

УДК 633.18:632.488.42:575

UDC 633.18: 632.488.42: 575

06.00.00 - Сельскохозяйственные науки

Agriculture

СЕЛЕКЦИЯ РИСА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ С ПОМОЩЬЮ ОТБОРА ИЗ ГИБРИДНЫХ ПОКОЛЕНИЙ ХОРОШО ОЗЕРНЕННЫХ МЕТЕЛОК**SELECTION OF RICE PRODUCTIVITY BY SELECTION FROM HYBRID GENERATION OF WELL-GRAINED PANICLES**

Костылев Павел Иванович
доктор с.-х. наук, профессор, заведующий лабораторией риса
РИНЦ SPIN-код=7901-1531
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур им. И.Г. Калининко, г. Зерноград, Ростовская область, Россия

Kostylev Pavel Ivanovich
Doctor of agricultural Sciences, Professor, Head of the Laboratory of rice
RSCI SPIN-code: 7901-1531
All-Russian Research Institute of Grain Crops named after I.G.Kalinenko, Zernograd, Russia

Попов Сергей Сергеевич
аспирант
Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет» в г. Зернограде, Россия

Popov Sergey Sergeevich
postgraduate student
Azov-Black Sea Engineering Institute VPO "Don State Agrarian University" in Zernograd, Russia

Из двух расщепляющихся гибридных популяций риса Ил.14 х Кубояр и Ил.28 х Кубояр в течение 2012-2015 гг. проводили разнонаправленный отбор метелок с низким, средним и высоким количеством зерен в них. Установлена различная реакция на отбор гибридных поколений по урожайности. Наименьшая урожайность формировалась при посеве зерна из мелких метелок, промежуточная – из средних и наибольшая – из крупных. С каждым последующим поколением реакция на отбор снижалась. У гибрида Ил.14 х Кубояр при положительном отборе прибавка урожайности к исходной популяции F₂ составила в F₃ – 10,5%, в F₄ – 3,8% и в F₅ – 1,9%, у Ил.28 х Кубояр – соответственно 4,4%, 3,1% и 0,7%. При отрицательном отборе у Ил.14 х Кубояр происходило снижение урожайности в F₃ на 7,7%, в F₄ на 6,9%, а в F₅ на 0,2%. По годам исследований не наблюдалось вариации урожайности зерна делянок, полученных из метелок со средней озерненностью и в целом она находилась на уровне исходной популяции. У гибрида Ил.28 х Кубояр при отрицательном отборе относительная урожайность сначала снизилась на 1,7% в F₃, а затем при всех видах отбора к пятому поколению выросла и различалась в меньшей степени, чем у первого гибрида, хотя ранги значений сохранились. Урожайность из фракции хорошо озерненных метелок составила 98,4%, среднеозерненных – 96,5%, малоозерненных – 94,2% от исходного сорта Кубояр

During 2012-2015 from the two fissile populations of rice hybrid Ил.14 х Kuboyar and Ил.28 х Kuboyar we conducted multidirectional selection of panicles with low, medium and high number of grains in them. It was established a different reaction to the selection of hybrid generations by yield. The lowest yield was formed at planting grain from small panicles, intermediate - from the middle panicles and biggest - from the major panicles. The reaction to selection decreased with each successive generation. In the hybrid Ил.14 х Kuboyar at positive selection of the yield increase towards the initial population F₂ was in F₃ - 10,5%, in the F₄ - 3,8% and F₅ - 1,9%, at Ил.28 х Kuboyar - respectively 4, 4%, 3.1% and 0.7%. At negative selection in Ил.14 х Kuboyar there was a decrease of yield on 7.7% F₃, in F₄ on 6.9% and in F₅ on 0.2%. By years of research was not observed variations in grain yield obtained from the panicle with an average grainness and generally was at the level of the original population. At the hybrid Ил.28 х Kuboyar for negative selection of the relative yield initially decreased on 1.7% in F₃, while then for all kinds of selection to the fifth generation grew up and different to a lesser extent than the first the hybrid, although the ranks of the values preserved. The yield from a fraction of well-grained was 98.4%, medium grained - 96.5%, low grained - 94.2% of the initial Kuboyar variety

Ключевые слова: РИС, СЕЛЕКЦИЯ, РЕАКЦИЯ НА ОТБОР, ЗЕРНОВКА, МЕТЕЛКА, УРОЖАЙНОСТЬ

Keywords: RICE, BREEDING, RESPONSE TO SELECTION, GRAINS, PANICLE, YIELD

Введение. Рис является важнейшей сельскохозяйственной культурой в мире. Для повышения его производства необходимо создание более про-

дуктивных сортов, так как площади земли ограничены. Селекционная работа должна опираться на закономерности наследования количественных признаков, являющихся компонентами структуры урожая.

Урожайность зерна является комплексным признаком и результатом взаимодействия многих переменных величин из-за различных ассоциаций генов, которые имеются в разных популяциях и могут привести к совершенно различным взаимоотношениям. Она также в значительной степени зависит от условий окружающей среды. Кроме того, взаимодействие генотипа и окружающей среды снижает эффективность отбора в ранних поколениях [12].

