. В. Шутов, аспирант, В.Н. Шиловский, д. с.-х. н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Сроки внесения удобрений под рис приводятся в многочисленных научных публикациях. Однако результаты исследований по этой тематике имеют весьма разноречивый характер. В первую очередь это относится к азотным удобрениям. Так, Б.А. Неунылов (1956) считает, что для условий Приморского края азотное удобрение необходимо вносить до посева, либо по всходам. К аналогичному выводу приходит Г.П. Артеменко (1955) для Краснодарского края. По данным исследований И.Н. Чурикова (1948), в Узбекистане азот рекомендуется вносить равными частями по всходам, в кушение и перед выходом растений в трубку. А. П. Джулай (1966) писал о том, что удобрения под рис необходимо вносить не позже появления 4-го листа, чтобы они наиболее эффективно использовались растениями риса. Он связывал это с тем, что наибольшее потребление азота рисом происходит с появлением 4-го листа до фазы выхода в трубку, меньше - в фазе цветения и еще меньше в последующих фазах. К. С. Кириченко, В.В. Щупаковский (Краснодарский край) в 1934 году предлагали применять азот после начала кушения, а в 1958 году - перед кушением. Исследования в этих же условиях Т.М. Фенелоновой (1958) конкретизируют период внесения удобрений. Они должны вноситься дробно — две третьих дозы перед посевом и одна треть в виде подкормки в фазе кушения. Эти же сроки рекомендуют Е.П. Алешин, А.П. Сметанин, Н.С. Тур (1973).

Такая разноречивость объясняется тем, что исследования производились в разное время, в контрастных по почвенно-климатическим условиям зонах рисосеяния. Объектом изучения в каждой климатической зоне были сорта риса, различающиеся по продолжительности вегетационного периода. Для изучения, как правило, брался один сорт, а после сортоисменны он менялся на лучший.

В настоящее время в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Краснодарском крае, внесены 17 сортов риса, характеризующихся различной отзывчивостью на удобрения и продолжительностью вегетационного периода.

Цель данной работы — выявить реакцию сортов риса на удобрение в отдельные фазы вегетации. Объектом изучения стали 20 сортов - как ранее возделываемых, так и новых. Они выращивались на двух фонах минерального питания $N_{120}P_{60}$ и $N_{180}P_{60}$ внесенных непосредственно перед посевом с заделкой. За период вегетации определяли высоту растений и динамику накопления сухого вещества в фазы всходов, кушения и трубкования. Характеристика изучаемых сортов приведена в таблице 1.

Таблица 1
Биометрическая характеристика сортов риса в год изучения (2001 год)

Сорт	Вегетационный период, дн.	Высота растений, см.	Длина главной метелки, см.	Количество колосков в метелке, шт.	Стерильность метелки, %	Масса зерна с метелки, г.
Фонтан	106	93,2±0,67	17,7±0,27	84,0±3,50	20,0±0,99	1,97±0,097
Изумруд*	108	74,8±0,79	14,0±0,22	69,2±3,35	26,2±1,27	1,41±0,060
Кубань 3	108	91,4±1,16	14,7±0,28	51,3±2,83	8,9±0,78	1,32±0,073
Серпантин	111	64,7±0,75	14,0±0,38	43,1±2,25	11,5±0,90	1,14±0,062
Боярин	111	78,8±0,67	11,7±0,13	61,5±2,00	12,0±0,73	1,67±0,052
Лиман*	113	75,0±0,55	12,3±0,14	92,9±2,96	14,3±1,13	2,30±0,070
Павловский*	113	83,1±0,61	12,5±0,17	67,2±2,47	12,6±0,88	2,10±0,074
Славянец*	114	77,7±0,57	11,8±0,44	79,5±4,47	16,5±1,30	1,84±0,085
Вевель	114	78,8±0,63	13,2±0,20	80,1±3,13	27,6±1,34	1,54±0,053

Регул*	114	84,6±0,64	15,5±0,24	73,6±2,66	16,0±1,38	1,98±0,074
Рапан*	115	90,6±0,87	16,5±0,22	111,0±4,97	15,2±0,98	2,73±0,115
КП 28-99	115	91,7±0,90	17,1±0,21	114,5±5,43	28,3±1,10	2,00±0,086
Хазар*	117	84,7±0,74	15,4±0,15	107,5±3,89	20,6±1,03	2,40±0,104
Мирный	117	87,3±0,47	13,5±0,15	86,2±3,41	22,5±1,28	1,55±0,058
Нафант*	117	108,8±0,96	17,4±0,28	82,7±2,65	23,9±1,37	1,90±0,083
Лагуна*	118	86,0±0,70	14,2±0,23	106,2±4,46	29,7±1,30	1,83±0,084
Лидер*	118	86,8±0,77	13,7±0,31	64,5±3,06	21,6±1,80	1,42±0,053
Аметист	118	90,5±0,67	13,7±0,21	81,2±4,72	21,9±1,27	1,87±0,079
Краснодарский 86*	118	101,2±0,62	16,9±0,21	72,1±2,27	10,5±0,98	1,90±0,052
Курчанка*	119	87,3±0,54	13,8±0,27	65,3±2,79	17,0±1,21	1,52±0,055

*-Сорта риса, внесенные в посевной Госреестр

Чем больше азотных удобрений внесено в почву, тем интенсивнее протекают ростовые процессы в их надземных органах (Алешин Е. П., Сметанин А. П., Тур Н. С., 1973). Динамика роста растений данных сортов по фазам вегетации в зависимости от фона азотного удобрения отражена в таблице 2. Как видно из материалов этой таблицы, в фазе полных всходов отмечены достоверные различия по высоте растений в зависимости от фона азотного удобрения у большинства изучаемых сортов. Они отсутствуют только у сортов Фонтан, Изумруд, Серпантин, Боярин, Лиман и Нафант. В фазе кущения различия наблюдаются у еще большего количества сортов, при этом они не зафиксированы лишь у Кубани 3, Регула, КП 28-99 и Лагуны.

В фазе трубкования различия по высоте растений достоверны также у большинства сортов, за исключением Кубани 3, Серпантина, Павловского, Лидера, Краснодарского 86 и Курчанки.

Оценка сортов по накоплению сухой массы в разные фазы вегетации приведена в таблице 3. Как следует из этой таблицы, в фазе всходов в пределах каждого сорта отличия от фона удобрения отсутствуют, что вполне закономерно, так как всходы формируются из зачаточных листьев, а фотосинтез только начинается.

Достоверность различий наблюдается в фазах кущения и трубкования. Причем, для сортов Фонтан, Лиман, Павловский, Славянец, Вевель, Мирный, Нафант, Лидер, Краснодарский 86 и Курчанка она сохраняется в обеих фазах вегетации. Сорта Изумруд, Боярин и Аметист имеют достоверные различия в фазу кущения, однако они отсутствуют в фазе трубкования. Сорта Кубань 3, Рапан и Хазар имеют обратную тенденцию. Серпантин, Регул, КП 28-99, Лагуна не имеют достоверных различий по накоплению сухой массы во все фазы вегетации.

Сравнение высоты растений с сухой массой в разные периоды вегетации (табл. 2 и 3) в межсортовом составе показывает, что, если при обычном азотном фоне эта взаимосвязь мала и не достоверна (фаза кущения $r=0,29$, трубкования $r=0,17$), то при повышенном фоне ее показатель достигает гораздо большей величины (фаза кущения $r=0,53\pm 0,200$, $t_{\phi}=2,65$; трубкования - $r=0,54\pm 0,198$ $t_{\phi}=2,73$, $t_{0,5}=2,10$). Таким образом, основная группа изучаемых сортов положительно реагирует на азотное удобрение в фазах кущения и трубкования.

До начала кущения растениями риса выносятся из почвы около 10% азота, к началу выметывания - около 90% (Джулай А.П., 1958). Сравнивая полученные результаты с элементами структуры урожая, и особенно с коэффициентом хозяйственной эффективной продуктивности - $K_{хоз}$ (табл. 4), можно заключить следующее: раннеспелый сорт Фонтан слабо реагирует на применение удобрения. В случае применения повышенных доз азота увеличивается вегетативная масса, растет стерильность колосков, продуктивность метелки снижается. Этому сорту достаточно предпосевное внесение, или, в крайнем случае, небольшая подкормка в период кущения для его стимулирования. Тоже относится к скороспелому сорту Изумруд: озерненность не увеличивается, но возрастает стерильность колосков и длина стебля, приводящая к полеганию растений. Желательна подкормка и в период кущения. Кубань 3 и Боярин относятся к сортам умеренно отзывчивым на удобрения. Для них достаточно предпосевное внесение азота. Подкормки, особенно поздние, в фазе трубкования, вызывают у Кубани 3 полегание, а у Боярина значительное повышение количества стерильных колосков. Основной причиной высокой пустозерности метелки у сортов риса в условиях Краснодарского края является избыточное азотное питание растений (Воробьев Н.В., Скаженник М.А., Ковалев В.С., 2001).

Динамика роста растений по фазам вегетации
изучаемых сортов риса, см $t_{0,5}=2.02$

Сорт	Фон	Всходы (3-й лист)	t_{ϕ}	Кущение	t_{ϕ}	Трубкование	t_{ϕ}
Фонтан	1	18,1	0,56	31,4	18,40	45,8	9,31
	2	18,5		41,9		51,2	
Изумруд	1	24,8	0,58	28,0	11,29	39,5	6,67
	2	25,2		35,0		43,3	
Кубань 3	1	24,0	5,68	39,7	0,32	58,0	1,52
	2	26,5		39,9		59,0	
Серпантин	1	24,9	0,64	33,6	6,45	44,2	1,70
	2	25,6		37,6		45,1	
Боярин	1	22,1	0,24	33,4	7,14	46,1	3,77
	2	22,2		37,4		48,1	
Лиман	1	21,0	1,94	30,1	18,16	41,1	12,46
	2	21,7		39,0		49,2	
Павловский	1	19,0	4,36	32,5	11,19	48,2	1,00
	2	20,7		39,1		48,8	
Славянец	1	19,1	5,37	29,5	2,75	49,2	12,03
	2	21,3		31,7		52,9	
Вевель	1	18,1	3,68	30,0	4,50	45,9	4,55
	2	19,5		32,7		49,4	
Регул	1	16,2	3,87	29,9	0,46	46,9	2,83
	2	17,4		30,1		48,4	
Рапан	1	16,4	3,89	35,7	2,71	48,5	3,97
	2	17,8		37,3		50,8	
КП 28-99	1	18,5	5,83	31,4	1,33	49,8	5,17
	2	20,6		32,0		52,8	
Хазар	1	18,3	11,14	32,2	2,41	46,9	2,89
	2	22,2		33,5		48,4	
Мирный	1	19,1	2,22	29,2	13,62	52,0	5,17
	2	19,9		37,1		55,0	
Лагуна	1	20,8	7,50	33,7	1,50	44,4	7,78
	2	23,8		34,6		48,9	
Нафант	1	26,0	1,00	36,5	25,59	55,5	16,11
	2	26,4		51,6		64,2	
Лидер	1	17,8	3,87	32,9	8,28	52,2	0
	2	19,4		37,7		52,2	
Аметист	1	23,1	2,00	29,9	15,34	52,1	3,50
	2	23,9		38,1		53,8	
Краснодарский 86	1	24,4	5,28	35,5	10,74	53,7	0,87
	2	27,2		44,2		54,1	
Курчанка	1	19,6	10,33	31,7	12,28	54,4	1,09
	2	22,7		38,7		55,0	

1-фон $N_{120}P_{60}$ 2-фон $N_{180}P_{60}$, здесь и далее.

