

О.А. Некрасова, младший научный сотрудник;
П.И. Костылев, доктор сельскохозяйственных наук;
О.В. Скрипка, кандидат сельскохозяйственных наук;
Е.И. Некрасов, младший научный сотрудник
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский
институт зерновых культур имени И.Г. Калининко
(347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; yniizk30@mail.ru)

ИЗУЧЕНИЕ ТИПОВ НАСЛЕДОВАНИЯ ВЫСОТЫ РАСТЕНИЙ ГИБРИДОВ F₂ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Высота растений является важным количественным признаком. От нее зависит индекс урожая и устойчивость к полеганию. Эффективность селекции на установленную длину стебля зависит от качества накопленной информации о генетической системе контроля признака. В статье представлены результаты исследований гибридов озимой мягкой пшеницы второго поколения, изучены аллельные различия генов у четырех сортов по высоте растений. Были изучены 10 гибридов F₂ от диаллельных скрещиваний сортов и линий озимой мягкой пшеницы Бунчук, Кипчак, 1421/06 под рабочим названием Луиза, 696/98 под рабочим названием Эмма. С помощью компьютерных программ Gen-3 и Полиген А проведен генетический анализ количественного признака длины стебля. В ходе генетического анализа установлено частичное и неполное доминирование большего значения признака, степень доминирования (h_p) варьировала от 0,12 до 0,95. Установлено, что различия между изученными сортами озимой мягкой пшеницы по высоте растений обусловлены небольшим количеством генов разной силы, то есть 1-3 парами, отвечающими за передачу изучаемого признака. Сила действия гена составляла 4, 7 и 15 см. По аллельному состоянию одного локуса различались между собой сорта Бунчук и Кипчак, Кипчак и Луиза, Луиза и Эмма; двух локусов – Бунчук и Луиза, Кипчак и Эмма; трех локусов – Бунчук и Эмма. Это позволяет отбирать в селекционном процессе рекомбинантные формы с нужным проявлением признака из относительно небольших по численности гибридных популяций.

Ключевые слова: озимая пшеница, гибрид, сорт, высота растений, комбинация, скрещивание, степень доминирования, сила действия гена.

O.A. Nekrasova, junior research associate;
P.I. Kostylev, Doctor of Agricultural Sciences;
O.V. Skripka, Candidate of Agricultural Sciences;

E.I. Nekrasov, junior research associate
FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko
(347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; yniizk30@mail.ru)

THE STUDY OF THE TYPES OF INHERITANCE OF PLANT HEIGHT OF WINTER SOFT WHEAT HYBRIDS F₂

The plant height is an important qualitative trait. It affects productivity and resistance to lodging of the crop. The efficiency of the selection of the plants with necessary stem height depends on the amount and quality of the accumulated information about genetic system of trait control. The article deals with the results of the study of winter soft wheat hybrids of the second generation, allelic differences of the genes of plant height of four varieties. There were studied 10 hybrids F₂ obtained from diallel hybridization of the varieties and lines of winter soft wheat 'Bunchuk', 'Kipchak', '1421/06' (with a working name Luiza) and '696/98' (with a working name Emma). The genetic analysis of the quantitative trait of a stem height was carried out with the help of the computer programs Gen-3 and Plygen A. The analysis determined the partial and incomplete dominance of the large value of the trait, the degree of the dominance (hp) varied from 0.12 to 0.95. It was established that the plant height differences among the studied varieties of winter soft wheat were caused by the small amount of the genes with various strength, i.e. 1-3 pairs, responsible for the transfer of the studied trait. The strength of the gene was 4, 7 and 15 cm. The varieties 'Bunchuk' and 'Kipchak', 'Kipchak' and 'Luiza', 'Luiza' and 'Emma' differed from each other according to the allelic state of one locus. The varieties 'Bunchuk' and 'Luiza', 'Kipchak' and 'Emma' differed from each other according to the allelic state of two locuses. The varieties 'Bunchuk' and 'Emma' differed from each other according to the allelic state of three locuses.

Keywords: *winter wheat, hybrid, variety, plant height, combination, hybridization, degree of dominance, strength of gene.*

Введение. Высота растения является количественным признаком с весьма различающимися значениями. В селекционной работе с растениями для более быстрого создания сорта важно знать характер наследования количественных признаков. П.П. Лукьяненко (1971), анализируя достижения селекции пшеницы по высоте стебля, считал, что отечественная и мировая селекции идут от форм с длинным стеблем к короткостебельным сортам [1]. Так, при прочих равных условиях низкорослые формы имеют преимущество перед высокорослыми как более устойчивые к негативным факторам среды. Эффективность селекции на установленную длину стебля зависит от качества накопленной информации о генетической системе контроля признака. В первых

исследованиях по генетике мягкой пшеницы предпринимались попытки установить число генов, контролирующих длину стебля, их действие и взаимодействие путем гибридологического анализа.

Обширный список работ, связанных с изучением характера наследования высоты растений у мягкой пшеницы, опубликован Н.И. Вавиловым [2]. По мнению ряда ученых [3, 4], показатель наследуемости длины стебля в общем смысле варьирует в зависимости от родительских форм от среднего до высокого, при этом наивысшие показатели наследуемости получены при скрещивании карликовых и полукарликовых образцов с длинностебельными. Высокие величины наследуемости признака свидетельствуют об эффективности отбора в расщепляющихся поколениях по длине стебля.

Работа по изучению наследования этого признака и его взаимосвязей с другими хозяйственно-ценными признаками является актуальной и в настоящее время. Изучение характера наследования количественных признаков позволяет определить селекционную ценность исходного материала, отобрать и оценить селекционный материал на ранних этапах селекции [5].

Материалы и методы. Исследования проводили в лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур имени И.Г. Калиненко. Были изучены 10 гибридов F_2 от диаллельных скрещиваний сортов и линий озимой мягкой пшеницы Бунчук, Кипчак, 1421/06 под рабочим названием Луиза, 696/98 под рабочим названием Эмма.

Посев гибридов F_2 производили вручную в гибридном питомнике в одной повторности с использованием родительских форм в качестве стандартов. Площадь делянок гибридов зависела от количества имеющихся семян.

Генетический анализ количественных признаков проводили с помощью программ Gen-3 [6] и Полиген А [7].

Результаты. Родительские формы пшеницы значительно различались между собой по высоте растений: Эмма – 72 см, Луиза – 79 см, Кипчак – 94 см, Бунчук – 98 см.

В реципрокных скрещиваниях сортов Кипчак х Бунчук родительские формы незначительно различались между собой по высоте растений, всего на 4 см, что иллюстрируют кривые распределения частот (КРЧ) этого признака, вершины которых находились в соседних классах (рис. 1).

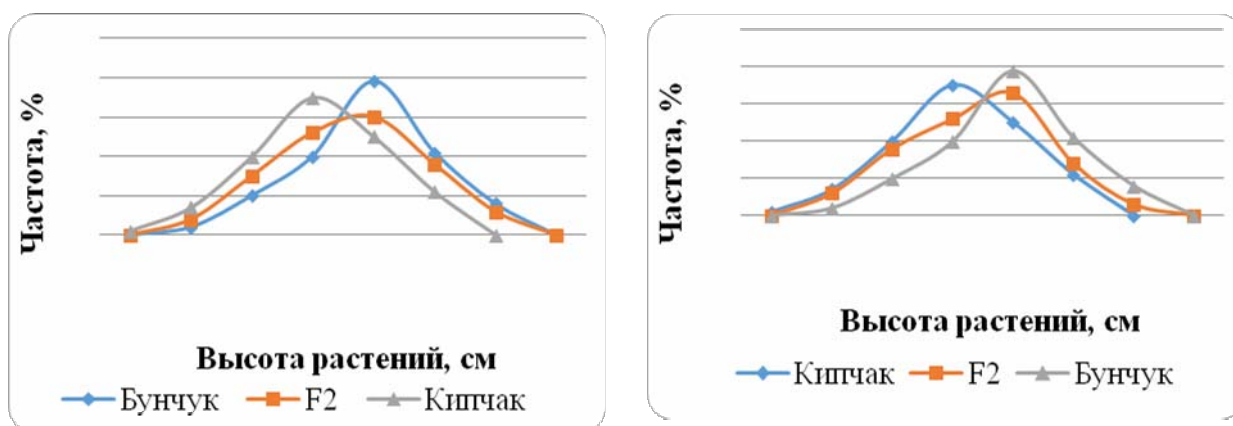


Рис. 1. Распределение частот признака «высота растений» у гибридов F₂ Кипчак х Бунчук; Бунчук х Кипчак и их родительских форм

В ходе генетического анализа было установлено доминирование большего значения признака, степень доминирования (h_p) составила 0,8. Вершина КРЧ гибрида находилась в одном классе с таковой большей родительской формы Бунчук. Различия между родительскими сортами были по одной паре генов, расщепление происходило в соотношении 1:3. Сила гена – 4 см.

