

4. Степанов, К.М. Прогноз болезней сельскохозяйственных растений/К.М. Степанов, А.Е. Чумаков.-Л.:Колос».-1972. - 271с.

УДК 633.18.631.527.(255)

**П.И. Костылев, д-р с.-х. наук,  
Е.В. Краснова, канд. с.-х. наук,  
А.А. Редькин, м.н.с.  
ГНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко  
vniizk30@mail.ru**

## **СОЗДАНИЕ СОРТОВ РИСА, УСТОЙЧИВЫХ К ГЛУБОКОМУ ЗАТОПЛЕНИЮ**

*Представлены результаты селекционной работы по созданию сортов риса, устойчивых к глубокому затоплению. Изучено наследование способности преодоления большого слоя воды проростками риса. Небольшие различия исходных форм по числу генов интенсивности начального роста дают возможность с малыми затратами отбирать новые формы риса с нужными сочетаниями признаков. Выделены линии, совмещающие такие трудно сочетаемые признаки, как высокая интенсивность начального роста и устойчивость растений к полеганию при созревании. Даны их морфобиологические характеристики и урожайность по годам.*

**Ключевые слова:** *рис, глубокое затопление, наследование, устойчивость к полеганию, урожайность.*

*Results of selection work on creation of varieties of rice, steady against deep flooding are presented. Inheritance of ability of overcoming of the big layer of water by sprouts of fig. Small distinctions of initial forms on number of genes of intensity of initial growth is studied enable with small expenses to select new forms of rice with the necessary combinations of traits. The lines combining such difficultly combined traits, as high intensity of initial growth and stability of plants to*

*lodging are allocated at maturing. Characteristics and productivity on years are given their morpho-biological.*

**Keywords:** *rice, deep flooding, inheritance, stability to lodging, productivity.*

Рис часто выращивается в неблагоприятных условиях среды. Абиотические стрессы – главные ограничения производства риса во всем мире. Основные абиотические стрессы включают засуху, затопление, засоление, холод, дефицит минерального питания.

В Международном научно-исследовательском институте риса (IRRI) в генетической коллекции были найдены источники толерантности к некоторым из них и идентифицированы локусы количественных признаков (QTL) и сцепленные с ними ДНК-маркеры.

В мире выращивается на больших площадях группа чрезвычайно популярных у фермеров сортов риса – так называемых «мега сортов». Существуют также традиционные сорта с высокой толерантностью к абиотическим стрессам, однако фермеры отказываются использовать их из-за плохих агрономических особенностей.

Поэтому в IRRI высокий приоритет имеет стратегия беккроссов для того, чтобы включить гены/QTL в «мега сорта». Использование маркеров ДНК в процессе беккроссирования повышает эффективность селекции. На первом этапе работы находят целевой ген, или QTL, на втором – используют фланкирующие маркеры, чтобы отобрать рекомбинантные растения с нужным локусом, на третьем – проводится ускоренное восстановление рекуррентного родительского генотипа с геном устойчивости.

Большие низменные территории орошаемого дождями риса от восточной Индии до Юго-Восточной Азии характеризуются краткосрочным затоплением – более 10 м. Даже благоприятные области имеют краткосрочные проблемы с наводнениями каждые несколько лет. Поэтому весьма актуальна селекция на толерантность к затоплению.

После генетического анализа расщепляющихся гибридов F<sub>3</sub> между устойчивым к глубокому слою воды сортом PI 543851 и неустойчивым IR 40931-26 по лод-баллу было установлено, что толерантность риса к погружению в воду определяется главным геном *Sub 1*, который локализован в хромосоме 9 [7]. Устойчивость к глубокому затоплению определяется способностью растений риса к удлинению стебля и толерантностью к нехватке кислорода при прорастании семян.

В IRRI проводятся возвратные скрещивания для повышения толерантности риса к затоплению водой. После проведенных беккроссов с помощью анализа ДНК-маркеров проводилось генотипирование с целью отбора растений с желательными признаками. В результате был создан высокопродуктивный сорт риса Swarna с геном *Sub1*.