Динамика сухой массы растений по фазам вегетации, г

Сорт	Фон	Всходы (3-й лист)	t _ф	Кущение	t _ф	Трубка- вание	t _ф
Фонтан	1	0,041	0,37	0,30	5,05	1,29	6,68
	2	0,048		0,49		1,76	
Изумруд	1	0,046	0,51	0,35	2,66	1,42	0,43
	2	0,055		0,45		1,45	
Кубань 3	1	0,030	1,28	0,61	1,86	1,57	7,81
	2	0,053		0,68		2,12	
Серпантин	1	0,038	0,20	0,49	0,27	1,49	0,14
	2	0,041		0,50		1,50	
Боярин	1	0,040	0,34	0,42	7,45	1,45	1,14
	2	0,046		0,70		1,53	
Лиман	1	0,034	1,05	0,58	5,06	1,34	3,98
	2	0,053		0,77		1,62	
Павловский	1	0,035	0,71	0,54	4,52	1,59	2,27
	2	0,048		0,71		1,75	
Славянец	1	0,035	0,57	0,45	3,72	1,51	3,13
	2	0,045		0,59		1,73	
Вевель	1	0,035	0,48	0,35	3,46	1,70	2,41
	2	0,044		0,48		1,87	
Регул	1	0,035	0,28	0,60	0,80	1,41	1,70
	2	0,040		0,63		1,53	
Рапан	1	0,035	0,99	0,49	1,06	1,30	4,40
	2	0,053		0,53		1,61	
КП 28-99	1	0,058	0,71	0,25	0,38	1,06	1,28
	2	0,069		0,28		1,15	
Мирный	1	0,039	0,06	0,32	6,91	1,21	8,09
	2	0,040		0,58		1,78	
Лагуна	1	0,043	0,09	0,51	0,27	1,29	1,85
	2	0,044		0,52		1,42	
Хазар	1	0,033	0,20	0,41	0,53	1,24	6,53
	2	0,036		0,43		1,70	
Нафант	1	0,040	0,28	0,45	9,04	1,28	9,80
	2	0,045		0,79		1,98	
Лидер	1	0,040	0,14	0,39	5,32	1,31	5,11
	2	0,043		0,59		1,67	
Аметист	1	0,050	0,43	0,40	10,90	1,56	0,28
	2	0,058		0,81		1,58	
Краснодарский 86	1	0,037	0,03	0,41	6,12	1,29	2,27
	2	0,038		0,64		1,45	
Курчанка	1	0,041	0,23	0,34	6,65	1,91	4,26
	2	0,045		0,59		2,21	

Таблица 4

Элементы структуры урожая у изучаемых сортов риса

Сорт	Ф о н	Высо- та рас- тений, см	t _ф	Количе- ство колосков в метел- ке, шт	t _ф	Сте- риль- ность метелки, %	t _ф	Масса зерна с метел- ки, г	t _ф	K _{хоз} %
Фонтан	1	93,2	4,28	84,0	-0,50	20,0	0,06	1,97	-1,79	59,0
	2	97,9		81,8		20,1		1,95		54,1
Изумруд	1	74,8	9,70	69,2	1,00	18,2	4,79	1,41	2,94	57,7
	2	85,2		73,6		26,2		1,66		57,7
Кубань 3	1	91,4	1,65	51,3	5,41	8,9	0,70	1,32	6,96	52,8
	2	93,8		74,4		9,7		2,10		50,1
Серпантин	1	64,7	7,79	43,1	3,73	10,7	0,62	1,14	3,71	54,7
	2	73,6		54,8		11,5		1,50		58,2
Боярин	1	71,1	8,78	61,5	1,69	12,0	4,77	1,67	-0,10	60,5
	2	78,8		68,1		17,1		1,66		56,8
Лиман	1	75,0	10,18	92,9	2,02	14,1	0,12	2,30	1,79	55,9
	2	82,2		102,2		14,3		2,50		55,9
Павловский	1	83,1	15,15	67,2	2,62	12,6	0,76	2,10	2,10	57,3
	2	93,9		79,4		13,7		2,40		58,2
Славянец	1	77,7	9,78	79,5	4,11	16,5	2,95	1,84	2,13	60,1
	2	85,1		104,7		21,7		2,10		60,4
Вевель	1	78,8	2,58	80,1	3,02	27,6	0,95	1,54	3,23	56,9
	2	81,2		94,7		28,8		1,84		61,0
Регул	1	84,6	2,59	73,6	2,66	13,0	1,80	1,98	2,52	59,1
	2	86,9		83,2		16,0		2,24		58,1
Рапан	1	90,6	6,13	111,0	1,95	15,2	1,23	2,73	1,20	62,4
	2	97,4		124,3		17,1		2,92		61,8
КП 28-99	1	91,7	0,44	114,9	-0,06	28,3	0,30	1,99	0,08	62,2
	2	92,2		114,5		28,8		2,00		64,5
Мирный	1	87,3	1,74	86,2	5,65	18,4	2,48	1,55	7,59	51,7
	2	88,7		121,3		22,5		2,40		60,1
Лагуна	1	86,0	1,28	106,2	0,92	26,3	1,67	1,83	2,63	60,5
	2	88,7		112,7		29,7		2,18		54,0
Хазар	1	84,7	8,07	107,5	2,49	18,0	1,36	2,40	3,07	60,0
	2	92,5		124,4		20,6		2,90		64,0
Нафант	1	101,3	5,90	82,7	0,02	17,7	3,65	1,90	2,34	55,6
	2	108,8		82,8		23,9		2,20		59,8
Лидер	1	86,8	8,71	64,5	7,93	21,6	0,99	1,42	10,87	45,6
	2	96,3		108,1		23,8		2,42		57,9
Аметист	1	85,0	6,17	81,2	0,36	19,0	1,67	1,87	1,80	53,0
	2	90,5		83,5		21,9		2,10		57,5
Красно- дарский 86	1	101,2	7,56	72,1	5,05	10,5	6,89	1,90	3,00	57,0
	2	108,0		90,8		21,8		2,20		50,7
Курчанка	1	84,9	3,13	65,3	7,05	17,0	1,07	1,52	8,89	55,5
	2	87,3		96,2		18,7		2,32		59,3
t ₀₅			2,00		2,00		2,00		2,00	

Среднеспелые и среднепоздние сорта также по-разному реагируют на повышенные дозы азотного удобрения, но все они положительно отзываются на подкормки в фазу кушения.

Выводы. Целесообразность более поздних подкормок вызывает сомнение. Среднеспелые сорта Лиман, Павловский, Славянец и Рапан коэффициент хозяйственной эффективной продуктивности сохраняют на одном уровне. У среднепоздних сортов $K_{хоз}$ значительно выше на повышенном фоне, но подкормки в фазу трубкования увеличивают срок вегетации, повышают и без того высокую стерильность колосков.

Особую группу составляют сорта Серпантин, Регул, КП 28-99 и Лагуна. Удобрения на них действуют так же, как и на сорта рассадной культуры, то есть стимулируют кушение. Озерненность и высота растений возрастают незначительно. Подкормку перечисленных сортов необходимо проводить по полным всходам или в период кушения.

Из вышеизложенного следует, что лучшим способом внесения удобрений является предпосевное, с подкормкой в фазе кушения, но с учетом оптимальных доз для каждого сорта. Это подтверждается и ранее проведенными исследованиями ВНИИ риса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин Е.П., Сметанин А.П., Тур Н.С. Удобрение риса. - Краснодар: Кн. изд-во, 1973. - 160 с.
2. Артеменко Г.П. Влияние азота на окислительно-восстановительные процессы в период световой стадии риса // Тр. Куб. СХИ. - 1955. - Вып. 2. - 165 с.
3. Воробьев Н.В., Скаженник М.А., Ковалев В.С. К физиологическому обоснованию моделей сортов риса. - Краснодар, 2001. - 119 с.
4. Джулай А.П. Возделывание риса на Кубани. - Краснодар: Кн. изд-во, 1958. - 166 с.
5. Кириченко К.С. Агротехника высоких урожаев риса. - М., 1958. - 125 с.
6. Кириченко К.С., Щупаковский В.В. Сводка результатов применения удобрений под рис: Тр. Всес. ст. рис. хоз-ва. - 1934. - Вып. 2 - 42 с.
7. Неуньлов Б.А. Теория и практика повышения плодородия рисовых полей Дальнего Востока. - Владивосток, 1958. - 32 с.
8. Фенелонова Т.М. Продуктивность метелки в зависимости от почвенного азота // Кр. итоги н.-и. работы КубРОС за 1957 год. - Краснодар, 1958. - 162 с.
9. Чуриков И.Н. Агротехника риса в Узбекистане. - Ташкент: Госиздат УзССР, 1948. - 116 с.

РЕАКЦИЯ СОРТОВ РИСА НА АЗОТНОЕ УДОБРЕНИЕ

Д. В. Шутов, В.Н. Шиловский

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

В работе выявлены реакции сортов риса (*Oryza sativa* L) на азотное удобрение в отдельных фазах вегетации. Приведена динамика роста растений по фазам вегетации (всходы, кушение, трубкование) и динамика накопления сухого вещества в этих же фазах. Уточнены элементы структуры урожая (высота растений, количество колосков в главной метелке, стерильность метелки, масса зерна с метелки, коэффициент хозяйственной эффективной продуктивности- $K_{хоз}$). Выявлены корреляционные зависимости между растениями по фазам вегетации на обоих фонах азотного питания и особенности реакции сортов на дозы внесения азотного удобрения.

RESPONSE OF RICE VARIETIES TO NITROGEN FERTILIZERS

D.V.Shutov, V.N.Shilovsky

All-Russian rice research institute

SUMMARY

Dependence of rice varieties group of Russian breeding for nitrogen fertilizers application is determined on the basis of many experiments.

**БИОХИМИЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ СЛОЯ ВОДЫ
РАЗЛИЧНЫМИ СОРТАМИ РИСА**Э. Р. Авакян, д.б.н., Т. Б. Кумейко, к.с.-х.н.,
К. К. Ольховая

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Прорастание риса - физиологический процесс преодоления этой культурой определенного слоя воды. Косвенным биохимическим показателем способности риса преодолевать слой воды является активность гидролитических ферментов и, в частности, амилаз ($\alpha+\beta$). Активность этого фермента обусловлена уровнем эндогенных гиббереллинов (ГК). В семенах злаков ГК является тем гормоном, который контролирует мобилизацию крахмала в эндосперме зерновки (А. Галстон, 1983), способного быстро гидролизироваться в начале прорастания. Контроль гиббереллина за расщеплением крахмала выражается в образовании и выделении гидролитических ферментов (амилаз, протеаз и рибонуклеаз). Учитывая, что эндогенная ГК активирует м-РНК, ответственную за синтез амилазы *de-novo*, можно предположить, что высокий уровень ГК способствует лучшему преодолению слоя воды рисом. Амилазы ($\alpha+\beta$) расщепляют крахмал зерновки на моносахара, которые расходуются в первые же моменты прорастания, а это в свою очередь, способствует быстрому развитию зародыша (Э. Либберт, 1976).

Основываясь на вышеизложенном, проведены исследования по изучению активности амилазы у различных сортов риса для определения способности преодоления ими слоя воды в период прорастания.

Материалы и методы исследования. В ходе исследования были использованы сорта риса, предоставленные лабораторией селекции. В лабораторных условиях выращивание проводили в водной культуре, в фарфоровых стаканах ($V = 500 \text{ ml}$) на марлевых сеточках. Контроль - выращивание на воде, эксперимент - в растворе ГК ($0,001\%$). Первые 48 часов образцы выдерживали в термостате при 37°C , а затем на установке с регулируемой длиной дня, при $+28^\circ\text{C}$, 15000 люкс. В фазу первого настоящего листа определяли уровень эндогенных гиббереллинов (биотест) и затем рассчитывали интенсивность каждого сорта риса как отношение изменения длины влагалища первого настоящего листа изучаемого образца к таковой величине контрольного (Joshida S. et al, 1972; Авакян Э.Р., 1989).

Активность амилаз определяли в эндосперме зерновок риса соответствующих сортов (Плешков Б.П., 1976; Ермаков А.И., 1987). Активность фермента рассчитывали в мг/мг белка в час. Количество белка (солерастворимая фракция) в образцах определяли по Лоури (Lowry O.H., 1954).

Результаты исследований и обсуждение. Проведенные исследования показали, что сорта риса различаются между собой по уровню эндогенных ГК, что обуславливает и различную активность амилолитических ферментов, а отсюда и интенсивность прорастания (см. табл.). Таким образом, взаимодействие гормона и рецептора в растении включает биохимические изменения, которые в конце концов приводят к физиологическому и морфологическому ответу (Ф. Уоринг, 1984).

Более низкая реакция сортов риса на экзогенное воздействие гибберелловой кислоты свидетельствует о повышенном уровне эндогенной ГК у сортов риса, и, как следствие, повышенной активности амилазы ($\alpha+\beta$) в эндосперме изученных форм. Так, сорта ВНИИР 7697, ВНИИР 7605, имеют активность амилолитических ферментов 11-13 мг /мг белка, что обуславливает их способность преодолевать слой воды и, следовательно, давать равномерные всходы.

Повышенная реакция на экзогенную ГК — следствие пониженного уровня эндогенных ГК (1,3-1,7 и может быть выше). Активность амилазы у таких сортов ниже 9,0-9,7, а способность

Способность различных сортов риса преодолевать слой воды

Сорт	Реакция на ГК , ед. интенсивности	Активность амилазы , мг.час/мг белка	Способность преодолевать слой воды
Лиман	1,0	9,70	преодолевает
Хазар	1,3	9,00	
Жемчуг	1,7	9,20	
ВНИИР 7752	1,51	9,70	
ВНИИР 7697	1,05	12,10	хорошо преодолевает
ВНИИР 7605	0,90	12,68	
ВНИИР 7606	0,82	11,60	
\bar{x}	0,992	0,971	

преодолевать также снижается. Зерновки низкорослых форм обладают очень низкой активностью фермента, слабо преодолевают слой воды в период всходов и могут демонстрировать изреженные посевы.

Другими словами, определяя активность амилазы, обусловленную уровнем эндогенных ГК, можно с достаточной уверенностью говорить об интенсивности прорастания и равномерности всходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гэлстон А., Девис П., Саттер Р. Жизнь зеленого растения. - М.: Мир, 1983. - 549 с.
2. Либберт Э. Физиология растений. - М.: Мир, 1976. - 580 с.
3. Joshida S. et al. Laboratory manual for Physiological studies of Rice // 2-nd ed. IRRI. Los Banos, Laguna, Philippines, 1972. - P. 70.
4. А.С. 38,8: Способ определения интенсивности растений риса / Авакян Э.Р., Алешин Н.Е., Алешин Е.П. - № 151 и 277 О.И. - 1989.
5. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. - Л.: Агропромиздат, 1987. - 56 с.
6. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. - М.: Колос, 1976. - С. 223-225.
7. Lowry O. A., Rosenbough N. et al. Protein measurement with the Folin Phenol Reagent.// Biol. Chem., 1954. - 193. - P. 265-275.
8. Уоринг Ф., Филлипс И. Рост растений и дифференцировка. - М.: Мир, 1984. - 117 с.

БИОХИМИЯ ПРЕОДОЛЕНИЕ СЛОЯ ВОДЫ РАЗЛИЧНЫМИ СОРТАМИ РИСА

Э.Р. Авакян, Т.Б. Кумейко, К.К. Ольховая
Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Активность амилазы ($\alpha + \beta$), обусловленная уровнем эндогенных гиббереллинов в зерновках различных форм риса, коррелирует с их способностью преодолевать слой воды.