В работе М.Ш. Аллама (1981) проведено сравнительное изучение модификационного, генотипического и общего варьирования важнейших количественных признаков и их взаимосвязей в модельных и гибридных популяциях, что позволяет прогнозировать пути повышения эффективности отбора по отдельным признакам. Показано, что в тех районах, где рис в производственных условиях кустится слабо, он формирует значительную долю урожая за счет главной метелки. Здесь целесообразно проводить отбор по массе зерна с главной метелки, а не с растения в целом, поскольку уровень модификационной изменчивости первого признака ниже, чем второго, что дает возможность селекционеру легче идентифицировать нужный ему генотип по фенотипу [1].

Зерновая продуктивность контролируется локусами количественных признаков (QTL) у многих культурных растений. Huang et al. (2009) сообщали о локусе количественного признака, контролирующего высокую урожайность зерна риса, который действует путем определения архитектуры метелки. Доминантный аллель в локусе DEP1 способствует повышению активности меристемы, что приводит к уменьшению длины междоузлий метелки, увеличению числа зерен в ней и, как следствие, увеличению урожая зерна. Этот аллель является общим для многих китайских высоко-

урожайных сортов риса и, вероятно, представляет собой относительно недавнее введение в пул генов культивируемого риса [8].

В исследовании Zhang et al. (2009) с использованием рекомбинантных инбредных линий из гибридной популяции Zhenshan 97 x HR5 были определены четыре локуса количественных признаков: qSPP1, qSPP2, qSPP3 и qSPP7 на хромосомах 1, 2, 3 и 7, соответственно, которые контролировали такой компонент урожайности, как число колосков в метелке (ЧКМ). Три QTL: qSPP1, qSPP2 и qSPP3 увеличивают ЧКМ, не затрагивая дату цветения и высоту растений по сравнению с рекуррентным родителем, Zhenshan 97. Они являются ценными генами для повышения урожайности риса. Ген qSPP7 имел большее влияние на урожайность зерна, чем три других минорных QTL, но одновременно задерживал дату цветения и увеличивал высоту растений. Это повышает фотосинтез и накопление углеводов, поэтому qSPP7 – хороший кандидат для программы селекции риса. Образец HR5 имеет положительные аллели всех четырех обнаруженных QTL, которые могут быть интрогрессированы в другие сорта с помощью маркерного отбора для улучшения урожайности риса [13].

При скрещивании двух родительских форм у гибридного потомства в результате рекомбинаций возникает значительная генетическая изменчивость. Успешность отбора форм с нужными генами зависит от различных факторов, таких как интенсивность отбора, доступность генетической изменчивости, ее генетическая связь с другими сцепленными признаками и методология селекции. Корреляция и регрессия «родитель-потомство» между двумя поколениями показывает меньшую восприимчивость к воздействию окружающей среды и являются очень полезными для отбора в расщепляющейся популяции при создании новых, улучшенных генотипов [9].

Индийские ученые D. Varman, S.P. Borah (2012), используя изменчивость в шести гибридных популяциях F₂ риса, применили отбор для повышения урожайности зерна [7]. Ожидаемый ответ на отбор оценивали в по-

колении F_3 по сравнению с F_2 . Идентичный отбор был сделан в F_3 поколении и ответ на отбор оценивали в F_4 . Поколение F_3 показало значительный положительный ответ на отбор по высоте растений, количеству метелок на растении, плотности зерна в метелке и числу дней до 50% цветения, указывая тем самым на эффективность отбора этих признаков. Урожайность зерна показала несущественный отклик в поколении F_2 . Поколение F_4 показало положительный ответ на отбор для всех изученных признаков. Это свидетельствует об эффективности отбора по этим признакам в F_3 или последующих поколениях. Коэффициент регрессии между поколениями F_2 и F_3 и F_3 и F_4 был значимым для всех признаков. Отборы по высоте растений, количеству метелок на растении и числу дней до 50% цветения могут быть сделаны в ранних расщепляющихся поколениях. Отбор по урожайности зерна с одного растения и плотности зерна в метелке является эффективным в поздних поколениях [7].

При отборе потенциально продуктивных генотипов риса в ранних поколениях М. Kumar et al. (2009) рекомендуют обращать внимание на число колосков главной метёлки и массу 100 зёрен, а также на повышенную массу побега, его стебля и метёлки в фазе цветения, используя их в качестве критериев отбора в ранних поколениях у риса. В их исследованиях оценка наследуемости была высока для числа колосков с главной метелки и массы 100 зерен, в то время как для урожая зерна она колебалась от средней до низкой. Урожай зерна с растения имел значительную положительную связь с числом колосков с главной метелки. Анализ путевых коэффициентов также подтвердил, что число колосков с основной метелки является важным фактором, определяющим урожайность, следующей была масса 100 зерен [10].

В исследованиях турецких селекционеров Н. Surek, N. Beser (2003) были выявлены положительные существенные связи между урожайностью и количеством зерен на метелке во всех гибридных популяциях за два го-

да. Полученные корреляции между урожайностью риса и ее компонентами, а также высокие значения наследуемости показали, что число зерен в метелке и масса зерновки могут быть использованы в качестве критерия отбора в ранних поколениях [11].