В настоящее время уделяется все больше внимания экологизации процессов сельскохозяйственного производства. Наиболее экологически чистой при производстве риса считается технология получения всходов из-под слоя воды.

В России в связи с высокой стоимостью гербицидов и их отрицательным воздействием на окружающую среду в рисосеющих хозяйствах часто используют агротехнический способ борьбы с сорными растениями, подразумевающий повышение слоя воды в чеках до 20-30 см на начальном этапе развития растений. При ее использовании возникает ряд проблем, связанных в первую очередь с высокой гибелью проростков из-за недостатка кислорода, вызванного повышением уровня воды при борьбе с сорно-полевой растительностью. При этом погибают не только сорняки, но и растения риса, их гибель может превысить половину высеянных семян. Необходимы сорта, которые сочетали бы в себе способность к прорастанию из-под глубокого слоя воды и устойчивость к полеганию. Поэтому создание новых, продуктивных гибридов и линий, сочетающих признаки устойчивости к полеганию с высокой энергией начального роста при выращивании в условиях глубокого затопления, имеет большое значение для селекционной работы с рисом. Пробле-

ма создания таких сортов риса является актуальной, так как позволит уменьшить затраты на семена и потерю зерна при уборке полегших растений.

Целью нашей работы являлось объединение в одном генотипе риса признаков высокой энергии начального роста и устойчивости к полеганию. В задачи исследования входило определение типа наследования энергии начального роста и количества генов, контролирующих этот признак, а также отбор лучших форм в  $F_3 - F_5$ .

Исследования проводили в ФГУП «Пролетарское» Пролетарского района Ростовской области в 2004-2010 гг. В скрещиваниях в качестве источника высокой энергии начального роста использовали коллекционный образец Бахус (высокорослый, неустойчивый к полеганию). В качестве реципиентов были взяты устойчивые к полеганию среднерослые продуктивные сорта с прямостоячей метелкой Боярин и Хазар.

Полученные гибриды и их родительские формы оценивали по интенсивности начального роста, т.е. по высоте проростков в возрасте 30 дней от посева. Фенологические наблюдения за растениями, в том числе оценку устойчивости к полеганию проводили по методике ВИР (1982). По данным, полученным от измерения гибридов  $F_2$  и их родительских форм, были построены частотные графики и проведен генетический анализ с использованием компьютерной программы «Полиген А» [3], а также «Statistica 6.0». Проверку устойчивости выделенных линий к затоплению проводили на провокационном фоне при получении всходов в чеке из-под слоя воды 30-40 см без гербицидов.

**Результаты.** В первом поколении обоих гибридов наблюдали сверхдоминирование интенсивности роста проростков ( $h_p$  от 1,2 до 1,3). Это согласуется с данными ВНИИ риса [5,6].

Динамика роста растений риса в гибридных популяциях  $F_2$  различалась по темпам прироста длины стебля во времени. Кривые распределения частот высоты растений в возрасте 1 месяца у родительских форм были симметричными, а у гибридов – с незначительной асимметрией.

У гибридов между энергично растущим образцом Бахус и среднерослыми сортами Боярин и Хазар тип наследования был различным. Кривые распределения частот характеризовались левосторонней асимметрией, а их вершины были смещены вправо, что свидетельствует о частичном доминировании больших значений Бахуса (рис.1-2). Степень доминирования темпов роста у гибрида Бахус x Боярин составила 0,33, а у Бахус x Хазар – 0,31.