BIOCHEMISTRY OF WATER LAYER OVERCOMING BY DIFFERENT RICE VARIETES

E.R. Avakyan, T.B. Kumeiko,
K.K. Olkhovaya
All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Amylase activity stimulated by level of endogenous gibberellin in kernels of different rice varieties, correlates with their capacities to get over water layer.

РАЗДЕЛЕНИЕ РИСА НА ГРУППЫ ПО ФОРМЕ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ЗЕРНОВКИ

Н.Г. Туманьян, к.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

При выполнении работы было получено и сфотографировано более 5 тысяч поперечных сколов зерновок риса. В результате был сделан вывод об имеющемся пробеле в селекционной характеристике риса по форме зерновки. Предложено выделить 3 группы у риса по форме поперечного сечения зерновки в связи с латеральными подпучковыми буграми.

Общепринятой в мире считается характеристика морфотипа зерновки риса по длине, толщине и ширине. Существуют самые разные классификации, основанные на приведенных признаках. Эти классификации используются в селекционной работе, а также при разработке элементов технологий переработки. Форма и размеры зерновки риса берутся за основу при делении на типы товарного риса. Сорты короткозерные, среднезерные, длиннозерные определяются, исходя из отношения длины зерновки к ее ширине. Тип риса длиннозерный (по стандарту США) имеет отношение длины к ширине - 3,1 и более у шелушенного - 3,0 и более у шлифованного; среднезерный рис имеет эти показатели от 2,1 до 3,0 и от 2,0 до 2,9 соответственно; короткозерный - 2,0 и менее; 1,9 и менее [1; 2].

Зерновка в тунике имеет две цветковые чешуи, одна из которых, нижняя (*lemma*)— в форме ладьи с пятью ребрами, соответствующими жилкам проводящего пучка;— другая, верхняя (*palea*), по размерам меньше нижней и тоже ладьевидной формы, но с тремя ребрами. Верхняя чешуя покрывает дорсальную сторону зерновки, нижняя - вентральную. Центральное ребро называется «килем». На поверхности зерновки риса имеются складки. Принято считать, что они соответствуют ребрам цветковых чешуй. Эти складки удаляются при шлифовании. В перикарпии и семенной оболочке находится проводящий пучок, питающий эндосперм. Его ответвления проходят по дорсальной, вентральной и латеральным сторонам, сверху и снизу. На фотоизображении поперечного сечения зерновки видно, что в местах проникновения пучка, под оболочками в эндосперме возникают утолщения, которые и принято называть «складками».

В работе предложена классификация риса по форме поперечного сечения зерновки в связи с размером этих подпучковых утолщений.

Материалы и методы исследования. Объектами исследований служили сорта и сортообразцы риса российской селекции. Морфотип зерновки оценивали по срезам-сколам шелушенных зерновок. Зерновки раскалывали лезвием в билатеральном направлении, просматривали в проходящем свете в поле зрения бинокулярного микроскопа и фотографировали. Фотографирование проводили в специально встроенном микроскопе с двухсторонним щелевидным освещением. При этом использовали рацпредложения В.Г. Власова (ВНИИ риса).

Результаты и обсуждения. В работе для обозначения подпучковых утолщений был предпочтен термин «подпучковые бугры». С латеральных сторон — верхние и нижние подпучковые бугры. Для обозначения соответствующих областей — с дорсальной и вентральной сторон использовались термины «дорсальная и вентральная подпучковые области или зоны». Как оказалось, форма поперечного сечения зерновки может быть самой различной в зависимости от выраженности этих подпучковых бугров. Причем данный признак является стойким сортовым признаком. В соответствии с этим было предложено выделить 3 группы риса по форме поперечного сечения зерновки в связи с латеральными подпучковыми буграми. Эти группы были названы «рапан», «жемчуг» и «кулон». Несмотря на то, что эти названия уже были даны сортам и сортообразцам риса российской селекции, однако они хорошо отражали внешний вид поперечного сечения зерновок и в связи с этим были выбраны как наиболее удачные.

Разделение на 3 указанные группы происходило по следующим признакам (см. рис.)

рапан,

жемчуг,

кулон.



Рисунок. Внешний вид поперечного сечения зерновок риса у групп: рапан, жемчуг и кулон.

Группа рапан. Характеризуется выраженными или сильно выраженными верхними и нижними латеральными подпучковыми буграми. Можно предположить, что это увеличивает долю мучки при получении крупы. Если зерновка сильно удлинена в дорсо-вентральном направлении, то такие сорта обозначаются как «рапан высокий». Соответственно выделяются и подгруппы «рапан средний» и «рапан округлый». В эту группу попадают сорта: Дубовский 129, Кубань 3, Старт, Лиман, Первоцвет, Наутико, Новосельский, Хазар, Мирный - рапан высокий; Жемчужный, Дальрис 2, Рапан, Лоцман - рапан средний, Лазурный и Рис Малампузинский из Бирмы - рапан округлый. Сорт-стандарт - Рапан.

Группа жемчуг. Для нее характерна слабая выраженность верхних и нижних подпучковых бугров. Латеральные подпучковые бугры могут быть совсем не видны на поперечном сечении зерновки. Тогда форма поперечного сечения зерновки похожа на овал или круг. Вероятно, при шлифовании таких зерновок доля мучки снижается. Соответственно выделяются подгруппы: «жемчуг высокий», «жемчуг средний» и «жемчуг округлый». Сорта и сортообразцы: Кулон, Павловский, Бластони относятся к подгруппе «жемчуг высокий»; ВНИИР 18, Ханкайский - к подгруппе «жемчуг средний» и Индус - «жемчуг округлый». Сорт-стандарт - Павловский.

Группа кулон. У представителей этой группы выражены или сильно выражены верхние латеральные подпучковые бугры, а нижние выражены слабо или вовсе не выражены. Солярис, Лагуна, Спринт, Сапфир, Радуга принадлежат к подгруппе «кулон высокий»; к подгруппе «кулон средний» принадлежат Изумруд, Серпантин и Снежинка. Сорт Нафант входит в подгруппу «кулон округлый». Сорт-стандарт - Сапфир.

Для подгрупп «высокий», «средний» и «округлый» установлены соотношения ширины и толщины зерновки - соответственно $b/c > 1,4$, $1,4 \geq b/c \geq 1,2$ и $1,2 > b/c > 1,0$. Форма дорсальной и вентральной подпучковых областей в выделении групп риса по форме поперечного сечения зерновки не учитывалась, так как признаки слабо варьировали при визуальной оценке. Как правило, при сильно выраженных латеральных подпучковых зонах, также сильно были выражены и вентральные, и дорсальные подпучковые зоны. При описании формы поперечного сечения зерновки возможна характеристика этих зон: у Лимана - вытянутая, заостренная вентральная подпучковая область.

Была замечена изменчивость размеров подпучковых зон в связи со степенью спелости зерновки и расположением в метелке. Зерновки с основания первичной веточки метелки часто имели «недоразвитые» нижние латеральные подпучковые бугры, или один из них, и были «узкими», то есть, толщина зерновки была меньше. Вероятно, это было связано с тем, что зерновка не достигала полной спелости, или ей не хватало питательных веществ для достижения свойственной для сорта массы. Такой же внешний вид поперечного сечения был у зерновок в стадии восковой спелости. Встречаются зерновки, по поперечному сечению которых можно судить об аномалии развития, например, при наличии большого мучнистого пятна. В метелке, как правило, 5-10% зерновок с отличной от сортовой формой поперечного сечения. Морфотип остальных 90-95% зерновок в состоянии полной спелости в поперечном сечении, визуализированный на

фотоизображении, практически идентичен, то есть показатель имеет сортовой характер.

Выделение групп по форме поперечного сечения зерновки дает представление о многообразии морфотипа зерновки риса и может быть использовано в селекционном процессе - при подборе исходного материала и оценке и отборе селекционных образцов, при характеристике селекционного образца, при проведении испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Возможна связь с хозяйственно ценными признаками, например, снижением выхода мучки при шлифовании. В семеноводстве определение формы поперечного сечения зерновки риса по предложенному способу выделения групп целесообразно проводить при идентификации семенного материала, характеристике линейных популяций, контроле за распадом сорта на линии, при работах, направленных на поддержание сорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хьюстон Д.Ф. Рис и его качество. - М.: Колос, 1976. - 400 с.
2. Романов В.Б., Белоус Л.Г. Качество риса и методы его повышения. - Краснодар, 1980. - 20 с.

РАЗДЕЛЕНИЕ РИСА НА ГРУППЫ ПО ФОРМЕ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ЗЕРНОВКИ

Н.Г. Туманьян

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Предложено выделить 3 группы у риса по форме поперечного сечения зерновки в связи с латеральными подпучковыми буграми.

RICE SUBDIVISION INTO GROUPS ACCORDING TO THE FORM OF KERNEL CROSS - SECTION

N.G. Tumanian

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

It was offered to separate 3 groups of rice by the form of kernel cross-section with lateral sub-bundle tuberouses.

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ НИЗОВЬЯ РЕКИ КУБАНИ
И ОСНОВЫ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

В А.Попов, д.тех.н., Е.А.Быстрова

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Основным источником водоснабжения рисовых оросительных систем Краснодарского края является река Кубань, сток которой зарегулирован Краснодарским водохранилищем: в створе плотины оно контролирует 90% всего стока бассейна и из которого при проектной емкости 3,1 км³ орошалось 85% общей площади рисовых систем. Однако в связи с вынужденным снижением в 1994 г. нормального подпорного горизонта на 0,9 м, полезная емкость водохранилища уменьшилась на 390 млн. м³, что привело к дефициту оросительной воды и угрозе как снижения урожайности риса, так и сокращения посевных площадей. В свете изложенного, поиск путей и разработка методов экономии и рационального использования водных ресурсов является одной из приоритетных задач мелиоративной науки.

Нами, на основе многолетнего (26 лет) гидрологического ряда наблюдений за режимом и ресурсами Краснодарского водохранилища, проведены специальные гидролого-статистические исследования, а также водобалансовые расчеты. Ставилась задача установить закономерности колебаний гидрологических явлений, их величину и обеспеченность (вероятность), а также выявить инерционные факторы колебаний, что позволит предугадать критические ситуации и разработать методы смягчения их последствий. Исследования гидрологических рядов проводились по общепринятому в гидрологии статистическому методу, основанному на теории случайных событий и теории вероятностных (случайных) процессов с получением статистических характеристик и параметров, а их моделирование - по методу наибольшего правдоподобия (1,2,3).

Годовой сток и его параметры. Средний за исследуемый период (1975-2000 г.г.) годовой сток реки Кубани у входа в Краснодарское водохранилище составляет 13,0 км³, что более чем в 6 раз превышает его емкость. Сток крайне неравномерен по годам: наибольший (19,7 км³) отмечен в 1997 г., наименьший (7,3 км³) - в 1986 г. Изменчивость характеризуется следующими параметрами: среднеквадратическое отклонение 2,8 км³, коэффициент вариации 0,22, асимметрии 0,44, вероятное отклонение 1,9 км³. По данным наблюдений построена эмпирическая кривая обеспеченности стока. Исследование ее показало, что она является кривой Пирсона III типа. Годовой сток 75% обеспеченности составляет 11,2 км³, 25% - 13,8 км³. Вероятность маловодных лет (менее 11 км³) 20,2%, т.е. такие годы встречаются примерно один раз в 5 лет. Вероятность стока более 20 км³ составляет 1,8%.

Как известно, теория вероятности и случайных процессов не может предсказать какие годы окажутся маловодными. Эта задача решена нами на основе графического построения гидрологического ряда по методу «скользящих десятилеток». График стока (рис.1) или, т.н. динамическая норма годового стока, представляет собой синусоидальную кривую, которую можно разбить на три периода: I - 1975-1985 г.г.; II - 1986-1998 г.г.; III (неполный) - с 1998 г. График позволил с вероятностью 75% предсказать, что последующие 5-7 лет будут маловодными.

Внутригодовое распределение стока. Оно характерно для рек горно-равнинного типа со смешанным питанием (снегово-ледниковое и грунтовое): имеет два паводка (зимний, пик которого приходится на декабрь, и летний с пиком в июне), межень приходится на сентябрь и октябрь (табл. 1).

Поскольку река Кубань зарегулирована Краснодарским водохранилищем сезонного типа, одним из основных предназначений которого является повышение водообеспеченности рисовых систем, гидрологический год целесообразно начинать с 1 октября, когда поливной период завершен. С учетом изложенного, годовой сток примерно поровну делится на два периода - межполивной (1 октября - 30 апреля) и поливной (1 мая - 30 сентября) - 6,37 км³ и 6,64 км³ соответственно.