В нашей стране такие исследования по рису почти не проводились. Во ВНИИ риса была выявлена прямая тесная связь урожайности сортов на оптимальном фоне питания с величиной $K_{хоз}$ (*коэффициент хозяйственной годности*) ($r = 0,93 \pm 0,13$) и числом зерен на 1 м^2 ($r = 0,98 \pm 0,07$). Эти два признака являются наиболее важными при оценке селекционных образцов на продуктивность и при разработке физиологической модели генотипа риса [5].

Значительные средовые различия, такие как неоднородные густота посева и внесение удобрений могут привести к снижению зависимости урожайности потомства от таковой родителей [4]. Таким образом, прямой отбор для улучшения урожая зерна в расщепляющейся популяции может быть неэффективным. Потомство от растений со слабо озерненными метелками может впоследствии стать продуктивным сортом и наоборот. Можно потратить много времени и сил, отбирая хорошо озерненные метелки, и не достичь желаемой цели – создания урожайного сорта. Поэтому исследование эффективности отбора из ранних поколений гибридов, на урожайность следующих, является актуальным и вносит большой вклад в развитие методологии селекционного процесса.

Известны различные типы отбора, одними из которых являются стабилизирующий и дизруптивный. Стабилизирующий отбор направлен на поддержание и повышение устойчивости реализации в популяции среднего значения признака или свойства. Дизруптивным называется отбор, благоприятствующий более чем одному фенотипу и действующий против средних промежуточных форм [6].

Цель исследований – изучить влияние дизруптивного и стабилизирующего отбора по количеству зерен с метелки риса в двух разных расщепляющихся популяциях F_2 на урожайность последующих поколений F_3 - F_5 .

Материал и методика. Материалом служили гибриды F_2 - F_5 от скрещивания высокопродуктивного среднеспелого сорта Кубояр с образцами Ил.14 и Ил 28, которые являются донорами трех генов устойчивости к пирикулярриозу (Pi-1, Pi-2, Pi-33). Эксперимент проводился в течение 2012-2015 гг. в ФГУП «Пролетарское» Ростовской области. Культивирование растений проводили согласно Руководству по технологии выращивания риса [3]. Все гибридные поколения высевали сеялкой ССФК-7 на б-рядковых делянках площадью 20 м^2 с нормой высева 300 г на делянке или 500 семян на 1 м^2 . Отбор отдельных растений сделан в 2012 году из гибридной популяции F_2 по числу зерен с одной метелки [2]. Отбор по этому признаку проводили параллельно в двух гибридах по трем направлениям. Для выращивания в следующем поколении F_3 было отобрано по три группы рекомбинантных растений со слабоозерненными (М – 25-40 зерен), среднеозерненными (С – 90-110 зерен) и хорошо озерненными (К – 180-240 зерен) метелками (рис. 1). Количество метелок в каждой группе было различное для того, чтобы собрать и высеять одинаковое количество семян на делянке.



Рисунок 1 – Группы гибридных растений по числу зерен в метелке

Метелки с наибольшим количеством зерен относили к линии К и использовали в качестве семян для следующего поколения. Аналогичным образом метелки с самым малым количеством зерен использовали в качестве семян для каждого нового поколения линии М, а со средним – линии С.

Аналогично из делянок F_3 были отобраны три группы растений для посева в 2014 году поколения F_4 , а в 2015 году – поколения F_5 . При этом из группы М отбирали самые малоозерненные, из группы С – среднеозерненные, а из группы К – хорошо озерненные метелки. Рядом высевали делянки двух материнских форм (Ил.14 и Ил.28) и одной отцовской (Кубояр). В качестве стандарта выступал сорт Кубояр. Варианты отбора каждого гибрида сравнивали друг с другом и со стандартом по урожайности и элементам ее структуры. Уборку проводили напрямую комбайном KS-575. Статистическую обработку данных проводили с помощью программ Excel 2000 и Statistika 8.

Результаты и обсуждение. Реакция на отбор по количеству зерен с метелки в двух гибридных комбинациях оказалась различной. В то же время оба гибрида имели сходные ответы на различные направления отбора.

Рисунок 2 демонстрирует урожайность вариантов обеих гибридных комбинаций и их родительских форм. Гибрид Ил. 14 x Кубояр показал наименьшую урожайность 5,7 т/га в варианте отбора мелких метелок. Вариант «средняя метелка» показал урожайность 6,4 т/га. Посев семян из крупных метелок сформировал наибольшую урожайность, составившую в среднем 7,4 т/га, превысив варианты с мелкой и средней метелкой на 1,7 и 1 т/га, соответственно.