В реципрокных комбинациях скрещивания Кипчак х Луиза и Луиза х Кипчак родительские формы различались по высоте растений более существенно – на 15 см (рис. 2). В прямом скрещивании Кипчак х Луиза вершина КРЧ гибрида находилась между родительскими вершинами, несколько приближаясь к большему родителю ($h_p=0,72$). В обратной комбинации вершина КРЧ гибрида находилась в одном классе с таковой большей родительской формы Кипчак ($h_p=0,95$). Анализ данных с помощью программы Полиген А показал, что на долю гибрида пригодились $\frac{1}{4}$ частот рецессивной родительской формы, что свидетельствует о моногенных различиях и расщеплении в соотношении 1:3. Сила действия гена составила 15 см.

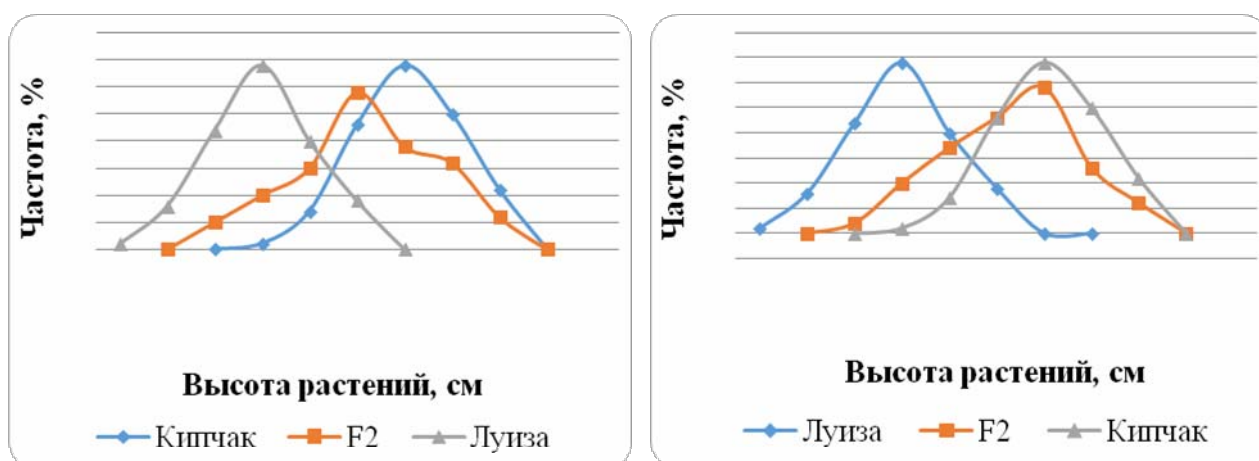


Рис. 2. Распределение частот признака «высота растений» у гибридов F₂ Кипчак х Луиза,

В комбинациях Кипчак х Эмма и Эмма х Кипчак родительские формы более существенно различались по высоте растений (на 22 см). У гибридов КРЧ имели незначительную левостороннюю асимметрию, вершины кривых были смещены вправо, наблюдалось частичное доминирование больших значений признака, степень доминирования составила 0,12 (рис. 3). При анализе этих скрещиваний с помощью программы «Полиген А» обнаружено совместное действие двух генов различной силы ($A=15$; $B=7$ см).

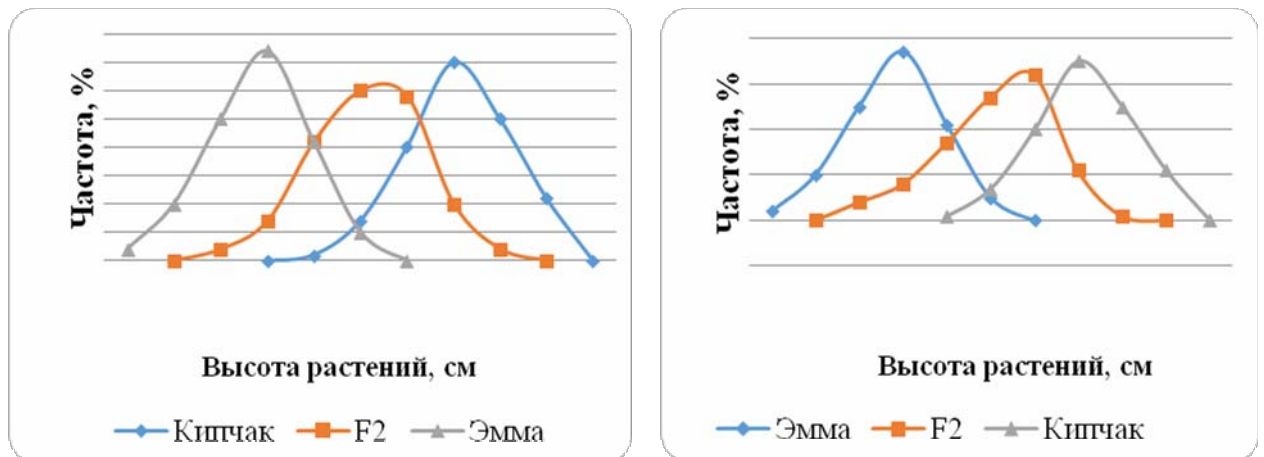


Рис. 3. Распределение частот признака «высота растений» у гибридов F_2 Кипчак х Эмма, Эмма х Кипчак и их родительских форм

В комбинациях Бунчук х Эмма и Эмма х Бунчук родительские формы максимально в данной группе различались по высоте растений (на 26 см). Кривая распределения частот гибрида второго поколения как в прямой, так и в обратной комбинации находилась в пределах изменчивости родительских форм (рис. 4). Их вершины были смещены в сторону вершины большего родителя Кипчак, степень доминирования составила 0,27.

Генетический анализ в программе Полиген А свидетельствовал о тригенной схеме наследования, сила действия генов составила 4, 15 и 7 см.