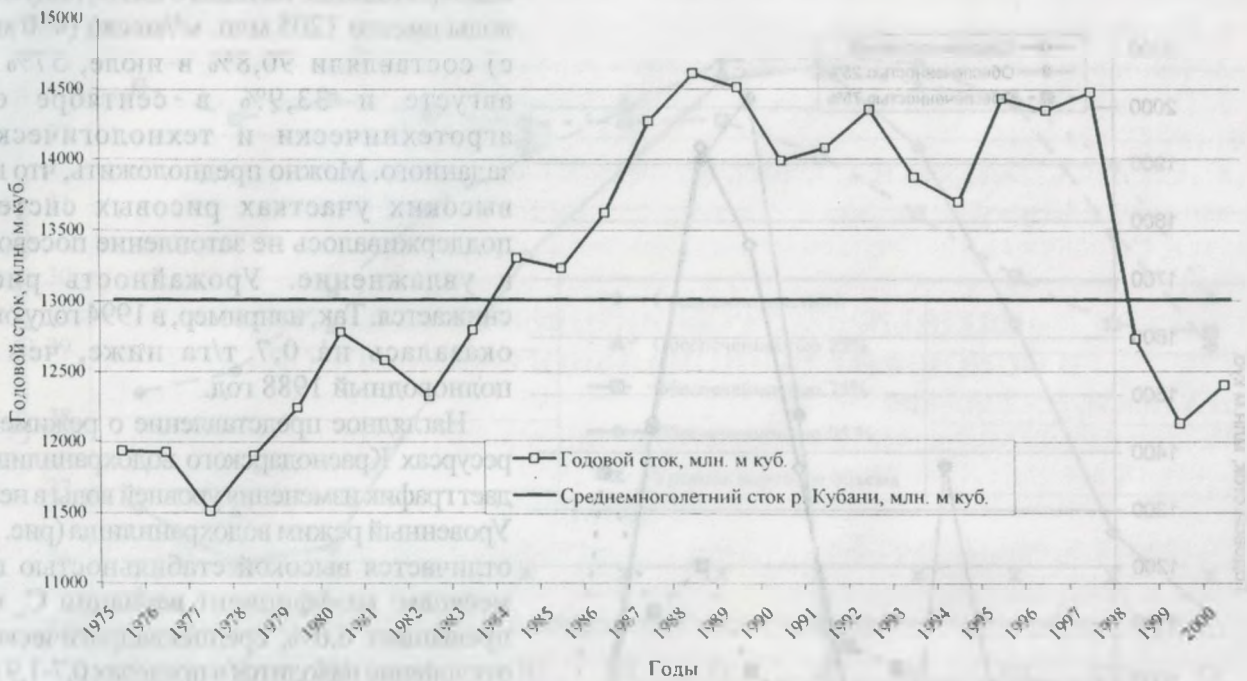


Рисунок 1. Динамическая норма годового стока реки Кубани (1975-2000 гг.)

Таблица 1
Среднегодовое внутригодовое распределение стока реки Кубани, млн.м³ / %

Месяцы												Итого
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
857,7	758,3	948,8	1373,2	1759,8	1929,7	1451,7	879,0	616,9	639,1	810,7	985,1	13009,0
6,6	5,8	7,3	10,5	13,6	14,8	11,2	6,8	4,7	4,9	6,2	7,6	100,0

Гидрограф реки Кубани в много- и маловодные годы существенно отличается от среднегодового: в многоводные годы значительно увеличивается зимний пик паводка, в маловодные же вместо двух отмечается 4 паводка, пики которых незначительны, при этом последний приходится не на июнь, а на август (рис. 2). Для многоводных лет характерны относительно теплые зимы со значительным количеством осадков в виде дождя, в маловодные - зимы холодные, малоснежные. Таким образом, характер и количество осадков в зимний период определяют водность реки Кубани в изучаемый год.

Режим и баланс Краснодарского водохранилища. В среднем годовой баланс складывается положительно: приход (13,01 км³) превышает расход (12,6 км³) на 400 млн. м³. В расходную часть баланса включаются следующие статьи: орошение риса (110 тыс. га) при учете воды на головных водозаборах - 3,2 км³, водоснабжение населенных пунктов (Тамань, Анапа, Краснодар) - 1,5 км³, потери на фильтрацию из русла реки в поливной период — 1 км³, шлюзование для прохода судов и нужды рыбного хозяйства - 1,8 км³, паводковые сбросы в межполивной период - 1,28 км³, в поливной - 1,44 км³, холостые технологические сбросы в поливной период - 1,5 км³, переходящий остаток - 0,4 км³. После завершения строительства Тиховского гидроузла технологические сбросы уменьшатся примерно на 900 млн. м³, однако, почти на столько же, после восстановления орошения зерновых, технических и других культур в верховье Кубани, уменьшится и приход воды в водохранилище.

Гидролого-статистические исследования показали, что профицит в водном балансе водохранилища наблюдается только в многоводные годы, в годы же обеспеченностью 75% и более он переходит в дефицит -1,4 км³ и более (табл. 2). Выявленный профицит при обеспеченности 95% является мнимым, и сформировался он в результате нарушения оптимального режима

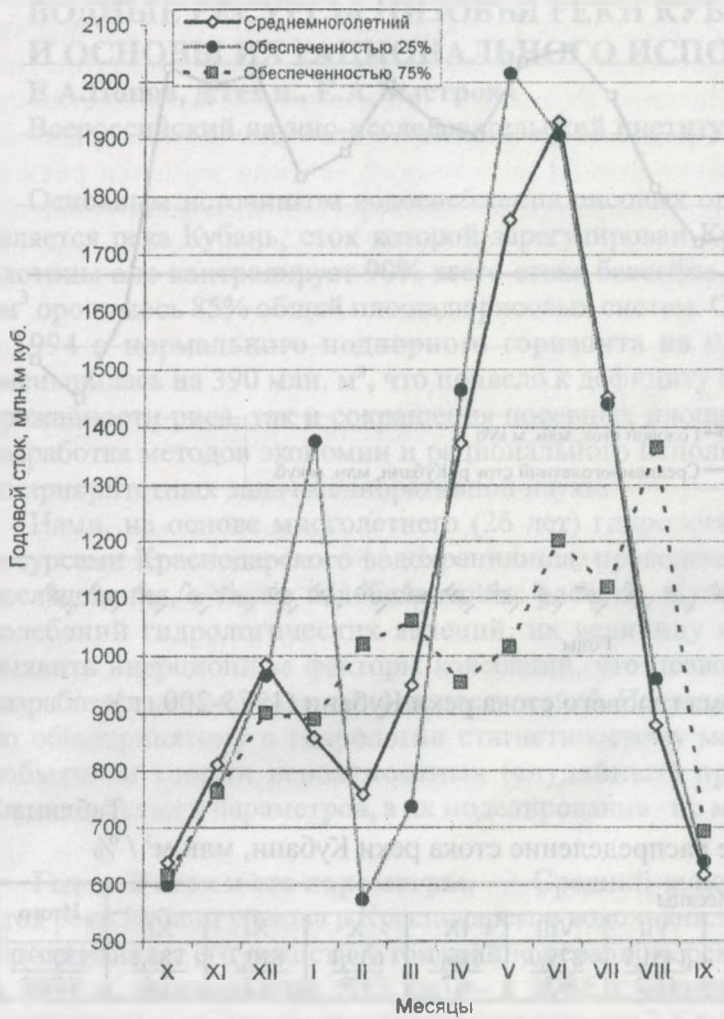


Рисунок 2. Гидрограф реки Кубани

водохранилища: начиная с июля, попуски воды вместо 1205 млн. м³/месяц (450 м³/с) составляли 90,8% в июле, 57% в августе и 33,9% в сентябре от агротехнически и технологически заданного. Можно предположить, что на высоких участках рисовых систем поддерживалось не затопление посевов, а увлажнение. Урожайность риса снижается. Так, например, в 1994 году она оказалась на 0,7 т/га ниже, чем в полноводный 1988 год.

Наглядное представление о режиме и ресурсах Краснодарского водохранилища дает график изменения уровней воды в нем. Уровненный режим водохранилища (рис. 3) отличается высокой стабильностью по месяцам: коэффициент вариации C_v не превышает 6,6%, среднеквадратическое отклонение находится в пределах 0,7-1,9 м. Как видно из графика, даже в острозасушливые маловодные годы, каковым к примеру был 1993/94, водохранилище к началу оросительного сезона полностью заполняется водой до проектной отметки 32,75 м. Однако, полное заполнение не является гарантом водообеспеченности рисовых систем, так как емкость водохранилища недостаточна для покрытия необходимых расходов: при плановых попусках воды 610 м³/с в мае (первоначальное затопление) и 450 м³/с в

период поддержания на рисовых чеках заданного слоя воды, оно, без притока извне, полностью опорожнилось бы за 46 суток, в то время, как продолжительность поливного периода составляет 120-130 дней. Таким образом, водообеспеченность рисовых систем в значительной степени зависит от стока реки Кубани в поливной период, а он, как установлено выше, отличается высокой изменчивостью по годам.

Таблица 2

Водный баланс Краснодарского водохранилища в годы с различной обеспеченностью (числитель - приход, знаменатель — расход, млн. м³)

обеспеченность, %	Месяцы												Итого
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
25 (1994/ 95)	600,0 188,2	768,4 208,7	965,2 648,0	1376,4 681,7	574,2 385,8	736,6 469,9	1464,5 1242,3	2015,1 1851,7	1905,8 1782,4	1440,6 1382,3	959,7 1305,1	638,8 1008,0	13121,1 11154,1
75 (1977/ 78)	616,1 853,8	762,1 760,1	900,8 850,0	889,2 966,1	1020,2 1093,0	1060,1 1204,8	953,4 940,1	1015,3 1415,7	1201,4 1482,4	1118,9 1349,2	1364,8 1198,0	691,9 865,3	11594,2 12978,5
95 (1993/ 94)	317,4 492,3	289,1 278,4	481,0 231,5	622,6 231,7	599,7 230,4	968,5 340,9	1167,6 941,0	1792,0 1669,3	1038,9 1401,3	468,2 1094,1	356,9 690,7	268,9 208,8	8370,8 7810,4
Средне- много- летний (1975- 2000)	639,1 670,2	810,7 618,3	985,1 594,4	857,7 603,9	758,3 531,5	948,3 710,1	1373,2 1083,5	1759,8 1827,8	1929,7 1866,8	1451,7 1820,8	879,0 1402,3	616,9 859,0	13009,3 12584,4

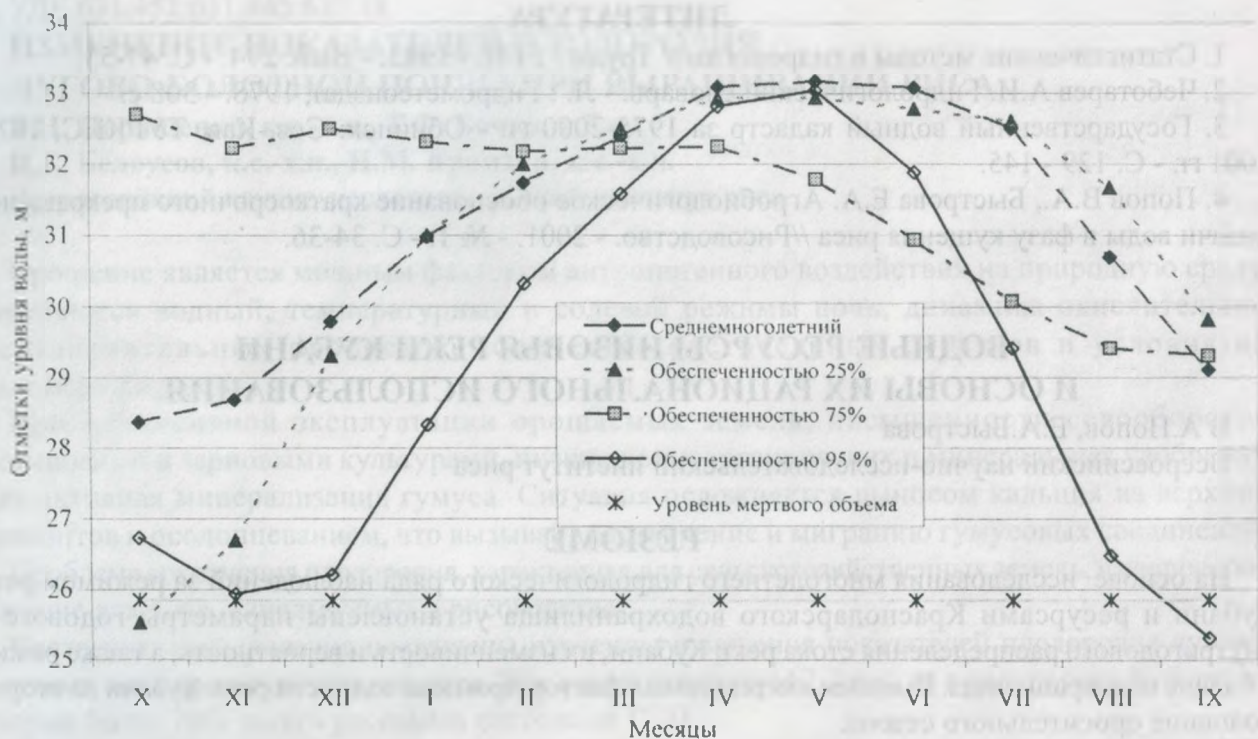


Рисунок 3. Уровенный режим Краснодарского водохранилища в годы с различной обеспеченностью годового стока реки Кубани

В связи с изложенным, разработка метода долгосрочного прогноза стока является чрезвычайно важной задачей: она позволит своевременно перейти на водосберегающий режим орошения.

Нами на основе комплексного гидрогеологического, плювиометрического и гидрологического количественного анализа установлен инерционный фактор прогноза, основанный на связи водности р. Кубани во второй половине поливного периода (август - сентябрь) с количеством выпавших в марте в верховьях бассейна атмосферных осадков:

$$W = \&W_0 + 17,2P_m - 0,02P_m^2, \text{ млн. м}^3$$

где: W - сток р. Кубани в створе Краснодарского водохранилища за период август - сентябрь, млн. м^3 ;

W_0 - часть стока, обусловленная ледниковым питанием, млн. м^3 (в наших опытах равная 550 млн. м^3);

$\&$ - эмпирический коэффициент, равный 1,16;

P_m - среднее по метеостанциям количество осадков, выпавших в марте в верховьях бассейна, мм.