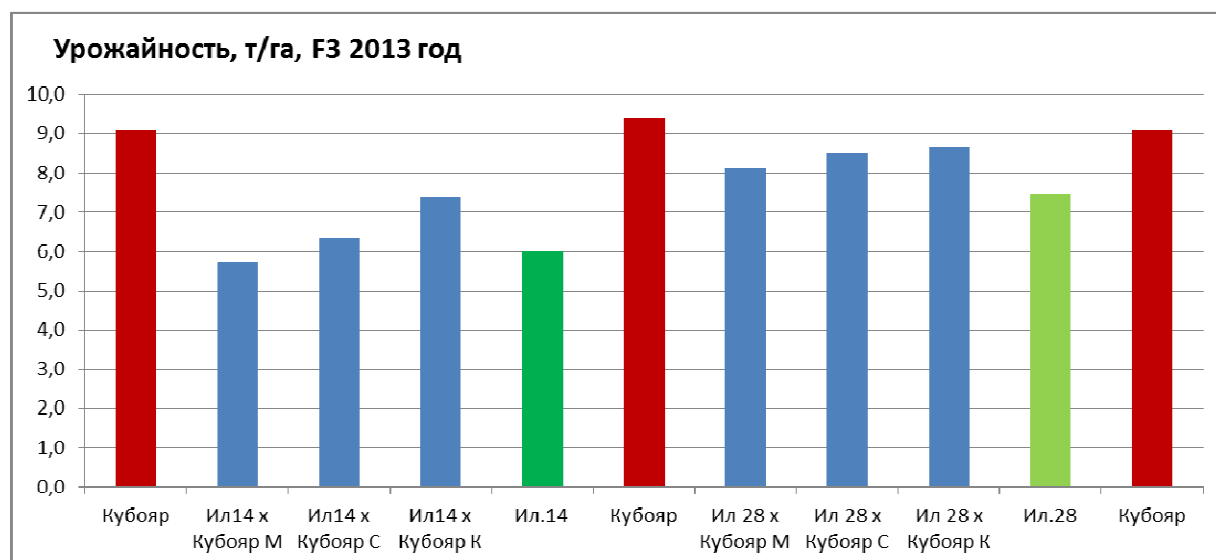


Рисунок 2 – Урожайность гибридов F₃ риса, 2013 г.

Сходная, но менее контрастная реакция на отбор была в комбинации Ил. 28 x Кубояр. Наибольшая урожайность 8,7 т/га оказалась сформирована на посевом семян из крупных, хорошо озерненных метелок. Урожайность варианта из средне озерненных метелок была 8,5 т/га. Наименьшая урожайность – 8,1 т/га сформировалась от посева семян из малоозерненных метелок. Все варианты в обеих гибридных комбинациях показали урожайность меньше, чем стандартный сорт Кубояр.

Сезон 2014 года по климатическим условиям оказался менее благоприятным для выращивания риса, чем предыдущего 2013 года, что отразилось на сокращении его продуктивности в целом у родителей и гибридов (рис. 3). В тоже время закономерности распределения урожайности по вариантам отбора сохранились для обеих комбинаций.

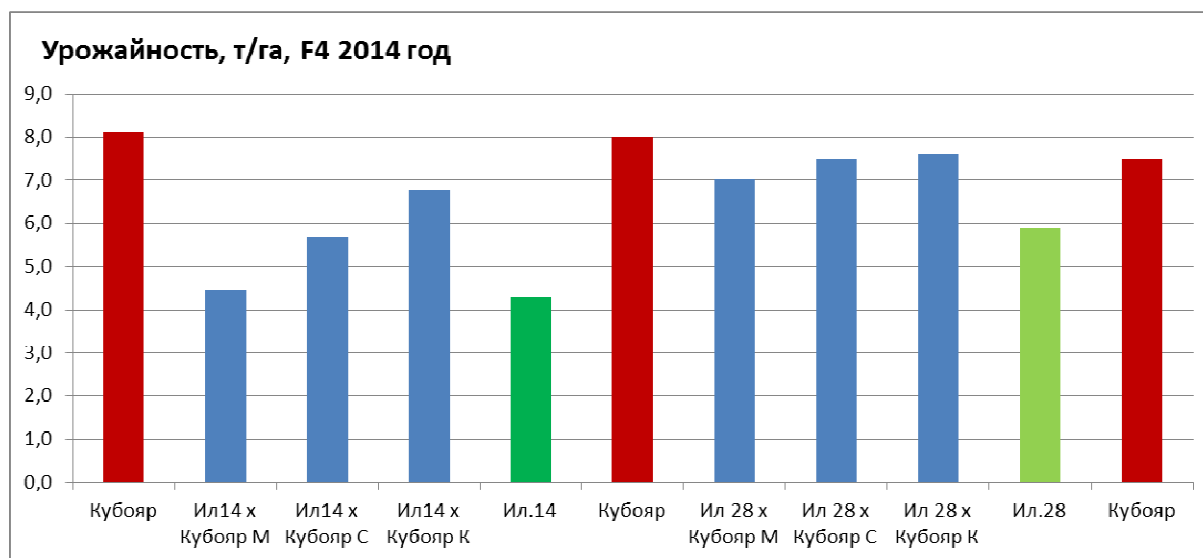


Рисунок 3 – Урожайность гибридов F₄ риса, 2014 г.