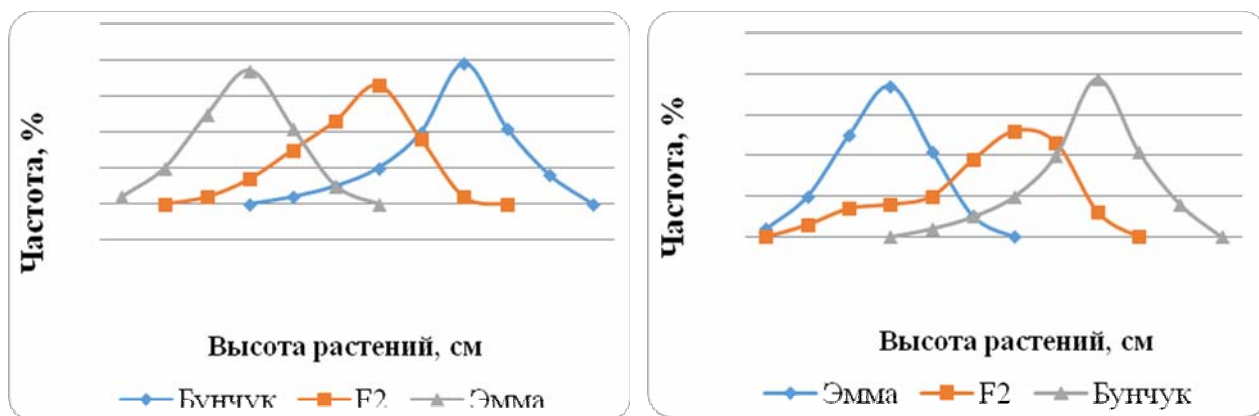


Рис. 4. Распределение частот признака «высота растений» у гибридов F₂ Бунчук x Эмма, Эмма x Бунчук и их родительских форм

В комбинации Бунчук x Луиза родительские формы различались по высоте растений на 19 см. Кривая распределения частот гибрида сместилась в сторону высокорослой родительской формы Бунчук (рис. 5, а) вследствие частичного доминирования большего значения признака ($h_p=0,3$). Было установлено расщепление в соотношении 1:6:9, что свидетельствует о дигенной схеме наследования. Сила действия генов составила 4 и 15 см.

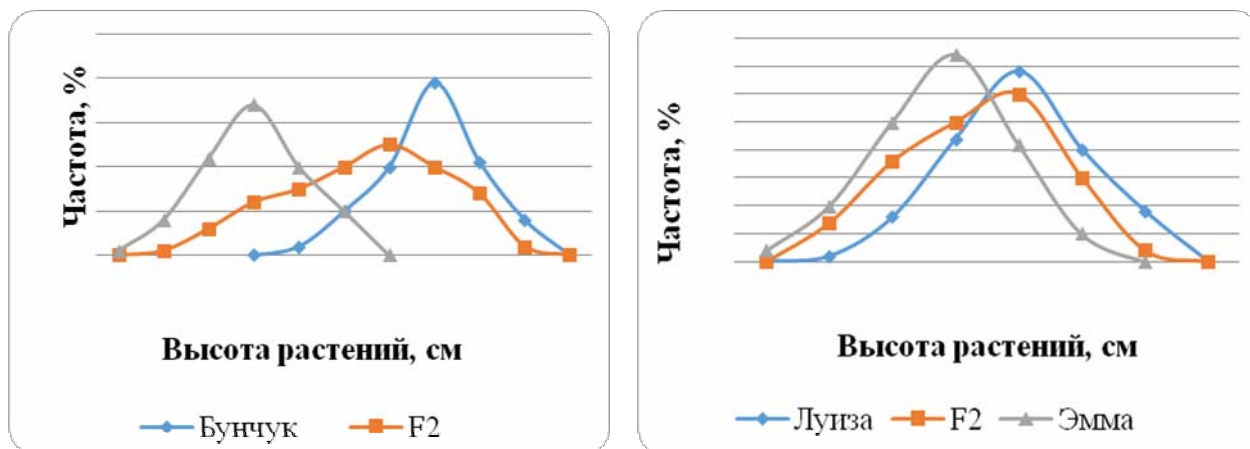


Рис. 5. Распределение частот признака «высота растений» у гибридов F₂ Бунчук x Луиза, Луиза x Эмма и их родительских форм

В комбинации Луиза x Эмма родительские формы несущественно различались по высоте растений (на 7 см). Вершина распределения частот гибрида находилась в одном классе с вершиной кривой распределения частот высокорослой родительской формы. У гибрида наблюдали частичное доминирование признака ($h_p=0,38$), расщепление происходило по моногенной схеме, сила действия гена составила 7 см.

Выводы.

1. Анализ гибридов второго поколения между 4 сортами озимой мягкой пшеницы показал, что различия по высоте растений обусловлены небольшим количеством генов разной силы, то есть 1-3 парами, отвечающими за передачу изучаемого признака.
2. Установлено частичное и неполное доминирование большего значения признака, степень доминирования (hr) варьировала от 0,12 до 0,95.
3. По аллельному состоянию одного локуса различались между собой сорта Бунчук и Кипчак, Кипчак и Луиза, Луиза и Эмма, двух локусов – Бунчук и Луиза, Кипчак и Эмма, трех локусов – Бунчук и Эмма. Сила действия гена составляла 4, 7 и 15 см. Это позволит отобрать в селекционном процессе рекомбинантные формы с нужным проявлением признака из относительно небольших по численности гибридных популяций.

Литература

1. Лукьяненко, П.П. О селекции низкостебельных сортов озимой пшеницы / П.П. Лукьяненко // Селекция и семеноводство. – 1971. – №2. – С.12-19.
2. Вавилов, Н.И. Научные основы селекции растений: в 2 т. Т. 2 / Н. И. Вавилов // Теоретические основы селекции растений. – М., 1935. – С. 3-244.
3. Цильке, Р.А. Изучение наследования количественных признаков мягкой яровой пшеницы в топкроссных скрещиваниях. Сообщение I. Длина стебля / Р.А. Цильке // Генетика. – 1975. – Т. XI. – № 2. – С. 14-23.
4. Андреева, З.В. Изменчивость и характер наследования длины стебля у мягкой яровой пшеницы / З.В. Андреева // Сиб. вестник с.-х. науки. – 1997. – № 1-2. – С. 42-47.
5. Марченко, Д.М. Типы наследования высоты растений, длины колоса, числа и массы зерна с колоса у гибридов F_2 озимой пшеницы / Д.М. Марченко, П.И. Костылев, Т.А. Гричаникова // Зерновое хозяйство России. – 2013. – №1. – С. 17-26.
6. Костылев, П.И. Компьютерная программа генетического анализа количественных признаков / П.И. Костылев, В.В. Иванов // Селекция и семеноводство. – 1997. – №4. – С. 16-19.
7. Мережко, А.Ф. Система генетического изучения исходного материала для селекции растений / А.Ф. Мережко. – Л.: ВИР, 1984. – С.20.

Literature

1. Lukiyanenko, P.P. About the breeding of low stem height varieties of winter wheat / P.P. Lukiyanenko // Breeding and seed-growing. – 1971. – №2. – PP.12-19.
2. Vavilov, N.I. Scientific backgrounds of plant-breeding: in 2V., V.2 / N.I. Vavilov // Theoreticla basis of plant-breeding. – M., 1935. – PP. 3-244.
3. Tsilke, R.A. The study of the inheritance of quantitative traits of winter soft wheat in top-crossings. Report I. The stem length / R.A. Tsilke // Genetics, 1975. – V. XI. – № 2. – PP. 14-23.
4. Andreeva, Z.V. Changeability and character of the inheritance of stem length of spring soft wheat / Z.V. Andreeva // Siberain Vestnik of Agriculture, 1997. – № 1-2. – PP. 42-47.
5. Marchenko, D.M. The types of inheritance of plant height, length of head, number and mass of grain per head of winter wheat hybrids F2 / D.M. Marchenko, P.I. Kostylev, T.A. Grichanikova // Grain Economy of Russia. – 2013. – №1. – PP. 17-26.
6. Kostylev, P.I. Computer program of genetic analysis of quantitative traits / P.I. Kostylev, V.V. Ivanov // Breeding and seed-growing, 1997. – №4. – PP. 16-19.
7. Merezhko, A.F. The system of genetic study of the initial material for plant-breeding / A.F. Merezhko. – L: ARIP, 1984. – P.20.

УДК 633.146:631.527 (470.32)

А. А. Тороп, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник
лаборатории озимой ржи;

С.А. Кузьменко, аспирант;

Е. А.Тороп, доктор биологических наук, заведующий лабораторией генетики и
биотехнологии;

В. В. Чайкин, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий
лабораторией селекции озимой ржи;

И. С. Браилова, аспирант

ФГБНУ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства им.

В.В. Докучаева

(397463, Воронежская обл., Таловский р-н, пос. 2 участка Института им.