В случае, если приток воды в водохранилище окажется в указанный период меньше $400 \text{ м}^3/\text{с}$, необходимо разработать план мероприятий по рациональному использованию имеющихся водных ресурсов, чтобы не допустить осушения посевов риса в фазу созревания. К таковым относятся: 1) двухнедельное прекращение подачи воды в фазу кушения (5-8 лист), получившему название КРОС - краткосрочное осушение. Экспериментально доказано, что КРОС не приводит ни к снижению урожайности риса, ни к увеличению засоренности посевов (4). В то же время, в результате снижения попусков воды на орошение риса, в водохранилище сохраняется не менее 400 млн. м^3 , крайне необходимых в критическую фазу его развития - созревание; 2) межсистемный водооборот - поочередная подача воды на системы, размещенные выше Федоровского гидроузла и ниже его. Эта мера позволит уменьшить транзитные холостые сбросы воды в Азовское море на $300-400 \text{ млн. м}^3$ и более.

ЛИТЕРАТУРА

1. Статистические методы в гидрологии // Труды./ ГГИ. - 1983. - Вып. 294. - С. 47-55.
2. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. - Л. : Гидрометеиздат, 1978. - 308 с.
3. Государственный водный кадастр за 1975-2000 гг. - Обнинск: Сев.-Кав. ТУГКПС, 1976-2001 гг. - С. 129 - 145.
4. Попов В.А., Быстрова Е.А. Агробиологическое обоснование краткосрочного прекращения подачи воды в фазу кошения риса //Рисоводство. - 2001. - № 1. - С. 34-36.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ НИЗОВЬЯ РЕКИ КУБАНИ И ОСНОВЫ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В А.Попов, Е.А.Быстрова

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

На основе исследования многолетнего гидрологического ряда наблюдений за режимом реки Кубани и ресурсами Краснодарского водохранилища установлены параметры годового и внутригодового распределения стока реки Кубани, их изменчивость и вероятность, а также режим и баланс водохранилища. Выявлен инерционный фактор прогноза водности реки Кубани во второй половине оросительного сезона.

WATER RESOURCES OF THE LOWER KUBAN AND THE BASIS OF THEIR EFFICIENT USE

V. A. Popov, E. A. Byistrova

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

On the basis of many years' hydrologic observations of the Kuban river condition and the resources of Krasnodar reservoir we determined the parameters of annual distribution of the Kuban river flow, their variability and probability as well as the regime and balance of the reservoir. Inertia prognosis factor of the Kuban river water-supply in the second half of irrigation season was also determined.

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ЛУГОВО-БОЛОТНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РИСА

В.Н. Парашенко, к.с.-х.н., Т.Ф. Бочко, к.б.н.,

И.Е. Белоусов, к.с.-х.н., Н.М. Кремзин, к.с.-х.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Орошение является мощным фактором антропогенного воздействия на природную среду. Изменяются водный, температурный и солевой режимы почв, динамика окислительно-восстановительных процессов, количество растительных остатков и условия их трансформации.

При интенсивной эксплуатации орошаемых земель, насыщенности севооборотов пропашными и зерновыми культурами, низких дозах органических и минеральных удобрений идет активная минерализация гумуса. Ситуация осложняется выносом кальция из верхних горизонтов и осолонцеванием, что вызывает растворение и миграцию гумусовых соединений.

Проблема сохранения плодородия, характерная для сельскохозяйственных земель, имеет особое значение для почв, используемых в рисоводстве.

Настоящие исследования посвящены изучению изменения показателей плодородия лугово-болотных почв при возделывании риса. Эти почвы занимают 62,7 тыс. га в дельте реки Кубани, из которых более 70% занято рисовыми системами [1,2].

Изучение лугово-болотных почв проводилось в стационарных условиях в колхозе им. XXII съезда КПСС Славянского района. Объектами исследования служили почвы рисового чека (рис возделывается с 1978 г.) и богарного участка, находящегося в непосредственной близости.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что более чем двадцатилетнее возделывание риса способствовало изменению морфологии и свойств лугово-болотных почв. Основной причиной этих преобразований является изменение водного режима почв. Лугово-болотные почвы относятся к почвам болотного типа почвообразования и сформировались в условиях периодического длительного переувлажнения, что характерно также и для рисовых полей. Однако в водном режиме собственно лугово-болотных почв и лугово-болотных «рисовых» почв имеются различия. У первых переувлажнение обусловлено главным образом высоким уровнем залегания грунтовых вод. Оно приурочено к осенне-зимнему периоду и является застойным. У таких почв, как правило, отсутствует надпочвенный слой воды и верхние горизонты не имеют полного влагонасыщения. Вертикальная и горизонтальная фильтрации слабо выражены. Для почв рисовых полей характерно наличие в течение 90-100 дней слоя воды, полное влагонасыщение всего почвенного профиля, наличие вертикальных и горизонтальных токов влаги, особенно во время залива и сброса воды из чека, и связанных с функционированием дренажной системы.

Анализ морфологического строения изученных почв свидетельствует об усилении гидроморфизма почв рисовых полей. На это указывает наличие выцветов железа уже с поверхности; отсутствие сегрегации соединений железа и марганца в виде кутан и конкреций, характерной для почв богарного участка. На рисовой системе отсутствует вскипание от 10% HCl по всему профилю, в то время как на эталонном объекте оно отмечается с глубины 20 см. Также в первом случае граница появления легкорастворимых солей в виде плесени смещена вниз по профилю на 20-25 см по сравнению со вторым. Это обусловлено промыванием карбонатов, а также водорастворимых солей в нижележащие горизонты или же за пределы почвенного профиля.

Использование лугово-болотных почв под рис сопровождается некоторым ухудшением обеспеченности почв основными элементами минерального питания растений. Так, для них отмечено снижение содержания как валового азота, так и его легкогидролизуемых соединений (табл. 1). При этом уменьшается доля данного элемента в составе гумуса почв, в результате чего расширяется C/N.

Агрохимические показатели лугово-болотной почвы

Генетический горизонт, глубина, см	Гумус, %	Азот валовый, %	Азот легкогидролизуемый, мг/100г	P ₂ O ₅ , мг/100г	K ₂ O, мг/100г
Богара					
A ₁ (0-18)	4,2	0,27	6,5	5,6	32,0
AB (18-44)	3,4	0,22	4,3	3,3	28,8
Bg (44-102)	1,7	0,12	-	6,2	34,7
Апог(102-160)	2,8	0,17	-	-	-
Впог(160-190)	1,3	-	-	-	-
Рисовая система					
A ₁ (0-9)	3,6	0,21	5,3	4,8	33,2
AB (9-22)	2,9	0,17	3,8	4,0	26,6
Bg (22-44)	1,8	0,10	2,3	7,3	36,3
Апог(44-57)	2,5	0,15	-	-	-
АВпог(57-77)	1,7	-	-	-	-
Впог(77-112)	1,2	-	-	-	-

Характер распределения подвижных соединений фосфора по генетическим горизонтам свидетельствует об обеднении ими пахотного горизонта почвы рисового чека и повышении их количества в нижележащих горизонтах. Это, очевидно, обусловлено увеличением подвижности соединений фосфора в затопленной почве и перемещением их с током воды вниз по профилю. По содержанию подвижных соединений калия сколь-либо существенных различий между изученными объектами не выявлено.

Для изученных почв установлено улучшение условий произрастания растений при длительном выращивании риса, выразившееся в уменьшении количества водорастворимых солей и их суммы (табл. 2). В почве рисового чека произошло снижение количества всех ионов, за исключением калия, практически по всему почвенному профилю. Характер распределения ионов показывает, что в меньшей степени эти изменения коснулись подпахотного слоя.

Такое изменение соотношения двухвалентных катионов является опасной тенденцией и может привести к негативным последствиям, в первую очередь, ухудшению физических свойств почвы, её водно-воздушного режима, снижению фильтрационной способности.

Возделывание риса в разной степени сказалось и на более консервативных ее свойствах, характеризующих потенциальное плодородие. В наименьшей степени изменился валовой химический состав. По этому показателю существенных различий между изучаемыми объектами не выявлено.

В отношении гранулометрического состава установлено некоторое его утяжеление в подпахотном горизонте «рисовой» почвы. Это произошло, главным образом, за счет увеличения количества фракции ила и коллоидов (<0,001) на 2-4%, что свидетельствует о частичном ее перераспределении из верхнего горизонта в нижележащие, а также повышении дисперсности последних. Другим свидетельством увеличения дисперсности лугово-болотных почв, вовлеченных под рис, является повышение их набухаемости по сравнению с богарными аналогами в 1,2-1,3 раза.

Почвы рисового чека характеризуются более низким содержанием гумуса (табл.4). Если принять условно за исходное содержание гумуса на богарном участке, то за время возделывания риса в среднем его ежегодные потери составили 1,0-1,2 т/га. Обращает на себя внимание тот факт, что в лугово-болотной «рисовой» почве произошли изменения состава гумуса. В частности, сузилось соотношение гуминовых (ГК) и фульвокислот (ФК), а также снизилось количество агрономически ценной фракции гуматов кальция. Это обусловлено рядом причин, в том числе потерей кальция как элемента связывающего органические соединения, деструкцией в условиях переувлажнения гуматов в фульваты [3], а также повышением в восстановительных условиях подвижности гумусовых соединений, связанных с полуторными окислами, и перемещением их вниз по почвенному профилю или за его пределы.

Таблица 2

Состав водорастворимых ионов лугово-болотной почвы

Генетический горизонт, глубина, см	pH	Содержание ионов, мг/100г								Сумма солей, %	СГ SO ₄ ²⁻
		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		
Богара											
A ₁ (0-18)	8,10	нет	40,87	15,26	4,32	13,2	1,56	8,05	2,05	0,085	3,53
AB (18-44)	8,15	нет	51,24	14,56	8,64	10,8	1,92	16,38	0,76	0,104	1,68
Bg (44-102)	7,92	нет	40,67	17,75	100,32	21,0	4,56	41,91	0,44	0,227	0,18
Aпог(102-160)	7,30	нет	13,42	141,65	300,96	99,2	20,40	87,54	0,43	0,664	0,47
Впог(160-190)	7,21	нет	15,25	69,22	733,44	215,8	50,16	57,20	0,86	1,157	0,09
Рисовая система											
A ₁ (0-9)	7,55	нет	23,79	12,42	5,76	6,2	1,48	7,32	4,40	0,061	2,16
AB (9-22)	7,95	нет	41,48	9,58	10,08	11,6	2,40	7,67	2,12	0,085	0,95
Bg (22-44)	7,91	нет	31,72	4,97	19,20	8,2	1,20	10,07	4,14	0,080	0,26
Aпог(44-57)	7,70	нет	56,12	18,46	22,56	8,8	3,96	20,88	8,98	0,140	0,82
ABпог(57-77)	7,20	нет	26,23	11,72	35,52	6,6	2,40	17,16	8,58	0,108	0,33
Впог(77-112)	7,55	нет	37,21	4,62	46,08	4,4	1,92	27,78	4,16	0,126	0,10

Значительные преобразования при возделывании риса претерпел и почвенный поглощающий комплекс. Снизилось количество поглощенных оснований, особенно заметно - на 4.4-22.2 мг-экв/100г - в верхней полуметровой толще. При этом произошло изменение долевого участия в составе почвенного поглощающего комплекса отдельных ионов. Так, доля кальция снизилась более чем на 10% при пропорциональном росте количества магния (табл. 3).

Таблица 3

Состав поглощенных оснований лугово-болотной почвы

Генетический горизонт, глубина, см	Содержание ионов, % от суммы				Ca ²⁺
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺
Богара					
A ₁ (0-18)	87,49	10,55	0,75	1,20	8,29
AB (18-44)	87,48	9,84	2,41	0,26	8,89
Bg (44-102)	80,04	11,62	7,62	0,72	6,89
Aпог(102-160)	68,74	16,19	14,35	0,72	4,24
Впог(160-190)	66,60	17,14	15,44	0,82	3,88
Рисовая система					
A ₁ (0-9)	77,71	19,40	2,21	0,68	4,00
AB (9-22)	76,07	20,62	2,43	0,90	3,69
Bg (22-44)	74,85	20,45	3,59	1,10	3,66
Aпог(44-57)	80,54	13,73	4,77	0,96	5,86
ABпог(57-77)	70,64	21,14	6,89	1,38	3,34
Впог(77-112)	68,79	21,25	8,92	1,04	3,24

Таблица 4

Качественный состав гумуса лугово-болотной почвы

Генетический горизонт, глубина, см	Собщ. %	C	Сумма фракций ГК	Сумма фракций ФК	Фракция гуматов Са,ГК-2	Негидролизующий остаток	СГК
		N					СФК
Богара							
A ₁ (0-18)	2,43	9,00	16,96	17,72	6,21	65,32	0,95
AB (18-44)	1,97	8,95	20,19	21,08	10,13	58,73	0,96
Bg (44-102)	0,98	8,17	22,74	34,05	5,87	44,21	0,66
Aпог(102-160)	1,62	9,53	18,32	16,47	7,13	65,21	1,11
Впог(160-190)	0,75	-	21,46	32,44	6,34	46,10	0,66

		Рисовая система					
A ₁ (0-9)	2,08	9,90	16,15	20,96	5,26	62,89	0,77
AB (9-22)	1,68	9,88	19,22	23,47	8,54	57,31	0,81
B _g (22-44)	1,04	10,40	21,75	36,06	5,27	42,19	0,60
Apot(44-57)	1,45	9,67	19,31	16,29	6,12	64,40	1,18
ABpot(57-77)	0,98	-	20,15	20,54	5,13	59,31	0,98
Bpot(77-112)	0,69	-	19,79	38,09	4,22	42,12	0,52

Выводы. Продолжительное выращивание риса на лугово-болотной почве способствовало:

1. Изменению качественного состава поглощенных катионов. При этом доля поглощенного кальция в составе почвенного поглощающего комплекса снизилась на 5,2-11,4%, а соотношение Ca/Mg уменьшилось в 1,9- 2,4 раза.