Для гибрида Ил.14 х Кубояр наименьшая урожайность сформировалась вариантом с мелкой метелкой, составив 4,5 т/га. Вариант со средней метелкой показал урожайность 5,7 т/га. Наибольший выход зерна, в размере 6,8 т/га, был у варианта с крупной метелкой. Посев крупных метелок был продуктивнее посева мелких и средних метелок на 2,3 и 1,1 т/га соответственно.

Как и в предыдущем году, распределение вариантов по урожайности в 2014 году у гибрида Ил.28 х Кубояр было менее выраженным, но информативным. Максимальная урожайность (7,6 т/га) формировалась у варианта «крупная метелка», на втором месте – «средняя метелка» (7,5 т/га) и на третьем – «мелкая метелка» (7,0 т/га).

Наиболее благоприятным годом за все время исследований оказался 2015 (рис. 4). Средняя урожайность всех вариантов отбора гибридов и ро-

дителей в этом сезоне была наибольшей по сравнению с предыдущими. Но это не отразилось на установившейся закономерности распределения продуктивности по вариантам опыта.

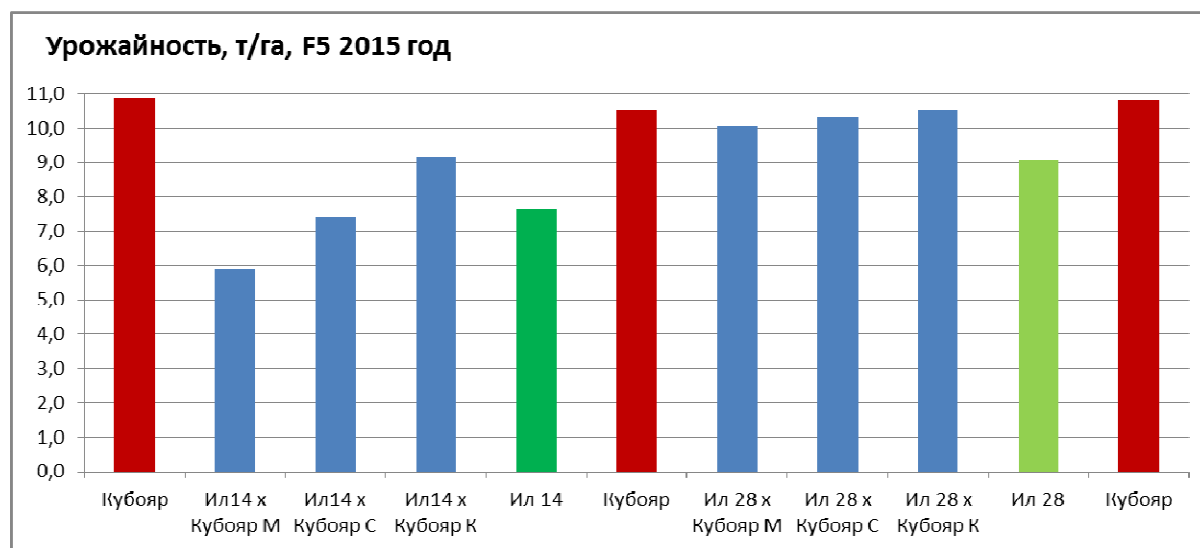


Рисунок 4 – Урожайность гибридов F₅ риса, 2015 г.

Так для первой комбинации варианты отбора показали урожайности: мелкие – 5,9 т/га, средние – 7,4 т/га, крупные – 9,1 т/га. Для второй комбинации: мелкие – 10,0 т/га, средние – 10,3 т/га и крупные – 10,5 т/га. Только вариант «крупная метелка» у гибрида Ил.28 х Кубоер смог приблизиться к лучшему родителю Кубоеру, показавшему урожайность 10,65 т/га.

Таким образом, прослеживается четкая зависимость урожайности следующего поколения гибридов от размеров метелок предыдущего поколения. Данная зависимость может свидетельствовать о том, что в расщепляющихся популяциях изучаемых гибридов размер метелки в большей степени, контролируется генетическими факторами, нежели средовой изменчивостью.

Поскольку урожайность риса значительно варьировала по годам, мы сравнили динамику ее изменения в ходе смены поколений в процентах к лучшему родительскому сорту Кубоер.

Для гибридов Ил.14 х Кубояр и Ил.28 х Кубояр отбор родоначальных растений проводился из популяции F_2 , урожайность которых в 2012 году составила 70 и 90% от таковой Кубояра (8,33 т/га), соответственно.

Анализ полученных результатов комбинации **Ил.14 х Кубояр** за годы исследований показал значительное расхождение вариантов опыта по урожайности под влиянием направленного дизруптивного отбора (рис. 5).