Частота, %

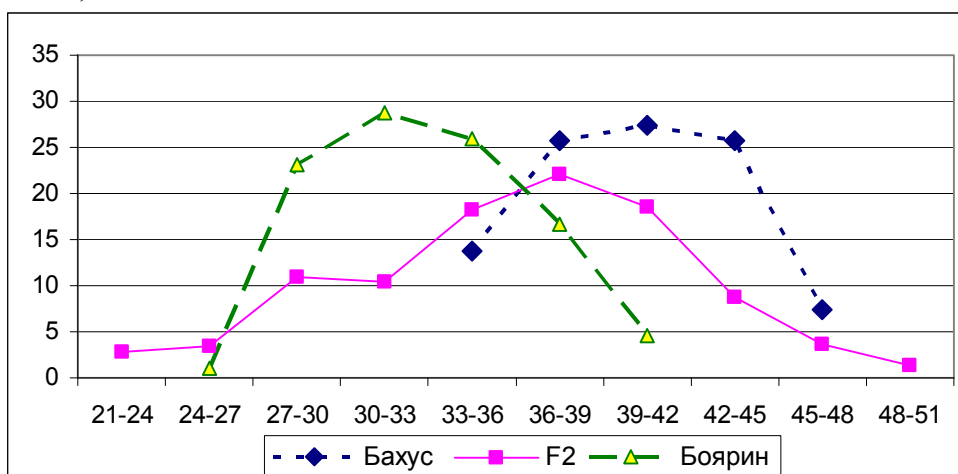


Рис. 1. Распределение по интенсивности начального роста (см/месяц) у гибрида F<sub>2</sub> Бахус x Боярин и родительских форм (2004 г.)

Частота, %

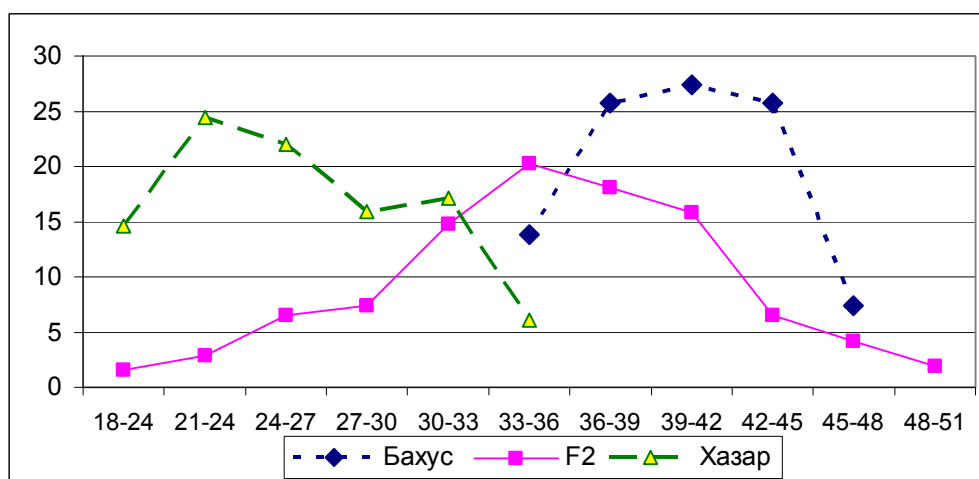


Рис. 2. Распределение по интенсивности начального роста (см/месяц) у гибрида F<sub>2</sub> Бахус x Хазар и родительских форм

Однако сорта Боярин и Хазар отличались друг от друга по генам интенсивности роста, что сказалось на конфигурации кривых. Вершина кривой Бахуса находилась в классе 39-42 см, Боярина – 30-33 см, а Хазара – 21-24 см.

С использованием методики Мережко А.Ф. [3] было установлено, что на долю Боярина приходилось  $\approx 1/4$  частот гибрида, а на долю Хазара  $\approx 1/16$ . Поэтому различия между Бахусом и Боярином были по аллельному состоянию одной пары генов с неполным доминированием, а между Бахусом и Хазаром – по двум [1].

Таким образом, зная, что различия по интенсивности начального роста растений разных сортов определяются небольшим количеством генов, можно с высокой вероятностью отбирать в селекционной работе нужные формы без необходимости значительного увеличения размера гибридных популяций. Это дает возможность без больших затрат труда вести отбор новых форм риса с нужным сочетанием признаков.