2. Уменьшению количества легкорастворимых солей по профилю в 1,4-9,2 раза, переходу солончаковых лугово-болотных почв в род незасоленных.

3. Разрушению первичных минералов, на что указывает перераспределение по почвенному профилю кремнезема и полуторных окислов. Следствием этого является повышение набухания и дисперсности почвы и, в конечном итоге, снижение фильтрационной способности.

4. Снижению содержания гумуса в верхнем 20-сантиметровом слое в среднем за год на 1,0-1,2 т/га. При этом обогащенность азотом уменьшается в 1,2-1,3 раза, снижается содержание агрономически ценной фракции гуматов кальция и в целом группы гуминовых кислот при одновременном возрастании доли фульвокислот.

С целью обеспечения оптимального режима минерального питания и воспроизводства плодородия лугово-болотной почвы при возделывании риса требуется проведение комплекса агрохимических, агротехнических и мелиоративных мероприятий. К наиболее важным из них относятся:

- ежегодное внесение минеральных удобрений в дозах под планируемую урожайность с учетом содержания элементов питания в почве, нормативного расхода питательных веществ и биологических особенностей возделываемых сортов;

- двухкратное внесение органических и кальциевых удобрений за ротацию восьмипольного севооборота;

- возделывание риса в системе севооборотов с полем многолетних трав и насыщенностью не более 50%;

- проведение глубокого кротового дренажа, поддержание горизонтов грунтовых вод на проектном уровне, исключение полива минерализованными водами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян К.М., Ачканов А.Я., Подлесный И.В. Почвенные ресурсы дельты реки Кубани и их агропроизводственная группировка // Бюл. НТИ ВНИИ риса. - 1978. - Вып. 24. - С.51-54.

2. Блажний Е.С. Почвы дельты реки Кубани и прилегающих пространств (их свойства, происхождение и пути рационального хозяйственного использования). - Краснодар: Красн. кн. изд-во, 1971. - 276 с.

3. Кауричев И.С. Особенности генезиса почв временного избыточного увлажнения: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. М., 1965.-38 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ЛУГОВО-БОЛОТНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РИСА

В.Н. Парашенко, Т.Ф. Бочко, И.Е. Белоусов, Н.М. Кремзин
Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

Продолжительное выращивание риса на лугово-болотной почве способствовало: снижению содержания гумуса, разрушению первичных минералов, изменению качественного состава поглощенных катионов и уменьшению количества легкорастворимых солей.

Для обеспечения оптимального режима минерального питания и воспроизводства плодородия лугово-болотной почвы при возделывании риса требуется проведение комплекса агрохимических, агротехнических и мелиоративных мероприятий.

CHANGE OF FERTILITY INDICES ON MEADOW-BOGGY SOIL

V.N. Parashenko, T.F.Bochko, I.E.Belousov, N.M.Kremzin

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Long-time rice growing on meadow-boggy soil facilitated as follows: humus content decrease, break of first minerals, quality change of cations absorption and quantity decrease of soluble salts.

Carrying out of the complex of agrochemical, agrotechnical and ameliorative works is necessary to provide with optimum regime of mineral nutrition and fertility reproduction of meadow—boggy soil for rice growing.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАННИХ ЯРОВЫХ КУЛЬТУР НА ЗЕРНО В ПАРОВЫХ ПОЛЯХ РИСОВОГО СЕВОБОРОТА

А. Ч. Уджуху, к.с.-х.н., А. В. Романько, к.с.-х.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Необходимость периодической смены различных культур в рисовом севообороте обуславливается рядом факторов и задач, стоящих перед земледелием. Они связаны с питанием растений, воздействием на агрофизические свойства почвы, различным отношением культур к болезням, вредителям и сорным растениям. При введении определенного объема культур в севообороте, кроме природных факторов, необходимо учитывать уровень механизации, наличие техники и материально-техническое оснащение, обеспеченность рабочей силой и др. [12].

Важным компонентом рисовых севооборотов является чистый или занятой пар. Паровое поле - это лучший способ снижения запасов семян и вегетативных органов всех видов сорняков, а также краснозерного риса [3,14]. Вот почему в определенное время чистые пары были обязательными в рисовых севооборотах всех зон рисосеяния.

Последующими исследованиями установлено, что чистый пар способствует большему накоплению и непроизводительным потерям нитратного азота, а следовательно, и органического вещества в почве[5,7]. Эти отрицательные стороны чистого пара послужили причиной его замены на занятой пар. Выяснилось, что основная задача пара - очистка верхнего слоя почвы от запасов семян и вегетативных органов сорняков агротехническими приемами может успешно решаться и в занятом пару[8, 9, 10, 11].

Лучшими культурами для занятого пара в условиях Краснодарского края являются однолетние бобовые: озимая и яровая вика, зимующий и яровой горох, их смеси с овсом и пшеницей [1, 6, 13]. Они сравнительно рано созревают, что позволяет проводить интенсивные обработки почвы и планировочные работы. Эти культуры обеспечивают получение значительного количества богатых белком кормов. Установлено, что смеси гороха и пшеницы оставляют в почве большое количество азота, при этом улучшается структура пахотного слоя. В результате возрастает урожайность риса [2,4].

Введение в рисовый севооборот до 25 - 30 % паровых полей определило необходимость изучения выращивания этих культур на зерно. Нами проведены исследования продуктивности ранних яровых культур (ячмень, овес, пшеница, горох), выращиваемых на зерно в рисовом севообороте и их влияние на урожайность риса.

Ранние яровые культуры, высеваемые в первый год двухлетнего парового поля рисового севооборота, различались по продуктивности. Урожайность зерна ярового ячменя была 16 ц/га, овса -34,8 ц/га, пшеницы - 17 ц/га и гороха - 12,8 ц/га.

Во второй год двухлетнего парового поля рисового севооборота урожайность зерна была выше, чем в предыдущий, и в зависимости от предшественника составила от 15,8 до 42,0 ц/га (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность зерна яровых культур во второй год
двухлетнего парового поля рисового севооборота, т/га

Культура А	Предшественник (культура в первый год двухлетнего пара) В					
	ячмень	овес	пшеница	горох	чистый пар	среднее по фактору А (НСР _F 2,8)
Ячмень	25,4	25,8	28,0	30,6	26,2	27,2
Овес	42,0	32,6	35,0	37,8	35,1	36,5
Пшеница	20,9	22,6	22,8	23,7	23,5	22,7
Горох	15,8	16,5	15,8	15,8	17,1	16,2
Среднее по фактору В (НСР _F 3,1)	26,0	24,3	25,4	26,9	25,4	

(НСР₀₅ = 6,2) для сравнения частных средних

Для удобства сравнения ранних яровых культуры рисового севооборота по продуктивности урожайность зерна переведена в кормопротеиновые единицы.

Двухлетнее паровое поле в рисовом севообороте может быть использовано как чистый пар для борьбы с сорняками, так и как занятый пар для борьбы с сорняками и получения дополнительной продукции. В связи с этим различаются показатели продуктивности парового поля в первый, второй годы использования и в сумме за два года (табл. 2).

Таблица 2

Сбор кормопротеиновых единиц в двухлетнем паровом поле рисового севооборота, т/га (в сумме за два года)

Культура или пар во второй год двухлетнего парового поля	Культура или пар в первый год двухлетнего парового поля				
	ячмень	овес	пшеница	горох	чистый пар
Ячмень	24,3	29,6	25,6	37,4	15,4
Овес	26,1	26,8	23,0	34,4	14,2
Пшеница	20,6	25,9	21,3	32,1	12,6
Горох	29,8	35,1	29,5	39,8	22,1
Чистый пар	9,4	13,8	9,4	9,4	0

При использовании двухлетнего парового поля в течение двух лет в качестве чистого пара не было получено продукции.

При посеве ранних яровых культур только в первый или во второй годы двухлетнего парового поля сбор кормопротеиновых единиц составляет: при посеве в первый год 9,4-13,8, а во второй год - 12,6-22,1 ц/га. Еще выше сбор кормопротеиновых единиц получен при посеве злаковых ранних яровых культур в оба года двухлетнего парового поля: 20,6-29,6 ц/га. Сбор кормопротеиновых единиц при посеве в один из годов использования двухлетнего парового поля гороха составил 29,5-37,4 ц/га.

Наибольший сбор кормопротеиновых единиц получен при посеве в оба года двухлетнего парового поля гороха. При этом суммарно за два года сбор кормопротеиновых единиц составил 39,8 ц/га.

Предшественники риса, выращиваемые в первый и второй год двухлетнего парового поля, оказали влияние на рост и развитие риса и на его урожайность. Так, в среднем из всех сочетаний более высокий урожай зерна получен по гороху - 54,4 ц/га, несколько меньше по ячменю, пшенице и овсу - 49,9, 44,6, 40,9 ц/га соответственно. Наименьший урожай риса был получен по чистому пару - 39,4 ц/га (табл.3).

Таблица 3

Урожайность зерна риса в зависимости от предшественника в первый год после двухлетнего парового поля, т/га

Предшественник (второй год двухлетнего парового поля) А	Предшественник (первый год двухлетнего парового поля) В					
	ячмень	овес	пшеница	горох	чистый пар	среднее по фактору А (НСР ₀₅ 3,3)
Ячмень	58,4	54,9	57,6	40,4	38,4	49,9
Овес	36,6	39,1	49,6	42,9	36,2	40,9
Пшеница	45,4	48,5	50,0	35,5	43,5	44,6
Горох	55,4	51,3	62,6	49,4	53,2	54,4
Чистый пар	34,8	42,8	43,9	37,0	38,5	39,4
Среднее по фактору В (НСР ₀₅ 3,3)	46,1	47,3	52,7	41,0	42,0	

НСР₀₅ 7,4 для сравнения частных средних

Лучшим сочетанием предшественников риса в двухлетнем паровом поле был посев в первый год яровой пшеницы, а во второй год – гороха. При такой комбинации получен наибольший урожай зерна риса - 62,6 ц/га.

Сбор кормопротеиновых единиц с урожаем риса по вариантам опыта связан с урожайностью риса и зависит от предшественника и их сочетания в первый и второй года парового поля рисового севооборота. Предшественники в первый и второй года парового поля, их урожайность и влияние на урожайность риса обеспечили различную эффективность в звене рисового севооборота: первый год - пар, второй год - пар, третий год - рис.

Так, в сумме за три года, наибольший сбор кормопротеиновых единиц получен в варианте, где во второй год парового поля выращивали горох на зерно - 85,1 ц/га, меньше он был при посеве ячменя - 75,9, пшеницы - 65,8 и овса - 65,9 ц/га. Наименьший сбор кормопротеиновых единиц получен по чистому пару - 49,4 ц/га (табл.4).

Таблица 4

Сбор кормопротеиновых единиц в паровом звене рисового севооборота, т/га

Предшественник (второй год двухлетнего парового поля)	Предшественник (первый год двухлетнего парового поля)					
	ячмень	овес	пшеница	горох	чистый пар	среднее
Ячмень	82,1	84,0	82,6	77,4	53,4	75,9
Овес	62,3	65,5	72,1	76,9	50,0	65,9
Пшеница	65,5	73,9	70,8	67,2	55,7	66,6
Горох	84,7	85,9	91,6	88,7	74,8	85,1
Чистый пар	43,9	56,2	52,6	56,0	38,1	49,4

Наибольший сбор кормопротеиновых единиц получен в варианте, где в первый год парового поля выращивали пшеницу, горох или овес, а во второй год - горох. На этих вариантах сбор кормопротеиновых единиц составил 91,6, 88,7 и 85,9 ц/га соответственно. Выращивание в паровых полях, изучаемых предшественников, позволяет дополнительно получать прибавку КПЕ по сравнению с двумя годами чистого пара от 15 до 140 % (табл.5).

Таблица 5

Прибавка кормопротеиновых единиц в паровом звене рисового севооборота в зависимости от предшественников, %

Предшественник (второй год двухлетнего парового поля)	Предшественник (первый год двухлетнего парового поля)				
	ячмень	овес	пшеница	горох	чистый пар
Ячмень	215	220	217	203	140
Овес	164	172	189	202	131
Пшеница	172	194	186	176	146
Горох	222	226	240	233	196
Чистый пар	115	148	138	147	100

Наибольшая прибавка получена при выращивании в первый год парового поля пшеницы, а во второй год - гороха.

Выводы. 1. Выращивание ранних яровых культур на зерно в двухлетнем паровом поле рисового севооборота позволяет дополнительно получить от 12,8 до 58,0 ц/га зерна по сравнению с чистым паром.

2. Урожайность зерна риса при посеве после парозанимающих культур на зерно больше, чем при посеве после двухлетнего чистого пара. Наибольшая урожайность зерна была при посеве риса после гороха.