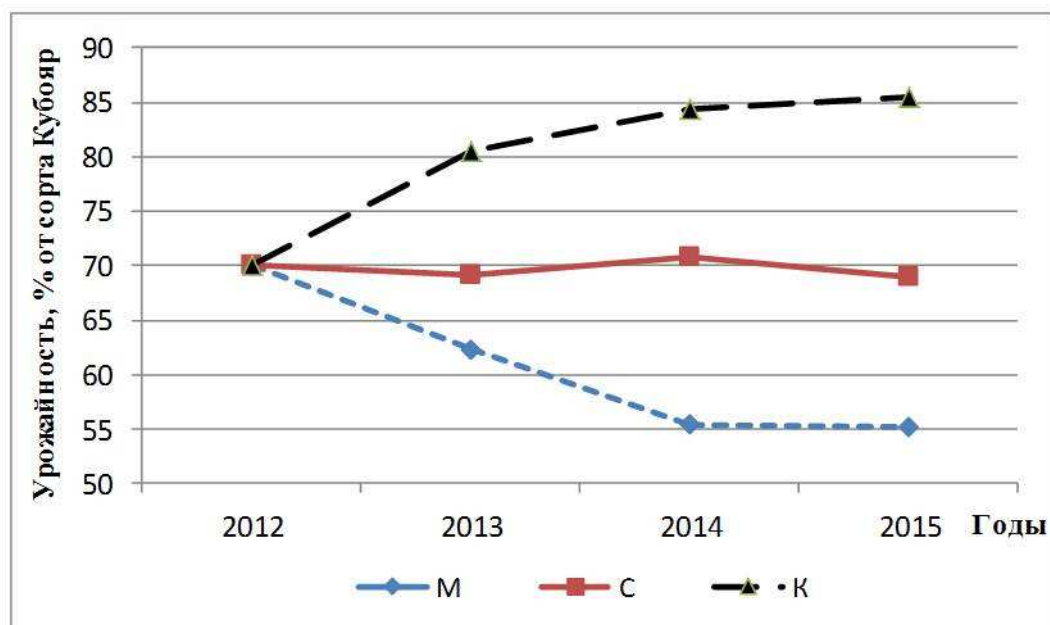


Рисунок 5 – Динамика урожайности гибридной популяции Ил.14 х Кубояр по отношению к лучшему родительскому сорту, %

* М – малоозерненные, – С – среднеозерненные, К – хорошо озерненные метелки

В 2013 году урожайность от посева семян из крупных, хорошо озерненных метелок составила 80,5% от Кубояра и превысила исходную популяцию F_2 на 10,5%. В следующем, 2014 году рост зерновой продуктивности продолжился и достиг 84,3%, что на 3,8% больше урожайности прошлого года. Прирост зерновой продуктивности в итоговом 2015 году снизился до 1,2% и урожайность зерна составила 85,5% от Кубояра. Таким образом, за три года положительного отбора крупных, хорошо озерненных метелок урожайность увеличилась на 15,5% от исходной популяции F_2 .

Урожайность среднеозерненных метелок оказалась на уровне исходной популяции и почти не варьировала за годы исследований.

Вариант «малоозерненная метелка» оказался зеркальным отражением варианта «хорошо озерненная метелка». Отбор и посев семян малоозерненных метелок приводил к снижению продуктивности в 2013 и 2014 годах на 7,7 и 6,8% соответственно. Отбор и пересев в 2015 году не показал существенного сокращения урожайности (0,3%), которая за три года исследований снизилась на 14,8%, составив 55,2% от таковой Кубояра. Таким образом, массовый дизруптивный отбор метелок риса из ранних гибридных поколений комбинации Ил.14 x Кубояр показал свою эффективность и существенное влияние на урожайность потомков. При этом ответ на отбор снижался в каждом поколении. Ни одна из трех популяционных групп не достигла урожайности лучшего родительского сорта, что свидетельствует о недостаточности только лишь признака высокой озерненности для продуктивности агроценоза. Однако среди индивидуальных отборов этой комбинации были выделены линии F₅, превысившие Кубояр, но эта информация выходит за рамки данного сообщения.

Иная закономерность распределения урожайности вариантов опыта по годам эксперимента выявилась у гибрида **Ил.28 x Кубояр** (рис. 6).