Докучаева, квартал 5, дом 81, alexandr.torop@yandex.ru)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕНОЗОВ СОРТАМИ ОЗИМОЙ РЖИ РАЗНЫХ СРОКОВ СЕЛЕКЦИИ

Приведены данные ретроспективного анализа результатов селекции озимой ржи в Центральном-Чернозёмном селекцентре за 40-летний период. Исследования 5 сортов, созданных в разное время, в течение 3 лет проводили в Воронежской области в опыте, заложенном по схеме латинского прямоугольника. Предшественник – чистый пар, почва –

чернозем обыкновенный среднемощный, среднегумусный. В годы исследований погодные условия существенно различались. Показано, что за этот период урожайность увеличилась почти в полтора раза. Увеличение урожайности сопровождалось ростом удельной плотности посева и значений уборочного индекса. Существенно увеличилось количество продуктивных побегов на единице площади. Увеличение продуктивности колоса было незначительным. В результате селекции сократилась длина побега и увеличилась его прочность на излом, что способствовало существенному росту устойчивости растений к полеганию. При сокращении в результате селекции высоты растения наблюдался рост индексов, отражающих соотношение продуктивности колоса и её элементов с длиной побега. При незначительном росте индекса листовой поверхности произошло значительное увеличение доли листьев верхнего яруса. Существенно увеличилось значение хлорофиллового индекса в фазу молочной спелости. В процессе селекции возрастала напряженность донорно-акцепторных отношений в системе «вегетативная масса – наливающееся зерно». При увеличении коэффициента использования массы побега на формирование продуктивности колоса в полтора и более раз степень реализации потенциала его продуктивности увеличилась только на 13,5%. Причиной является уменьшение обеспеченности колоса вегетативной массой. В связи с этим дальнейшая селекционная работа с озимой рожью должна быть направлена на увеличение вегетативной массы побега, прежде всего, за счет увеличения площади листьев.

Ключевые слова: озимая рожь, селекция, сорта, ретроспективный анализ, признаки и свойства ценоза и растения

A.A. Torop, Doctor of Agricultural Sciences, main research associate of the laboratory of winter rye;

S.A. Kuzmenko, post graduate student;

E.A. Torop, Doctor of Biological Sciences, head of the laboratory of genetics and biotechnology;

V.V. Chaikin, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of winter rye breeding;

I.S. Brailova, post graduate student

*FSBSI Research Institute of Agriculture named after V.V. Dokuchaev
(397463, Voronezh region, Talovsky district, village of the 2-d plot of the Dokuchaev
Institute, 5/81; alexandr.torop@yandex.ru)*

THE FEATURES OF CENOSIS FORMATION BY WINTER RYE VARIETIES OF DIFFERENT TERMS OF BREEDING

The article gives the data of retrospective analysis of results of winter rye breeding in the Central-Black earth breeding centers during 40-year period. The five varieties, developed in

different time, were studied during 3 years in the Voronezh region. The study was conducted during the field trial, made under the scheme of the Latin rectangle. The crops were sown in a clean ('black') fallow land, the soil was middle-power black earth, with a middle content of humus. During the years of study the weather conditions were different. It has been shown that during the period the productivity increased almost half. The productivity increase has entailed the increase of specific density of sowing and of the values of a harvesting index. The number of productive sprouts per unit of area significantly increased. There was also a slight increase of head productivity. The sprout length reduced but its breaking strength increased, that promoted a significant increase of plant resistance to lodging. The decrease of a plant height resulted in the increase of indexes which reflected a correlation of head productivity and its elements with a sprout length. A slight increase of the index of leaf surface gave a significant increase of a number of leaves of the top circle. The value of a chlorophyll index in the phase of milk maturity significantly increased. During the breeding process the intensity of donor-acceptor correlations in the system of 'vegetation mass-filling of kernels' increased as well. The increase of the coefficient of the use of sprout weight and head productivity in half and more increased the realization of its potential of productivity only on 13.5%. It was the result of decrease of vegetation mass of a head. Due to it the further breeding work with winter rye should direct on the increase of vegetation mass of a sprout through the increase of leaf area.

Keywords: *winter rye, breeding, varieties, retrospective analysis, traits and properties of cenosis and plants.*

Введение. В условиях Центрально-Чернозёмного региона озимая рожь в настоящее время является страховой продовольственной культурой. Здесь, как и в других регионах [1,2], она с этой ролью, благодаря своим биологическим особенностям, справляется сравнительно хорошо. Поэтому при соответствующих посевных площадях её выращивание позволяет в неблагоприятные годы придавать стабильность валовым сборам продовольственного зерна в регионе.

Чтобы в полной мере выполнять эту важную роль, возделываемые сорта должны, кроме устойчивости к неблагоприятным факторам среды, обладать высоким потенциалом урожайности. Последнее заслуживает особого внимания. В связи с этим селекционная работа с озимой рожью после её возобновления в Центрально-Черноземном селекцентре была направлена, в основном, на создание сортов и гибридов, обладающих устойчивостью к главным неблагоприятным условиям возделывания. Это является определяющим в направлении селекционной работы с этой культурой в регионе.

На первом этапе в селекционном центре были созданы сорта, устойчивые к полеганию. Это позволило в среднем на 15-20 % увеличить урожайность озимой ржи. Во влажные годы прибавка новых сортов над ранее созданными составляла 42 – 65 %. На втором этапе им была придана повышенная устойчивость к наиболее распространённым болезням. Благодаря этому, в годы эпифитотий они формируют урожай на 40 % больше. В дальнейшем создаваемым сортам была придана устойчивость к засухе и прорастанию зерна на корню. Поэтому в засушливых условиях они формируют урожай выше на 14,2-17,2 %, а во влажных условиях – высококачественное зерно. Параллельно велась селекция на увеличение потенциала урожайности. Как свидетельствуют зафиксированные к настоящему времени максимальные уровни урожайности, он был увеличен с 7,5 т/га у Таловской 12 до 9,4 т/га у Таловской 41 и Таловской 44.

Современные сорта селекции института отличаются в условиях региона высоким (более 9 т/га) потенциалом урожайности, устойчивостью к полеганию, засухе, распространённым болезням и прорастанию зерна на корню.

С использованием цитоплазматической мужской стерильности был создан и рекомендован производству гибрид, превышающий сорта на 15-20 %.

Работа в этих направлениях продолжается. Облегчить эту работу и повысить её эффективность поможет подробный ретроспективный поэтапный анализ результатов селекционной работы в этом учреждении. Его использование позволит выявить наиболее динамичные элементы структуры урожайности, определить характер их изменчивости и вклад в рост урожайности в результате селекции [3]. Но самое важное – он позволит обнаружить допущенные ошибки, которых следует избегать в будущем. Это и определило цель нашей работы.

Материалы и методы. Материалом изучения служили лучшие сорта озимой ржи нашего селекцентра, созданные в разные периоды селекционной работы.

Таловская 15 (Т-15) – лучший сорт за 1-й период селекции. Был передан на госиспытание в 1984 году. Создан путем отбора из сорта Таловская 12. По результатам госиспытания он был рекомендован для возделывания в 12 областях и республиках СССР.

Таловская 33 (Т-33) – лучший сорт за 2-й период селекции. В госиспытании находился с 1994 года. Получен отбором из сорта Таловская-29, отличается высокой устойчивостью к группе патогенов: мучнистой росе, бурой и стеблевой ржавчине и корневым гнилям. По результатам госиспытания включен в Госреестр и рекомендован для возделывания в 3 регионах страны, занимает основные площади под озимой рожью в Центрально-Черноземном регионе в настоящее время.

Сорт Таловская 41 (Т-41) является результатом нового направления в селекции озимой ржи – изменения архитектоники растения с целью повышения потенциала продуктивности и адаптивности к неблагоприятным условиям среды.