3. Сбор кормопротеиновых единиц в схеме рисового севооборота «пар-пар-рис» при посеве

риса после изучаемых культур в сумме за три года на 64-140% больше, чем при посеве после чистого пара. Наибольший сбор кормопротеиновых единиц получен по гороху.

4. Эффективность парового звена рисового севооборота при выращивании риса после ячменя, овса, пшеницы и гороха больше, чем при выращивании по двухлетнему чистому пару. Наиболее эффективным является посев риса после выращивания во второй год двухлетнего парового поля гороха, а в первый год - пшеницы или гороха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варварина Н.А. Оптимальное соотношение озимых культур с бобовыми компонентами для занятого пара рисового севооборота //Бюлл. НТИ ВНИИ риса. - 1981. - Вып. 29. - С. 61-83.
2. Величко Е.Б. Рациональное использование воды при возделывании риса.-Краснодар, 1965. - 196 с.
3. Воложенин А.Г. Возможные изменения в технике культуры риса. - Владивосток, 1930. - 51 с.
4. Долгих Ю.Р. Микрофлора почвы рисовых полей и влияние на нее органических удобрений: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1970. - 15 с.
5. Ежов Ю.И. Почвенные процессы при культуре риса//Новое в биологии, агротехнике и организации производства риса: Тр./ Куб.СХИ. - Вып. 23 (51). - Краснодар, 1969. - С.84-89.
6. Ежов Ю.И. Совершенствование обработки и улучшение плодородия почвы в агрономическом поле рисового севооборота: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Краснодар, 1963. - 23 с.
7. Кириченко К.С., Ежов Ю.И. Обработка заболоченных земель под рис //Земледелие. - 1961. - № 10. - С. 23-32.
8. Кириченко К.С. Рис - ценная культура.- М.: Сельхозиздат, 1961. - 3 с.
9. Кириченко К.С., Бутов А.К. Обработка рисовых полей по воде //Тр. ВНИИ риса. - 1972. - Вып.2. - С. 92-101.
10. Крыжко Б.А., Чеботарев М.И. Особенности механизированного уничтожения болотных сорняков рисовых полей. - Краснодар, 1985. - 124 с.
11. Натальин Н.Б. Зеленые удобрения под рис//Науч. отчет Всесоюзной опытной станции за 1941-42 гг. -М.: Сельхозиздат, 1946. - С. 42-47.
12. Романенко Г.А., Шащенко В.Ф. Рисовые севообороты. - Краснодар, 1974. - 112 с.
13. Чуриков И.И. Зеленые удобрения под рис.-Ташкент, 1948. - 85 с.
14. Щупаковский В.Ф., Егорова Н.П. О новых приемах обработки почвы в рисо-клеверном севообороте //НТИ Узб. рисовой опытной станции. - Ташкент: Госиздат УзССР, 1957. - № 1. - С. 23-26.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАНИХ КУЛЬТУР НА ЗЕРНО В ПАРОВЫХ ПОЛЯХ РИСОВОГО СЕВООБОРОТА

А. Ч. Уджуху, А. В. Романько

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

РЕЗЮМЕ

По итогам многолетних наблюдений авторы пришли к выводу об эффективности использования двухлетнего парового поля рисового севооборота для выращивания ранних яровых культур на зерно.

THE EFFICIENCY OF CULTIVATION OF EARLY SUMMER CROPS FOR GRAIN IN RICE CROP ROTATION

A. U. Udzhuhu; A. V. Romanko

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

According to many years' observations we came to the conclusion that it is efficient to use the two-years rice crop rotation fallow for cultivation of early summer crops for grain.

**ИНТЕНСИВНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЗЕРНОВОК РИСА
АЛЬТЕРНАРИОЗОМ В ПЕРИОД УБОРКИ**

А.Г.Фанян, В.Г.Власов, к.м.н., Г.Г.Фанян, к.б.н.

Всероссийский научно-исследовательский институт риса

Альтернариоз риса - заболевание, широко распространенное во всех регионах рисосеяния. Представление о том, что для кубанского региона оно имеет узкое, ограниченное распространение - ошибочно. В отношении к одним болезням, в частности, пирикулярии, обращается серьезное внимание ученых и отсутствует должное внимание к другим /гельминтоспориоз, фузариоз, альтернариоз/, хотя анализ отечественной литературы по данному вопросу свидетельствует о широком распространении альтернариоза по сравнению с другими перечисленными болезнями риса. Тем не менее на повестку дня на протяжении последних 30 лет выносятся постоянно только проблема зараженности посевов риса пирикуляриозом и мер борьбы с ним, включающих целый комплекс от агротехнического и химического методов борьбы до выведения устойчивых сортов [1,2].

О широком распространении альтернариоза по сравнению с другими перечисленными болезнями риса у нас практически выводов не делается, проблеме не уделяется достаточно внимания. Игнорирование проблемы способствовало возникновению эпифитотий, а ее неизученность - к недостаточно эффективным мерам борьбы. В отечественной литературе по рису можно встретить единичные (30 - 40-летней давности) упоминания об альтернариозе, еще более скудная информация о мерах борьбы и биологии развития этой болезни на посевах риса.

Нашими учеными выносятся проблемы грибных болезней, которые широко изучаются в рисосеющих регионах Юго-Восточной Азии, где они являются доминирующими и наносят огромный вред рисоводству. Анализ зарубежной литературы по рису показал, что из 100 публикаций 94 посвящены пирикулярриозу, 2 - бактериальному ожогу, 3 - гельминтоспориозу и фузариозу и только 1 - альтернариозу. Для нашей зоны рисосеяния эти болезни и, в основном пирикулярриоз, поражают посевы только при грубейшем нарушении технологии возделывания риса и, в частности, при применении азотных удобрений (завышенные дозы, некачественное внесение).

Более ранними исследованиями ВНИИ риса показано, что даже искусственное заражение посевов риса пирикуляррией в Краснодарском крае требует создания дополнительных условий [3, 5]. Рис в нашем регионе в силу климатических условий обладает естественной устойчивостью к пирикулярриозу.

Наши исследования показали, что конидии гриба альтернарии широко распространены в рисовой системе. Наблюдениями, проведенными в 2000 - 2002 годах на посевах риса в Абинском, Красноармейском, Крымском районах, конидии альтернарии обнаружены в поливной воде, на макроводорослях рисовых чеков с мая по сентябрь. Наличие конидий отмечалось на растительных остатках после уборки риса и в зерне. Исследования, проведенные на богаре, на культурах: пшеница, ячмень, овес также отметили наличие альтернарии.

Расширение ареала обследования - горные реки, предгорья Краснодарского края показало наличие конидий альтернарии повсеместно. Многолетнее отсутствие внимания к этой проблеме привело к массовому распространению альтернарии, а отсутствие эффективных методов борьбы приводит ежегодно к заражению сельскохозяйственных культур, в том числе и риса, что негативно сказывается на качестве получаемого зерна. Заражение у риса происходит не только в период вегетативного роста, но и, как показали наши исследования, и на завершающем этапе технологии возделывания - уборке риса [4]. Результаты наших исследований представлены на рисунках 1 и 2.

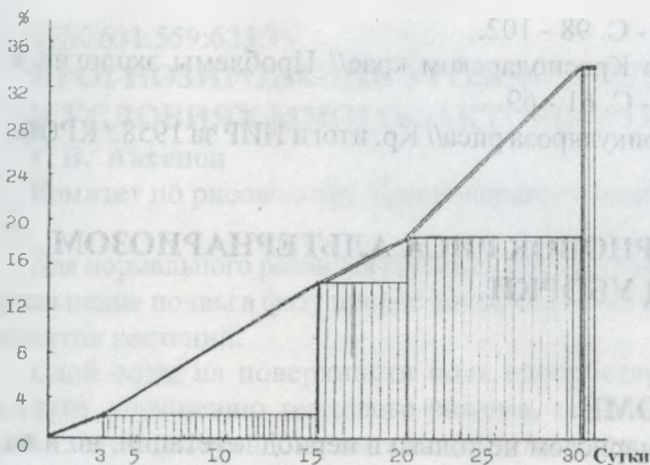


Рисунок 1. Интенсивность поражения и количество пораженных семян риса сорта Лидер альтернариозом в период уборки

— интенсивность поражения, %
 ▨ процент пораженных семян

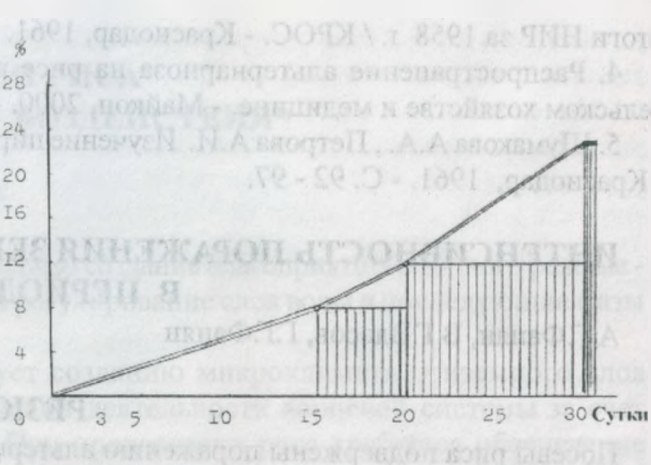


Рисунок 2. Интенсивность поражения и количество пораженных семян риса сорта Лиман альтернариозом в период уборки

— интенсивность поражения, %
 ▨ процент пораженных семян

При учете развития альтернариоза в зерне риса изучаемых сортов (рис. 1, 2) в необрунных валках, находящихся в чеке, установлено, что интенсивность поражения семян альтернариозом с момента укладки риса в валки в первые 3 суток составила у сорта Лидер 0,7%, у сорта Лиман поражения семян не отмечалось. С 3 по 15 сутки интенсивность поражения семян, находящихся в валках, составила для сорта Лидер 1,05, а Лимана 0,65 % в сутки. С 15 по 20 сутки нахождения зерна в валках интенсивность поражения семян для сорта Лидер несколько снизилась (в 1,5 раза) и составила 0,7% в сутки; у сорта Лиман - 0,74%. С 20 суток после начала уборки и окончания на 30 суток интенсивность поражения семян вновь резко возросла и составила для сорта Лидер 1,57%, для Лимана 1,13% в сутки, что в 2,2 и 1,5 раза соответственно выше предыдущих сроков. Таким образом, процесс нарастания поражения семян риса у сортов Лидер и Лиман несколько отличается, средняя интенсивность поражения зерна в период уборки для сорта Лидер составила 1,18%, для Лимана 0,87% в сутки. Общее количество пораженных семян к концу уборки у сорта Лиман составило 23,4% а сорта Лидер 34%. Таким образом, зерно риса сорта Лиман в 1,4-5 раза меньше поражались альтернариозом в период уборки, чем зерно сорта Лидер. Следует отметить, что к началу уборки зерно сорта Лиман не было заражено альтернариозом.

Судя по приведенным результатам, можно заметно снизить уровень поражения зерна риса за счет проведения уборки в сжатые сроки. Обмолот валков риса, находящихся в поле, необходимо проводить не позже 3-7 суток, затягивание сроков обмолота отрицательно сказывается на качестве зерна риса.

ВЫВОДЫ

1. Посевы риса подвержены поражению альтернариозом не только в период вегетации, но и во время уборки.
2. Сорт Лиман более устойчив к поражению альтернариозом, чем Лидер.
3. Для сортов риса необходима не только соответствующая сортовая агротехника возделывания, включающая режим орошения, систему удобрения, средства защиты, но и на завершающем этапе правильное проведение уборки. Рис не должен находиться в валках более 5-7 суток для сорта Лиман и 3 - 4 суток для сорта Лидер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленский Г.Л. Селекция сортов риса, устойчивых к пирикулярриозу, рисовой листовой нематодой и бактериальному ожогу в условиях Российской Федерации: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. - Краснодар, 1998. - 48 с.
2. Лукьянчиков З.П. Итоги научно-исследовательской работы по защите риса за 1971 - 1974 гг. и перспективы дальнейших исследований//Бюл.НТИ ВНИИ риса. - 1975. - Вып. 27.-С. 81-85.
3. Петрова А.И., Андросова М.С. Оценка устойчивости сортов риса к *Piricularia oryzae*// Кр.

итоги НИР за 1958 г. / КРОС. - Краснодар, 1961. - С. 98 - 102.

4. Распространение альтернариоза на рисе в Краснодарском крае// Проблемы экологии в сельском хозяйстве и медицине. - Майкоп, 2000. - С. 61 - 69.

5. Шумакова А.А., Петрова А.И. Изучение пирикуляроза риса// Кр. итоги НИР за 1958./ КРОС. - Краснодар, 1961. - С. 92 - 97.

ИНТЕНСИВНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЗЕРНОВОК РИСА АЛЬТЕРНАРИОЗОМ В ПЕРИОД УБОРКИ

А.Г.Фанян, В.Г.Власов, Г.Г.Фанян

РЕЗЮМЕ

Посевы риса подвержены поражению альтернариозом не только в период вегетации, но и на завершающем этапе технологии возделывания - уборке риса. Обмолот риса в валках необходимо проводить в кратчайшие сроки.

INTENSITY OF RICE KERNELS INFESTATION BY ALTERNARIA DURING HARVESTING

A.G.Fanyan, V.G.Vlasov, G.G.Fanyan
All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

Rice sowings are infested by alternaria but not only for vegetation period, but at completing stage of cultivation technology -rice harvesting. Rice harvesting in swaths should be carried out for the shortest terms.