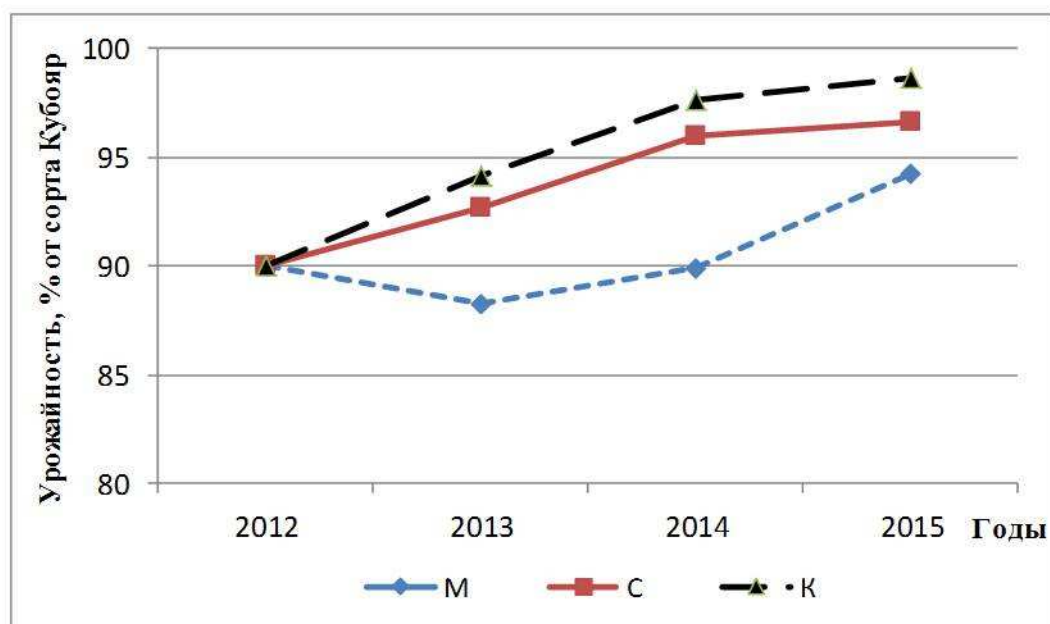


Рисунок 6 – Динамика урожайности гибридной популяции Ил.28 x Кубояр по отношению к лучшему родительскому сорту, %

Посев из крупных метелок показывал повышение урожайности в каждый год испытания. В 2013 году его продуктивность возросла на 4,1%, в 2014 году – на 3,6% и в 2015 году – на 1,0%. Прирост за три года отбора составил 8,7%, а сама урожайность почти сравнялась с таковой Кубояра (98,7%).

На графике видно, что урожайность средних по размеру метелок также возрастала от года к году, однако процент повышения был ниже, чем у крупных метелок. Прирост зерна составил в 2013 году 2,7%, в 2014 г. – 3,3%, в 2015 г. – 0,7%, в общей сложности – на 6,7%.

Вариант «мелкая метелка» имел различную реакцию на отбор по годам эксперимента. В 2013 году его урожайность сократилась на 1,7%, затем в 2014 году возросла на 1,6% и сравнялась с исходной популяцией (89,9% от Кубояра). В 2015 году продуктивность популяции гибрида из мелких метелок возросла еще на 4,4% и приблизилась к показателям вариантов из средних и крупных метелок. По-видимому, это связано с переходом значительной части особей F_5 в гомозиготное состояние, повышением

фертильности колосков и, соответственно, увеличением количества зерен на единице площади.

Таким образом, в данной гибридной комбинации отбор лучших по продуктивности метелок был менее эффективным, чем в Ил.14 х Кубояр, что связано с индивидуальными генетическими особенностями родительских форм. Такой отбор из ранних поколений гибридов будет успешнее при более значительных различиях исходных сортов по урожайности.

Выводы

1. При разнонаправленном отборе из двух гибридных популяций риса F_2 - F_5 метелок с низкой, средней и высокой озерненностью установлена различная реакция поколений по урожайности.
2. Гибриды показали наименьшую урожайность при посеве зерна из малоозерненных метелок, промежуточную – из среднеозерненных и наибольшую – из хорошо озерненных.
3. С каждым следующим поколением ответ на отбор снижался. У гибрида Ил.14 х Кубояр при положительном отборе прибавка урожайности к исходной популяции F_2 составила в F_3 – 10,5%, в F_4 – 3,8% и в F_5 – 1,2%. У Ил.28 х Кубояр – соответственно 4,1%, 3,6% и 1,0%.
4. При отрицательном отборе у Ил.14 х Кубояр происходило снижение урожайности в F_3 на 7,7%, в F_4 на 6,8%, а в F_5 на 0,3%. Урожайность среднеозерненных метелок оказалась на уровне исходной популяции и почти не варьировала за годы исследований.
5. У гибрида Ил.28 х Кубояр при отрицательном отборе относительная урожайность сначала снизилась на 1,7% в F_3 , а затем при всех видах отбора к 5-му поколению выросла и различалась в меньшей степени, чем у первого гибрида, хотя ранги значений сохранились. Фракция К составила 98,7% от урожайности Кубояра, С – 96,7%, М – 94,3%.