Он был передан на госиспытание в 2004 году. По его результатам он за комплекс ценных признаков и свойств получил высокую оценку [4]. Россельхозакадемией он признан лучшим сортом для степных регионов страны [5]. В настоящее время этот сорт рекомендован для возделывания в 17 областях и республиках страны.

Сорт Таловская 44 (Т-44) – представляет собою новую (полукарликовую) форму ржи с высоким (9,4 т/га) потенциалом продуктивности. В настоящее время проходит государственное испытание. При его создании был использован другой путь увеличения индекса листовой поверхности и, благодаря этому, повышения потенциала продуктивности – использование короткостебельных форм. Этот сорт устойчив к полеганию, ряду болезней. Его особая ценность – устойчивость к прорастанию зерна на корню, что позволяет и в неблагоприятных условиях формировать зерно с высокими хлебопекарными качествами. Сорт требователен к условиям произрастания.

Основной задачей исследований являлось не только сравнение указанных сортов между собою, но и с сортом Харьковская 55 (Х-55). Этот сорт является отправной точкой селекционной работы с озимой рожью в институте. Он возделывался в нашем регионе в течение 20 лет с начала 60-х годов прошлого столетия. Отличается удачным сочетанием продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды. Главным недостатком этого сорта является большая высота растения и связанная с этим склонность к полеганию.

Исследования проводили в течение 3-х лет на полях Южного селекционного севооборота Научно-исследовательского института сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева (Воронежская область). Указанные сорта высевали на делянках 5 м² по схеме латинского прямоугольника. Учеты и наблюдения проводили в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Показатели, характеризующие особенности продукционного процесса, и потенциальную продуктивность колоса определяли по методам, предложенным сотрудниками ТСХА [7].

Результаты. Изучение урожайности сортов, созданных в лаборатории в разное время, в сравнении с сортом Харьковская 55 показало, что в результате проведенной здесь селекционной работы произошли существенные изменения урожайности и архитектоники ржаного растения (табл. 1).

1. Изменение архитектоники растения и особенностей ценоза озимой ржи в результате селекции (2011, 2013 и 2014 гг.)

Признак	Сорт				
	X-55	T-15	T-33	T-41	T-44
Урожайность, т/га	3,07	4,40	4,65	4,49	4,45
Количество растений на 1 м ² , шт.	272	332	261	261	339
Всего побегов на 1 м ² , шт.	560	661	698	672	689
Продуктивных побегов на 1 м², шт.	356	456	483	483	470
Кустистость общая, шт. на растении	2,64	2,10	2,89	3,14	2,18
Продуктивная кустистость, шт. на растении	1,61	1,42	1,95	2,01	1,47
Высота растения, см	113,3	113,3	110,4	96,8	96,4
Удельная плотность посева, кг/м³	0,81	0,99	1,05	1,16	1,24
Уборочный индекс	0,44	0,51	0,52	0,50	0,50
Количество зерен на 1 м ² , тыс.шт.	14,8	17,2	18,8	18,3	18,9
Масса зерна с колоса, г	1,15	1,26	1,22	1,27	1,22
Количество цветков в колосе, шт.	52,8	58,6	60,2	60,6	60,7
Количество зерен в колосе, шт.	41,1	44,5	46,4	47,7	47,7
Озернённость колоса, %	78,2	76,2	77,2	78,9	78,8
Масса 1000 зерен, г	32,5	30,8	28,9	30,0	28,7
Финно-скадинавский индекс	0,365	0,393	0,419	0,493	0,497
Мексиканский индекс	0,012	0,015	0,016	0,018	0,018
Индекс перспективности	0,289	0,273	0,262	0,313	0,302
Листовой индекс, м²/м²	2,30	2,33	2,35	2,24	2,51
Хлорофилловый индекс в фазу молочной спелости, г/м²	1,23	1,19	1,36	1,64	1,42
Площадь листьев верхнего яруса, %	23,2	33,9	33,9	34,2	35,0
Масса побега, г	2,71	2,47	2,37	2,50	2,48
Сопротивление стебля излому, г	194	191	205	255	214
Коэффициент устойчивости побега к полеганию	21,7	22,6	24,8	35,7	29,6
Длина верхнего междоузлия, см.	31,4	25,7	25,8	22,8	22,2
Масса верхнего междоузлия, мг	0,16	0,13	0,13	0,13	0,11
Удельная масса верхнего междоузлия, г/см	5,07	4,83	5,00	5,67	5,00

Исследованиями было установлено, что урожайность сортов последних периодов селекции увеличилась, в сравнении с сортом Харьковская 55, в 1,43-1,51 раза. Рост урожайности был обусловлен увеличением удельной плотности посева и величины уборочного индекса – доли зерна в надземной биомассе. Рост же удельной плотности посева произошел благодаря увеличению как общего количества побегов, так и количества продуктивных побегов.

Рост продуктивности колоса вызван увеличением количества цветков и зерен в колосе. Важно, что этот рост происходил при сокращении длины побега. Это свидетельствует о том, что в результате селекции была нарушена обычно существующая положительная корреляция [8] между длиной побега и его продуктивностью.

Подтверждением этого является рост значений ряда индексов (финно-скандинавского, мексиканского и индекса перспективности), отражающих соотношение продуктивности колоса и его элементов с длиной побега.

Произошедшее увеличение коэффициента устойчивости к полеганию вызвано не только сокращением высоты растения, но и увеличением прочности стебля к излому.

Индекс листовой поверхности в процессе селекции существенно не изменился. Произошло только изменение в распределении листовой поверхности по ярусам. Хлорофилловый же индекс в наиболее важную фазу (фазу молочной спелости) в процессе селекции существенно увеличился.

Заметные изменения наблюдаются в особенностях органогенеза сортов. Резкий дисбаланс в органогенезе, связанный с использованием в селекции сортов на основе источников доминантной короткостебельности, постепенно ослабевает.

Было также установлено, что в процессе селекции произошли значительные изменения в особенностях продукционного процесса (табл. 2). Их познание представляет особый интерес в связи с поиском путей дальнейшего повышения потенциала продуктивности создаваемых сортов.

2. Особенности продукционного процесса в период налива зерна у сортов разных сроков селекции (2012-2014 гг.)

Признак	Сорт				
	X-55	T-15	T-33	T-41	T-44
Коэффициент использования массы побега	50,4	69,3	81,7	82,2	88,6
Степень реализации потенциала продуктивности колоса, %	67,1	85,9	68,3	63,9	73,1
Обеспеченность продуктивности колоса вегетативной массой, %	132,2	127,3	91,6	90,2	97,1
Уровень снабжения колоса метаболитами, %	49,0	16,4	46,3	56,5	36,8

Данные таблицы 2 показывают, что в процессе селекции увеличивался коэффициент использования массы побега, а обеспеченность колоса вегетативной массой уменьшилась. У новых сортов её недостаточно для полного обеспечения взрослого (табл. 3) потенциала продуктивности колоса. По этой причине налив зерна у них сильнее зависит от текущего фотосинтеза и в недостаточно благоприятных для него условиях хуже обеспечен метаболитами. Таким образом, сорта более поздних сроков селекции характеризуются более напряженными донорно-акцепторными отношениями в системе «вегетативная масса – наливающееся зерно», чем старые сорта [7].

Степень реализации потенциала продуктивности колоса была наиболее высокой у сорта первого периода селекции – Таловской 15. Он меньше всех реагировал на пинцировку: уровень снабжения колоса метаболитами равняется только 16,4%.

Недостаток метаболитов у сорта Харьковская 55 обусловлен склонностью его к полеганию, а у сортов более поздней селекции – недостаточным развитием вегетативной массы. Это является основной причиной того, что заложенные в новых сортах большие потенциальные возможности (табл.3) не всегда реализуются, что является причиной снижения стабильности уровня их урожайности.

3. Потенциальная и реальная продуктивность колоса сортов озимой ржи разных сроков селекции (2013-2014 гг.)