Проростки гибридных растений  $F_2$  в возрасте одного месяца были выкопаны, промерены по длине, рассортированы на 5 оценочных групп по энергии роста и снова высажены в поле (рис. 3).



Рис. 3. Пять групп гибридных растений по интенсивности роста

После созревания из каждой группы отобраны по 20 растений, семена с которых высеяны на следующий 2005 год, по семьям F<sub>3</sub>. Осенью все деланки по габитусу растений были распределены на 3 типа: 1) тип Бахус; 2) тип отцовской формы; 3) гетерозиготы (включающие оба типа).

Максимум семей типа Бахус встречалось в пятой (интенсивно растущей) группе, снижаясь ко второй. В первой группе тип Бахус отсутствовал, а количество отцовских типов (Боярин и Хазар) было максимальным, уменьшаясь к пятой. При этом в 5-й группе у гибрида Бахус x Боярин выявлено 3 семьи типа Боярин, а у гибрида Бахус x Хазар – 1 семья типа Хазар. Таким образом, было доказано, что объединение в одном генотипе таких трудно сочетаемых признаков, как интенсивность начального роста и устойчивость к полеганию растений, вполне возможно [2].

В 2006 году признаки высокой интенсивности начального роста и устойчивости к полеганию в совокупности из 423 линий F<sub>4</sub> среднеотрицательно коррелировали между собой ( $r = - 0,35$ ). Однако удалось выделить 24 лучшие линии, совмещающие высокую энергию начального роста и устойчивость к полеганию. Выделившиеся линии в основном среднеспелые, среднерослые, устойчивые к полеганию, со средней длиной метелки, высокой озерненностью и потенциальной урожайностью, превышающей стандартный сорт Боярин. Полученные линии используются нами в селекционном процессе.

Окончательную проверку линий проводили с использованием технологии получения всходов риса из-под слоя воды на недостаточно выровненных чеках. Здесь, наряду с искусственным отбором, происходит и естественный, в результате которого при глубоком затоплении (30-50 см) выживают только энергично растущие формы, а для селекционных целей пересеваются только неполегшие из них. Это позволяет создать сорта риса для безгербицидных технологий, что благоприятно скажется на экологической обстановке прилегающих территорий и экономическом состоянии рисосеющих хозяйств.

На рисунке 4 показаны линии F<sub>5</sub>, которые совмещают в себе такие трудно сочетаемые признаки, как высокая интенсивность начального роста и

устойчивость к полеганию. В 2007 году при выращивании линий по технологии получения всходов из-под слоя воды его уровень в чеке достигал 50 см.

На этих участках произошла естественная дифференциация линий по устойчивости к глубокому затоплению. Из 24 линий пять продемонстрировали высокую энергию роста и сформировали густой стеблестой (300-350 стеблей/м<sup>2</sup>) даже на глубоких местах чека. При этом 2 линии особенно выделились по устойчивости к полеганию. Это такие линии из гибридов, как Бахус х Хазар (Дон 11864) и Бахус х Боярин (Дон 11565), которые переведены в контрольный питомник для изучения их продуктивности.



Рис. 4. Линии Бахус х Хазар (Дон 11864) и Бахус х Боярин (Дон 11565), преодолевающие глубокий слой воды (50 см) после посева (по 2 делянки, июнь, 2007 г.)

Выделившиеся линии были высеяны в 2008 году в селекционном посеве на делянки площадью 20 м<sup>2</sup>. После их созревания и уборки оказалось, что среди линий, сочетающих признаки высокой интенсивности роста и устойчивости к полеганию, наилучшие результаты по урожайности, в сравнении со стандартным сортом Боярин, показали шесть, представленные в таблице.

Выделившиеся по урожайности линии риса, 2008 г.