Транспирация, т.е. испарение воды с листьев растений, играет важную роль в их жизни и продукционном процессе, так как она "...выступает в них как генератор транспирационного тока, обеспечивающего реакции фото - и биосинтеза водой и минеральными элементами" (1). В связи с изложенным, разработка теоретически обоснованных математических моделей приобретает важное значение в создании научно - обоснованных высокоэффективных агротехнологий, поскольку эмпирические связи, не основанные на глубокой физической теории, отражают только опыт и поэтому не корректны (2). Именно это неоспоримое обстоятельство послужило причиной тому, что в последние десятилетия математическое моделирование физиологических процессов получило в науке самое широкое распространение (3,4).

При разработке математической модели транспирации риса нами использован комбинированный физико-эвристический подход, основанный на законах молекулярной гидродинамики и механики жидкостей (5,6).

Физика биологического испарения. Физическая сущность испарения как диффузия пара в атмосферу заключается в следующем. В 1 г. воды содержится $3,3 \cdot 10^{22}$ молекул, которые находятся в постоянном движении, вплоть до вылета из жидкости. Однако водную поверхность покидают только те из них, энергия которых достаточна, чтобы совершить работу против сил притяжения со стороны поверхностной мономолекулярной пленки, обладающей, как известно, внутренней энергией $E = \sigma F$, где F - площадь капилляра. Количество покидающих молекул N зависит от рода жидкости и ее теплового состояния, т. е. температуры T :

$$N_{\text{пар}} = p_{\text{пар}} R T p_{\text{пар}}^{-1} \quad (1)$$

Однако не все молекулы, покинувшие жидкость, остаются в атмосфере, часть из них возвращается обратно. Количество последних зависит от плотности пара над жидкостью: если пар находится в динамическом равновесии со своей жидкостью (насыщенный пар), число молекул вылетающих из жидкости за единицу времени, равно числу влетающих в нее. Если плотность пара меньше плотности насыщения (ненасыщенный пар), поток вылетающих молекул преобладает над влетающими. Разница между ними и представляет собой испарение.

Таким образом, если накрыть растение паронепроницаемым колпаком, то уже через короткий промежуток времени внутри него сформируется насыщенный пар: испарение прекратится, хотя интенсивность вылета молекул из воды останется прежней, но она будет компенсироваться количеством возвратившихся молекул. Если же на крышке колпака установить насос для отсасывания паров, то количество безвозвратно вылетевших молекул увеличится пропорционально мощности насоса.

Вывод уравнения транспирации. В естественных природных условиях роль генератора для отсасывания паров воды от травяного покрова выполняет дефицит упругости водяного пара в деятельном слое атмосферы d . Для получения уравнения транспирации введем новое понятие "удельная всасывающая сила атмосферы" и определим его как величину, показывающую на сколько мбар. должен измениться дефицит упругости водяного пара, чтобы испарение изменилось на 1 мм. в единицу времени - мм/мб сут. Как видно из определения, оно эквивалентно таким понятиям как теплопроводность, электропроводность и т.п. Геометрический смысл его - тангенс угла наклона прямой на графике зависимости $E = f(d)$. Поскольку новое понятие является энергетическим и диффузивным, обозначим его символом D_d .

Как известно, парциальное давление водяного пара на метеостанциях измеряют на высоте 2 м от поверхности земли. Приняв стационарное распределение упругости пара между плоскостями травяного покрова и метеобудки линейным (а оно должно быть только линейным), получим уравнение транспирации:

$$E_6 = D_d (e_0 - e_2) t, \text{ мм}, \quad (2)$$

в котором: E_6 - испарение биологическое (транспирация) за определенный промежуток времени t , мм;

e_0 - упругость насыщения как наибольшее значение упругости пара, возможное при данной температуре, мб;

e_2 - среднее за период парциальное давление в метеобудке, мб;

t - время, сут;

Как известно, на оросительных системах с возделыванием культуры затопляемого риса влажность воздуха выше, чем на прилегающих территориях. В этом случае наличие ветра над испаряющейся поверхностью будет способствовать увеличению дефицита упругости водяного пара и, как следствие, интенсивности транспирации. По рекомендациям ГГИ влияние ветра учитывается поправкой $V = 1 + am$, где m - скорость ветра, м/с; a - эмпирический коэффициент 0,72. Уравнение (2) примет следующий вид:

$$E_6 = D_d (e_0 - e_2) t V, \quad (3)$$

В практике величину транспирации определяют не с одного капилляра, а с единицы площади - м^2 , га и т.п., которую занимает сельскохозяйственная культура. Не вдаваясь в детали, приведем формулу, с помощью которой это обстоятельство учитывается:

$$E_6 = D_d (e_0 - e_2) t V j \text{ ИЛП}, \quad (4)$$

где: ИЛП - индекс листовой поверхности, или частное от деления площади листьев на общую площадь произрастания, $\text{м}^2/\text{м}^2$;

j - доля площади капилляров и пор на листовой поверхности, с которой осуществляется испарение. Как показано в работе [7], для культуры риса районированных в России сортов величина j находится в пределах 0,28 - 0,38.

Однако площадь листовой поверхности не является постоянной, она изменяется в течение вегетационного периода. Для риса она увеличивается от 0 после наклевывания семян до максимального значения $\text{ИЛП}_{\text{макс}}$, которое достигается в фазу цветения, затем, в связи с закономерным снижением к осени температуры и испаряемости, приводящей к постепенному отмиранию нижних листьев, она уменьшается. Процесс, как показали наши экспериментальные исследования, аппроксимируется уравнением Гаусса:

$$\text{ИЛП} = \text{ИЛП}_{\text{макс}} e^{-k(t-1)^2}, \quad (5)$$

где: t - время в долях от вегетационного периода; k - показатель интенсивности листообразования, зависящий от вида и сорта растения (для районированных на Кубани сортов $k = 4,5$).

Подставляя (5) в (4), получим в окончательном виде:

$$E_6 = D_d \cdot (e_0 - e_2) \cdot t \cdot V \cdot j \cdot \text{ИЛП}_{\text{макс}} e^{-k(t-1)^2}, \quad (6)$$

На рис. 1 представлена в графическом виде динамика транспирации риса сорта Лиман за вегетационный период, вычисленная по уравнению (6) при следующих исходных данных: $\text{ИЛП}_{\text{макс}} = 6,6$; $d_{\text{cp}} = 9$ мб; $D_d = 0,14$ мм/мб.сут; $m = 3,6$ м/с; $j = 0,35$. Как видно из него, фактические данные транспирации плотно вписываются в теоретическую кривую: среднее квадратическое отклонение составляет 0,65 мм, коэффициент вариации 8,2 %.

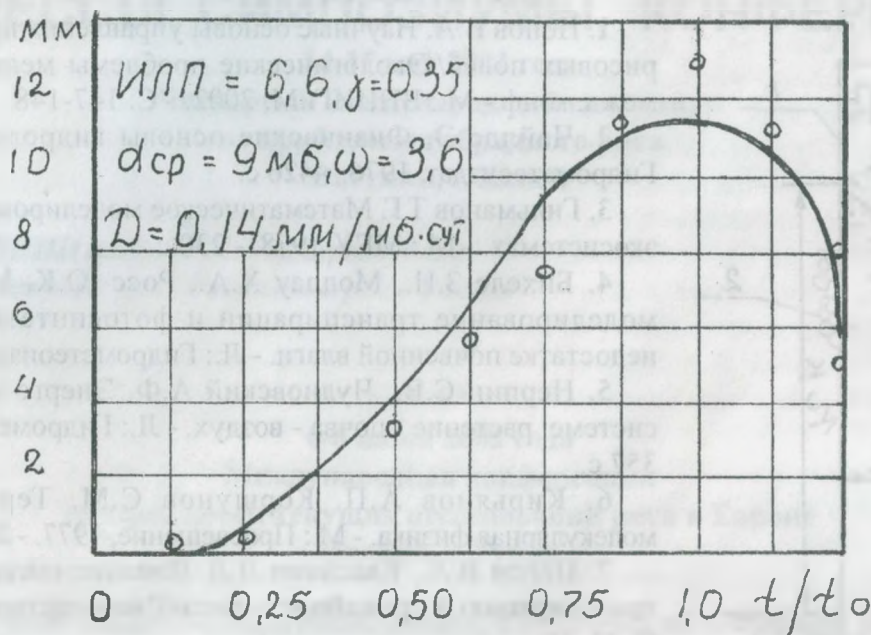


Рисунок 1. Теоретическая кривая изменения транспирации риса в течение вегетационного периода (кружочками обозначены опытные данные).

Энергетическая роль транспирации в продукционном процессе растений.

С целью установления роли рассмотрим единичный сосуд ксилемы растения, нижний конец которого погружен во влажную пористую среду (почва), а верхний (устье), находящийся на кончике листа, сообщается с атмосферой (рис. 2). Сосуд заполнен водой с растворенными в ней элементами минерального питания (ЭМП). Мономолекулярный поверхностный слой воды в сосуде ксилемы, в соответствии с теорией капиллярных явлений (6), обладает энергией P , обусловленной наличием силы молекулярного взаимодействия между молекулами жидкости и молекулами на поверхности твердой стенки капилляра:

$$P = \delta \cdot \cos \theta, \quad (7)$$

где: δ - поверхностное натяжение жидкости на границе раздела жидкость - газ, дн/см;
 θ - краевой угол мениска, град.

Эта энергия столь значительна, что может поднять столб жидкости в сосуде на высоту h в несколько метров, в зависимости от его диаметра d :

$$h = (4\delta \cdot \cos \theta) \cdot (\rho \cdot g \cdot d)^{-1}, \quad (8)$$

при $d = 2 \text{ мкм}$ $h = 7,2 \text{ м}$; при $d = 1 \text{ мкм}$, $h = 14,4 \text{ м}$.

Эта энергия через столб жидкости в сосуде сообщает корням десукцию (сосущую силу), необходимую для поглощения из пор и капилляров почвы питательных растворов и доставки их к фото- и биосинтетическому аппарату растения. Величина десукции $E = \rho \cdot g \cdot h$ вытекает из уравнения (8):

$$E_g = 8\delta \cos \theta \cdot d^{-1} \quad (9)$$

Как видно из (9), чем меньше диаметр сосуда, тем больше десукция корней, а значит, они больше поглощают адсорбированных почвой элементов минерального питания. Однако эта сила проявляется только в том случае, когда уровень воды в капилляре окажется ниже устья, а оказаться ниже он может только в результате транспирации.

Вывод. Транспирация, снижая уровень воды в сосуде, посредством сил молекулярного взаимодействия генерирует энергию, которая через столб жидкости сообщает корням сосущую и транспортную силу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов В.А. Научные основы управления продуктивностью рисовых полей//Экологические проблемы мелиорации: матер. межд. конф.- М.: ВНИИГиМ, 2002. - С. 147-148.
2. Чайлдс Э. Физические основы гидрологии почв - Л.: Гидрометеиздат, 1976. - 426 с.
3. Гильманов Т.Г. Математическое моделирование в травяных экосистемах. - М.: МГУ, 1978. - 230 с.
4. Бихеле З.Н., Молдау Х.А., Росс Ю.К. Математическое моделирование транспирации и фотосинтеза растений при недостатке почвенной влаги. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. - 222 с.
5. Нерпин С.В., Чудновский А.Ф. Энерго-и массообмен в системе: растение - почва - воздух. - Л.: Гидрометеиздат, 1975. - 357 с.
6. Кирьянов А.П. Коршунов С.М. Термодинамика и молекулярная физика. - М.: Просвещение, 1977. - 240 с.
7. Попов В.А., Квасинин Л.Д. Влияние внешних условий на транспирацию и урожайность риса//Рисоводство. - 2002. - № 1. - С. 31-33.

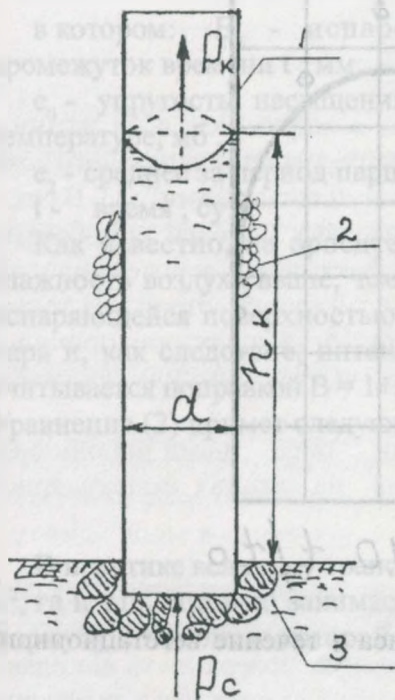


Рисунок 2. Схема капиллярного подъема жидкости в капиллярном сосуде (1-капилляр, 2- клетка растений, 3- пористая почва, R_k - сила капиллярного подъема, P_c - сосущая сила. $R_k=P_c$).

ФИЗИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРАНСПИРАЦИИ РИСА

В.А. Попов, Л.Д. Квасинин.

Всероссийский научно- исследовательский институт риса.

РЕЗЮМЕ

Выведено уравнение, с помощью которого описывается транспирация посевов риса в течение вегетационного периода. Теоретически доказана ее энергетическая роль в продукционном процессе.

PHYSICS AND MATHEMATIC MODEL OF RICE TRANSPIRATION

V.A. Popov, L.D. Kvasinin

All-Russian Rice Research Institute

SUMMARY

The equation has been obtained to describe rice transpiration for all vegetation period. It's energetic role in production process has been proved theoretically.