Элемент продуктивности	Сорт				
	X-55	T-15	T-33	T-41	T-44
Количество зерен в колосе, шт.	<u>45,9*</u>	<u>42,2</u>	<u>53,2</u>	<u>52,0</u>	<u>51,7</u>
	37,1	40,2	44,3	40,8	44,9
Масса 1000 зерен, г	<u>34,3</u>	<u>33,5</u>	<u>34,0</u>	<u>34,5</u>	<u>33,3</u>
	28,2	30,2	27,8	28,0	28,2
Озерненность колоса, %	<u>88,2</u>	<u>68,6</u>	<u>86,5</u>	<u>83,1</u>	<u>80,8</u>
	67,1	65,2	72,0	65,2	70,2
Масса зерна с колоса, г	<u>1,58</u>	<u>1,42</u>	<u>1,80</u>	<u>1,80</u>	<u>1,71</u>
	1,06	1,22	1,23	1,15	1,25

* В числителе приведены потенциальные возможности, в знаменателе – их реальные значения.

В связи с этим для устранения или ослабления напряженности донорно-акцепторных отношений у создаваемых сортов должна быть существенно увеличена вегетативная масса побега и, прежде всего, за счет основного ассимилирующего органа – листа. Изучение 14 новых морфотипов озимой ржи показало, что наиболее полно этому соответствуют крупнолистные морфотипы.

Выводы

1. Современные интенсивные сорта озимой ржи селекции института характеризуются напряженными донорно-акцепторными отношениями в системе «вегетативная масса – наливающееся зерно». В настоящее время эти отношения находятся на пределе.

2. Селекционная работы должна быть направлена на увеличение эффективности работы ценоза (растения, побега). Последнее может быть достигнуто увеличением площади фотосинтезирующей поверхности или увеличением интенсивности фотосинтеза.

Литература

1. Goncharenko, A.A. Comparative estimation of ecological resistance of a winter rye and other cereal crops / A.A. Goncharenko // V. f. Pflanzenzuchtung.– 2007.– Н. 71.– S. 138-143.

2. Шабаев, А.И. Особенности технологии возделывания новых сортов озимой ржи в поволжье /А.И. Шабаев, У.С. Бамбышев // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии, переработка: сб. науч. тр. по материалам н.-п. конф.,(г. Саратов, 5-6 июля 2006 г.)- Саратов: НИИСХ Юго-Востока, 2008.– С. 178-185.

3. Кумаков, В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы / В.А. Кумаков.– М.: Агропромиздат, 1985.– 270 с.
4. Шмаль, В.В. Результаты государственного испытания новых сортов озимой ржи в Российской Федерации в 2005-2009 гг. / В.В. Шмаль // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии, переработка. Материалы Всероссийской н.-п. конф. (г. Уфа, 1-3 июля 2009 г.) – Уфа, 2009.– С. 96 – 99.
5. Савченко, И.В. Современные научные достижения в области растениеводства / И.В.Савченко // Вестник РАСХН. – 2011. – № 3. – С.14-15.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1989. – 194 с.
7. Коновалов, Ю.Б. Новые морфофизиологические показатели для оценки сортов яровой пшеницы / Ю.Б. Коновалов, В.В. Татарина, Т.И. Хупацария // Доклады ВАСХНИЛ.– 1990.– № 12.– С. 2-4.
8. Кондратенко, Ф.Т. Результаты изучения гибридов озимой ржи, полученных с участием мутанта ЕМ-1 / Ф.Т. Кондратенко, А.А. Гончаренко // Селекция и семеноводство.– 1974.– № 6.– С. 15-18.

Literature

1. Goncharenko, A.A. Comparative estimation of ecological resistance of a winter rye and other cereal crops / A.A. Goncharenko // V. f. Pflanzenzuchtung.– 2007.– H. 71.– S. 138-143.
2. Shabaev, A.I. The peculiarities of cultivation technology of new varieties of winter rye in Povolzhie / A.I. Shabaev, U.S. Bambyshv // Winter rye: breeding, seed-growing, technologies, processing: Coll. of res. w. of the sc.-pr. conf. (Saratov, 5-6 of July, 2006.) – Saratov: RIA of South-East, 2008. – PP. 178-185.
3. Kumakov, V.A. Physiological substantiation of the models of winter varieties / V.A. Kumakov.– М.: Agropromizdat, 1985.– 270 p.
4. Shmal, V.V. The results of State Variety Testing of new varieties of winter rye in the Russian Federation in 2005-2009 / V.V. Shmal // Winter rye: breeding, seed-growing, technologies, processing. The materials of sc.-pr. conf., Ufa, 1-3 of July, 2009) – Ufa, 2009.– PP. 96 – 99.
5. Savchenko, I.V. Modern scientific achievements in the plant-breeding / I.V. Savchenko // Vestnik RAA. – 2011. – № 3. – PP.14-15.
6. Methodology of the State Variety Testing of crops. –М.: Kolos, 1989. –194 p.
7. Konovalov, Yu.B. New morpho-physiological indexes for the assessment of spring wheat / Yu.B. Konovalov, V.V. Tatarina, T.I. Khupatsariya // Reports of ARAA.– 1990.– № 12.– PP. 2-4.
8. Kondratenko, F.T. The results of the study of winter rye hybrids, obtained with the presence of

mutant EM-1 / F.T. Kondratenko, A.A. Goncharenko // Plant-breeding and seed-growing. – 1974.– № 6.– PP. 15-18.

УДК 631.559:635.656

Ф.А. Давлетов, доктор сельскохозяйственных наук,
заведующий лабораторией селекции и семеноводства
зернобобовых культур;

К.П. Гайнуллина, кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых
культур;

И.К. Каримов, аспирант

*ФГБНУ «Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»
(450059, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, д. 19, davletovfa@mail.ru;
karina28021985@yandex.ru; biktimirov.rifx@yandex.ru);*

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЗЕРНА ГОРОХА

Статья посвящена изучению изменчивости продолжительности вегетационного и межфазных периодов гороха посевного (*Pisum sativum* L.) в условиях Предуральской степи Башкортостана. Приводится сравнение вегетационного и межфазных периодов с отдельными метеорологическими факторами и урожайности семян по коэффициентам вариации (V). Горох – основная зернобобовая культура в Башкортостане. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов гороха определяется сортовыми особенностями и их взаимодействием с условиями окружающей среды. Подробное изучение этих периодов у различных сортов в конкретных условиях представляет определенный научный и практический интерес для селекции. Климат Республики Башкортостан континентальный, с холодной продолжительной зимой, жарким и сухим летом. Агрометеорологические условия во время роста и развития гороха в 1999–2013 гг. были по большей части контрастными, что позволило оценить влияние неблагоприятных факторов среды на продолжительность вегетационного и межфазных периодов гороха. В наших исследованиях продолжительность периода «посев – всходы» у сортов гороха зависела в основном от среднесуточной температуры воздуха ($r=-0,875$). Длительность периода «всходы – цветение», кроме сортовых особенностей, обусловлена температурным режимом ($r=-0,874 - -0,886$). Осадки увеличили продолжительность периода «всходы – цветение» ($r=0,626 - 0,668$). На продолжительность вегетационного периода «посев – созревание» у сортов гороха в равной степени влияли осадки и температура. Коэффициенты корреляции составили соответственно $r=-0,653 - -0,658$ и

$r=0,629 - 0,650$. Урожайность семян имела достоверно положительную зависимость от продолжительности вегетационного периода «посев – созревание» – $r=0,548$. Повышение среднесуточной температуры воздуха отрицательно влияло на урожайность семян ($r=-0,769$). Взаимосвязь между урожайностью семян и суммой осадков и гидротермическим коэффициентом оказалась равной $r=0,301$ и $r=0,290$ соответственно.