Список литературы

1. Алла́м М.Ш. Прогнозирование эффективности отбора у риса по количественным признакам на основе сопоставления их генетического и модификационного варьирования: Автореф. дис...канд. с.-х.наук. - М., 1981. – 17 с.
2. Костылев П.И., Попов С.С. Реакция на отбор по массе зерна с метелки в ранних поколениях гибридов риса на урожайность следующих // Сборник: Инновации в технологиях возделывания с.-х. культур, материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский, Дон ГАУ, 2015. – С. 167-172.
3. Костылев П.И., Степовой В.И., Бредихин В.В., Сластухин Р.Ю. Руководство по технологии выращивания риса / Ростов-на-Дону. ЗАО «Книга»; 2008 г. – 48 с.
4. Марченко Д.М., Костылев П.И., Гричаникова Т.А. Корреляционный анализ в селекции озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России, 2013. – №3(27). – С.28-32.
5. Скаженник М.А., Воробьев Н.В., Ковалев В.С., Пшеницына Т.С. Фотосинтетические и продукционные процессы у новых сортов риса / Аграрный вестник Юго-Востока, 2010. – №3-4 (6-7). – С.20-23.
6. Яблоков А.В., Юсуфов А.Г. Эволюционное учение / Учебное пособие для студентов биологических специальностей университетов, 2006. – 331 с.
7. Barman D., Borah S.P. Effect of selection response on F₃ and F₄ generation for yield and yield component characters in mutant rice strain (*Oryza sativa* L.) / APCBEE Procedia 4, 2012. – P.183-187.
8. Huang X., Qian Q., Liu Zh., Sun H., He Sh., Luo D., Guangmin Xia G., Chu Ch., Jiayang Li J., Fu X. Natural variation at the DEP1 locus enhances grain yield in rice // Nature Genetics, 2009. – V. 41. – № 4. – P. 493-497.
9. Johnson H.W., Robinson H.F., Comstock R.E. Genotypic and phenotypic correlations in soyabean and their implication in selection / Agronomy J., 1955. – 47. – P. 477-483.
10. Kumar M. Selection criteria for high yielding genotypes in early generations of rice / M. Kumar, P.R. Sharma, N. Krakash [et al.] // SAARC Journal of Agriculture, 2009. – Vol. 7. – No.2. – P.37-42.
11. Surek H., Beser N. Selection for grain yield and yield components in early generations for temperate rice / Philippine Journal of Crop Science, 2003. –28(3). – 3-15.
12. Whan B.R., Rathjen A.J., Night R. The relation between wheat lines derived from F₁, F₃, F₄ and F₅ generations for grain yield and harvest index // Euphytica, 1981. – 30. – P.419-430.
13. Zhang Y., Luo L., Liu T., Xu C., Xing Y. Four rice QTL controlling number of spikelets per panicle expressed the characteristics of single Mendelian gene in near isogenic backgrounds / Theor. Appl. Genet., 2009. – 118. – P.1035–1044.

References

1. Allam M.Sh. Prognozirovanie jeffektivnosti otbora u risa po kolichestvennym priznakam na osnove sopostavljenija ih geneticheskogo i modifikacionnogo var'irovanija: Avtoref. dis...kand. s.-h. nauk. - M., 1981. – 17 s.
2. Kostylev P.I., Popov S.S. Reakcija na otbor po masse zerna s metelki v rannih pokolenijah gibrinov risa na urozhajnost' sledujushhih // Sbornik: Innovacii v tehnologijah vzdelyvanija s.-h. kul'tur, materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, pos. Persianovskij, Don GAU, 2015. – S. 167-172.
3. Kostylev P.I., Stepovoj V.I., Bredihin V.V., Slastuhin R.Ju. Rukovodstvo po tehnologii vyrashhivaniija risa / Rostov-na-Donu. ZAO «Kniga»; 2008 g. – 48 s.

4. Marchenko D.M., Kostylev P.I., Grichanikova T.A. Korreljacionnyj analiz v selekcii ozimoj pshenicy // *Zernovoe hozjajstvo Rossii*, 2013. – №3(27). – S.28-32.
5. Skazhennik M.A., Vorob'ev N.V., Kovalev V.S., Pshenicyna T.S. Fotosinteticheskie i produkcijonnye processy u novyh sortov risa / *Agrarnyj vestnik Jugo-Vostoka*, 2010. – №3-4 (6-7). – S.20-23.
6. Jablokov A.V., Jusufov A.G. Jevoljucionnoe uchenie /Uchebnoe posobie dlja studentov biologicheskikh special'nostej universitetov, 2006. – 331 s.
7. Barman D., Borah S.P. Effect of selection response on F₃ and F₄ generation for yield and yield component characters in mutant rice strain (*Oryza sativa* L.) / *APCBEE Procedia* 4, 2012. – P.183-187.
8. Huang X., Qian Q., Liu Zh., Sun H., He Sh., Luo D., Guangmin Xia G., Chu Ch., Jiayang Li J., Fu X. Natural variation at the DEP1 locus enhances grain yield in rice // *Nature Genetics*, 2009. – V. 41. – № 4. – P. 493-497.
9. Johnson H.W., Robinson H.F., Comstock R.E. Genotypic and phenotypic correlations in soyabean and their implication in selection / *Agronomy J.*, 1955. – 47. – P. 477-483.
10. Kumar M. Selection criteria for high yielding genotypes in early generations of rice / M. Kumar, P.R. Sharma, N. Krakash [et al.] // *SAARC Journal of Agriculture*, 2009. – Vol. 7. – No.2. – P.37-42.
11. Surek H., Beser N. Selection for grain yield and yield components in early generations for temperate rice / *Philippine Journal of Crop Science*, 2003. –28(3). – 3-15.
12. Whan B.R., Rathjen A.J., Night R. The relation between wheat lines derived from F₁, F₃, F₄ and F₅ generations for grain yield and harvest index // *Euphytica*, 1981. – 30. – P.419-430.
13. Zhang Y., Luo L., Liu T., Xu C., Xing Y. Four rice QTL controlling number of spikelets per panicle expressed the characteristics of single Mendelian gene in near isogenic backgrounds / *Theor. Appl. Genet.*, 2009. – 118. – P.1035–1044.