№ делянки	Наименование	Урожайность в СП, 2008 г., т/га	Урожайность в КП, 2009 г., т/га	Урожайность в КСИ, 2010 г., т/га	Средняя урожайность, т/га
8600/08	Боярин, стандарт	6,34	6,56	6,04	6,31
8705/08	Бахус х Боярин	7,94	9,08	7,89 (КП)	8,30
8164/08	Бахус х Боярин	9,35	10,07	8,13	9,18



## Продолжение таблицы

№ деланки	Наименование	Урожайность в СП, 2008 г., т/га	Урожайность в КП, 2009 г., т/га	Урожайность в КСИ, 2010 г., т/га	Средняя урожайность, т/га
8165/08	Бахус х Боярин	8,19	9,90	7,41	8,50
8549/08	Бахус х Боярин	10,81	9,26	7,25	9,11
8553/08	Бахус х Хазар	8,06	8,59	7,12	7,92
8569/08	Бахус х Хазар	8,24	7,92	7,09 (КП)	7,75
	НСР 05	0,20	0,23	0,21	

В 2009 году они были изучены в контрольном питомнике, а в 2010-м – в конкурсном сортоиспытании. Наилучшие результаты в среднем за 3 года показали линии из комбинации Бахус х Боярин: 8164/08 и 8549/08 – 9,18 и 9,11 т/га соответственно.

### Выводы

1. Анализ наследования интенсивности начального роста растений у гибридов российских сортов с донорным образцом Бахус показал различия между родительскими формами в 1-2 гена, причем их аллельное состояние отличалось друг от друга. Сорта Бахус и Боярин различались по одному гену, а Бахус и Хазар – по двум генам с неполным доминированием большей интенсивности начального роста.
2. Небольшие различия исходных форм по числу генов интенсивности начального роста дают возможность с малыми затратами отбирать новые формы риса с нужными сочетаниями признаков.
3. В третьем поколении отобраны линии, объединяющие в одном генотипе такие трудно сочетаемые признаки, как интенсивность начального роста и неполегаемость растений.
4. При глубоком затоплении произошла дифференциация линий по устойчивости к слою воды. Из 24 линий пять продемонстрировали высокую

энергию роста и сформировали густой стеблестой (300-350 стеблей/м<sup>2</sup>) даже на глубоких местах чека.

5. Отобраны перспективные линии 8164/08 и 8549/08 из комбинации Бахус х Боярин, сочетающие признаки интенсивности начального роста и устойчивости к полеганию с высокой урожайностью, в среднем за 3 года 9,11-9,18 т/га.

### Литература

1. Костылев, П.И. Наследование интенсивности начального роста растений риса / П.И. Костылев, В.В. Бредихин, Н.Н. Вожжова // Рисоводство, 2005. – № 6. – С.12-15.
2. Костылев, П.И. Распределение типов растений риса в F<sub>3</sub> в зависимости от энергии начального роста гибридов F<sub>2</sub> / П.И. Костылев, В.В. Бредихин, Н.Н. Вожжова // Рисоводство, 2007. – №10. – С.28-30.
3. Мережко, А.Ф. Система генетического изучения исходного материала для селекции растений / А.Ф. Мережкор. – Л.: ВИР, 1984. – 70 с.
4. Методические указания по изучению мировой коллекции риса и классификатор рода *Oryza* L. – Ленинград, 1982 – 36 с.
5. Рубан, В.Я. Характер наследования темпов роста у гибридов риса в фазе всходов / В.Я. Рубан, В.Н. Шиловский // Рисоводство, 2004. – № 4. – С.16-17.
6. Шиловский, В.Н. Наследуемость интенсивности роста проростков у риса в фазе всходов / В.Н. Шиловский, Г.А. Сингильдин // Бюлл. НТИ ВНИИ риса, 1978. – Вып. XXV. – С.3-5.
7. Xu K., Mackill D.J. A major locus for submergence tolerance mapped on rice chromosome 9. / Mol. Breed., 1996. – №2. – P. 219-224.