Ключевые слова: *горох, сорт, урожайность, среднесуточная температура воздуха, осадки, гидротермический коэффициент.*

F.A. Davletov, Doctor of Agricultural Sciences, head of the laboratory of legumes breeding and seed-growing;

K.P. Gaynullina, Candidate of Biological Sciences, senior research associate of the laboratory of legumes breeding and seed-growing;

I.K. Karimov, post graduate student
*FSBSI “Bashkiriya Research Institute of Agriculture”
(450059, Ufa, Rikhard Zorge Str., 19; email: davletovfa@mail.ru;
karina28021985@yandex.ru; biktimirov.rifx@yandex.ru)*

THE EFFECT OF METEOROLOGICAL CONDITIONS ON THE FORMATION OF PEAS PRODUCTIVITY

The article is devoted to the study of changeability of the length of vegetation and interphase periods of peas (*Pisum sativum* L.) in the Pre-Ural Steppe of Bashkortostan. The article gives the comparison of the vegetation and interphase periods with separate meteorological factors and seed productivity through the coefficients of variation (V). Peas is the main leguminous crop in Bashkortostan. The length of vegetation and interphase periods of peas is determined through the varietal features and their interconnections with the environmental conditions. A detailed study of these periods for different varieties in the definite conditions is of great scientific and practical interest for the plant-breeding. The climate of the Republic of Bashkortostan is continental with long cold winter and hot dry summer. The agro meteorological conditions during the periods of peas growth and development in 1999-2013 were largely contrasting, which allowed assessing the effect of unfavourable environmental conditions on the length of vegetation and interphase periods of peas. In our experiments the length of the period ‘seeding-sprouting’ largely depended on average daily temperature of air ($r=-0,875$). The length of the period ‘sprouting-flowering’, except the varietal peculiarities, depended on the temperature regime ($r=-0,874 - -0,886$). The precipitations increased the length of the period of ‘sprouting-flowering’ ($r=0,626 - 0,668$). Both precipitations and temperature influenced a lot on the length of the period of ‘seeding-maturing’ of the peas varieties. The coefficients of the correlation were $r=-0,653 - -0,658$ and $r=0,629 - 0,650$ respectively. The seed

productivity was positively dependent on the length of the period of 'seeding-maturing' with $r=0,548$. The increase of average daily temperature of air negatively affected on the seed productivity ($r=-0,769$). The interrelation between the seed productivity and the sum of precipitations and the hydrothermal coefficient turned to be $r=0,301$ and $r=0,290$ respectively.

Keywords: *peas, variety, productivity, average daily temperature of air, precipitations, hydrothermal coefficient.*

Введение. Горох является основным источником растительного белка и занимает в России ведущее место в посевах зернобобовых культур. Его успешно выращивают в разных почвенно-климатических зонах. Больше всего горох высевают в Центрально-Черноземном, Средневолжском, Нижневолжском, Северо-Кавказском, Северо-Западном, Волго-Вятском, Уральском регионах РФ. Ареал и зоны распространения гороха говорят о его большой биологической пластичности.

Для полной характеристики культуры биоклиматическое изучение играет важную роль. Изучение изменчивости биологических свойств и хозяйственно-ценных признаков гороха под влиянием погодных условий в нашей стране проводили Л.И. Говоров, В.С. Федотов, Н.З. Иванова-Зубкова, О.П. Адамова [1, 2, 3, 4]. Наиболее важное сортовое и биологическое свойство развития растений – продолжительность вегетационного периода [5], изменчивость которого легче проследить при многолетнем изучении.

Оптимальной температурой роста и развития гороха при достаточной влажности В.С. Федотов, Р.Х. Макашева считают 25°C [2, 6]. Общая потребность в тепле в зависимости от вегетационного периода – $1350-2800^{\circ}\text{C}$. Прохладные погодные условия увеличивают вегетационный период, а в жаркую погоду, наоборот, происходит ускорение развития и уменьшение общей суммы тепла [4].

Многолетнее изучение (в 1999-2013 гг.) селекционного материала гороха в условиях Предуральской степи Башкортостана позволило нам при сопоставлении биологических и хозяйственных признаков с погодными условиями выявить некоторые общие закономерности их изменчивости и взаимосвязей.

Материалы и методы. Чишминский селекционный центр по растениеводству ФГБНУ БНИИСХ, где проводили научные исследования по гороху, расположен в Предуральской степной подзоне. Климат Чишминского района, как и всей республики, находится под влиянием Уральского хребта. По температурному режиму и количеству выпавших осадков Чишмы относятся к наиболее теплым, но слабо увлажненным районам Башкортостана. Климат резко континентальный с большими колебаниями температуры от зимы к лету. Для осадков характерно неустойчивое количество по годам и довольно

неравномерное распределение по месяцам. Горох удается при возделывании скороспелых, среднеспелых сортов.

Погодные условия в годы исследований существенно различались по режиму увлажнения. Засушливые условия в период цветения и налива бобов в 1999, 2010, 2012, 2013 гг. привели к значительному снижению урожайности гороха. Наиболее благоприятные условия для гороха сложились в 2001, 2002 гг., когда были получены максимальные урожаи.

Объектами исследований явились 2 сорта гороха (Чишминский 95, Чишминский 229). Ежегодно в конкурсном сортоиспытании опытные сорта выращивали на делянках площадью 30 м², в шестикратной повторности. Посев проводили сеялкой СН-10. Уход за посевами – общепринятый для зоны. Фенологические наблюдения, учет урожая семян проводили по методике Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1985). Результаты исследований подвергали математической обработке общепринятыми методами [7].

Результаты. Продолжительность вегетационного периода является важным биологическим свойством растений. Она складывается из следующих основных периодов: посев – всходы, всходы – цветение, цветение – созревание. Подробное изучение этих периодов у различных сортов в конкретных условиях представляет определенный научный и практический интерес для селекции. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов гороха определяется сортовыми особенностями и их взаимодействием с условиями окружающей среды.

Посев – всходы. Минимальной температурой прорастания семян гороха является температура от 1 до 4°C [6, 8]. При повышении температуры от 12 до 20°C продолжительность периода от посева до всходов сокращается с 20 до 8 суток. В условиях Предуральской степи Башкортостана средняя температура в первой декаде мая 1999-2013 гг., когда обычно производили посев гороха, была близкой к среднемноголетней. Продолжительность периода от посева до всходов составляла 8-20 суток (коэффициент вариации – 28,0%). Средняя температура воздуха за указанный период составляла от 7,2 до 21,2°C (коэффициент вариации – 27,4%). В наших условиях недостаток тепла (средняя температура в 2000 г. – 7,2°C), дождливая погода после посева удлинили этот период, всходы появились на 20 суток (табл. 1). Минимальная продолжительность периода от посева до всходов была отмечена в 2005, 2007 гг., когда средняя суточная температура за период составляла соответственно 19,0°C, 21,2°C.

Таким образом, чем выше средняя суточная температура воздуха при достаточной влажности, тем короче период от посева до всходов. Решающее влияние на быстроту

появления всходов в нашей зоне оказывала среднесуточная температура ($r=-0,875$), так как запасы влаги в пахотном слое почвы перед посевом были в достаточном количестве (по годам – 45-50 мм).

Всходы – цветение. Многочисленными исследованиями, выполненными в ВИР и других научно-исследовательских учреждениях, установлено, что общая продолжительность вегетационного периода зависит в основном от продолжительности периода «всходы – цветение». Продолжительность данного периода зависит от условий года и в большей степени определяется генотипом [9, 10]. В наших исследованиях период от всходов до цветения колебался от 30 до 48 суток. У сортов Чишминский 95, Чишминский 229 изменчивость периода по годам равнялась 18-21 суткам ($V=14,5-15,1\%$). Продолжительность периода тем больше, чем ниже средняя температура в этот период: так, в 1999, 2002 и 2003 гг. при температуре 12,4-14,6°C у сорта Чишминский 95 этот период продолжался 41-48 суток, при 12,5-14,7°C у сорта Чишминский 229 – 43-53 сут. Минимальная продолжительность периода от всходов до цветения отмечена в 2009, 2012 гг., когда средняя суточная температура за период составляла соответственно 19,9°C, 18,8°C. Продолжительность этого периода у сорта Чишминский 95 была 30 сут, а у сорта Чишминский 229 – 32 суток (табл. 1).

Как видно из данных таблицы 1, повышение температуры с 12,4 до 19,9°C в условиях Предуральской степи Башкортостана сокращает период до цветения у сорта Чишминский 95 с 48 до 30 суток, а у сорта Чишминский 229 – с 53 до 32 суток. Таким образом, продолжительность данного периода у сортов была теснее связана с уровнем температуры: у сорта Чишминский 95 $r=-0,874$, у сорта Чишминский 229 $r=-0,886$, а с суммой осадков и ГТК несколько меньше: соответственно $r=0,544$, $r=0,618$ (табл. 3).

Цветение – созревание. Продолжительность периода от цветения до созревания приходится на вторую половину лета. В данный период онтогенеза потребность гороха в тепле наиболее высока. Нижний предел температуры для него должен быть не менее 10°C, а оптимальный уровень составляет 18-20°C. В наших исследованиях в период от цветения до созревания основное влияние на продолжительность периода оказывали осадки и температурный режим. Так, избыток осадков затягивал развитие растений и уборку. Максимальный период (35 сут) от цветения до созревания был отмечен в прохладном 2005 г. (средняя температура воздуха – 18,8°C, сумма осадков – 43,5 мм). Наиболее быстрые темпы развития растений гороха отмечены в 1999, 2010, 2013 гг. Межфазный период от цветения до созревания у сортов Чишминский 95, Чишминский 229 был самый короткий – 22-25 суток. Изменчивость этого периода за годы изучения составила 12,2-

12,9%, что было обусловлено изменчивостью погодных условий: коэффициент вариации ГТК и осадков за годы составляет соответственно 60,7-61,7% и 58,6% (табл. 2).

1. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов гороха (сут.) в зависимости от погодных условий в Предуральской степи
Башкортостана (1999-2013 гг.)

Период	Продолжительность сут.			Сумма температур, °С			Среднесуточная температура, °С			Количество осадков, мм			ГТК		
	максимальная	минимальная	средняя	максимальная	минимальная	средняя	максимальная	минимальная	средняя	максимальное	минимальное	среднее	максимальный	минимальный	средний
сорт Чишминский 95															
посев – всходы	20	8	11,9±0,90	170	128	151,0±3,4	21,2	7,2	13,6±0,99	49,0	1,4	16,7±4,1	3,40	0,03	1,15±0,29
всходы – цветение	48	30	35,9±1,40	669	525	586,5±10,1	19,9	12,4	16,6±0,53	148,2	12,3	63,5±10,8	2,49	0,21	1,09±0,18
цветение – созревание	35	22	28,6±0,99	713	442	582,0±19,7	22,5	17,7	20,4±0,39	88,2	5,0	34,4±5,4	1,62	0,10	0,60±0,10
посев – созревание	89	65	76,4±1,80	1421	1041	1220,0±32,9	19,9	12,7	16,1±0,60	204,7	43,2	114,6±13,9	1,61	0,23	0,94±0,10
сорт Чишминский 229															
посев – всходы	20	8	11,9±0,90	170	128	151,0±3,4	21,2	7,2	13,6±0,99	49,00	1,4	16,7±4,1	3,40	0,03	1,15±0,29
всходы – цветение	53	32	38,7±1,57	722	567	632,2±10,8	19,9	12,5	16,6±0,52	14,82	12,3	63,5±10,8	2,24	0,19	1,00±0,17
цветение – созревание	34	22	28,1±0,91	738	442	573,0±19,8	22,5	17,7	20,4±0,38	88,20	5,0	34,4±5,4	1,62	0,10	0,61±0,10
посев – созревание	93	66	78,7±2,00	1532	1080	1249,0±32,1	19,9	12,7	16,1±0,60	204,70	43,2	114,6±13,9	1,55	0,23	0,91±0,10

В наших исследованиях продолжительность периода «цветение – созревание» у сортов была теснее связана с суммой температур: у сорта Чишминский 95 $r=0,845$, у сорта Чишминский 229 $r=0,846$, а с суммой осадков – слабее: соответственно $r=0,187$, $r=0,241$ (табл. 3).

Посев – созревание. Продолжительность вегетационного периода гороха от посева до созревания подвержена значительным колебаниям – 65-93 суток. У сорта Чишминский 95 изменчивость периода по годам составляет 24 суток (коэффициент вариации – 9,0%) при сумме температур от 1041 до 1473°C, у сорта Чишминский 229 – 27 суток (коэффициент вариации – 9,6%) при сумме температур от 1080 до 1552°C (табл. 2).

2. Коэффициенты вариации (%) межфазных периодов развития гороха и погодных условий
(1999-2013 гг.)

Межфазные периоды	Сорт Чишминский 95				Осадки	Сорт Чишминский 229			
	количество суток	сумма температур	средне-суточная температура	ГТК		количество сут	сумма температур	средне-суточная температура	ГТК
посев – всходы	28,0	8,4	27,4	95,7	92,8	28,0	8,4	27,4	95,7
всходы – цветение	14,5	6,4	12,0	62,7	63,8	15,1	6,4	11,8	62,8
цветение – созревание	12,9	12,6	7,2	61,7	58,6	12,2	12,9	7,0	60,7
посев – созревание	9,0	10,1	13,4	39,4	45,2	9,6	9,6	13,4	40,7

Продолжительность периода от посева до созревания тем больше, чем ниже средняя температура в этот период. Так, в 1999, 2000 и 2008 гг. при температуре 12,7-14,4°C у сорта Чишминский 95 этот период продолжался 82-89 суток, при 12,7-15,5°C у сорта Чишминский 229 – 85-93 суток. Средняя температура воздуха в период «посев – созревание» составляла 16,1°C, или колебалась от 12,7 до 19,9°C. Коэффициент вариации составлял 13,4%. По нашим наблюдениям, чем выше средняя суточная температура воздуха, тем короче период от посева до созревания. Недостаток тепла (средняя температура в 2002 г. – 14,4°C), дождливая погода (сумма осадков – 195,7 мм) удлинители продолжительность вегетационного периода: Чишминский 95 – 89 суток, Чишминский 229 – 93 сут. Минимальная продолжительность периода от посева до созревания отмечена в 2010 г. (Чишминский 95 – 65 суток, Чишминский 229 – 66 суток), когда средняя суточная температура воздуха за этот период составляла 19,9°C, а количество осадков и ГТК были минимальными (соответственно 29,7 мм и 0,23).

Коэффициенты корреляции продолжительности периода «посев – созревание» с уровнем среднесуточных температур составили у сорта Чишминский 95 $r=-0,658$, у сорта Чишминский 229 $r=-0,653$, а с суммой осадков и ГТК соответственно $r=0,629-0,650$ и $r=0,669-0,682$ (табл. 3).

3. Зависимость продолжительности вегетационного и межфазных периодов гороха от температуры, осадков и ГТК (1999-2013 гг.)

Межфазные периоды	Коэффициенты корреляции							
	сорт Чишминский 95				сорт Чишминский 229			
	сумма температур	средне-суточная температура	осадки	ГТК	сумма температур	средне-суточная температура	осадки	ГТК
посев – всходы	-0,100	-0,875*	0,470*	0,434*	-0,100	-0,875*	0,470*	0,434*
всходы – цветение	0,431*	-0,874*	0,626*	0,544*	0,540*	-0,886*	0,668*	0,618*
цветение – созревание	0,845*	-0,337*	0,187*	0,050	0,846*	-0,271*	0,241*	0,099
посев – созревание	-0,206	-0,658*	0,629*	0,669*	0,103	-0,653*	0,650*	0,682*

Примечание: * – коэффициент корреляции существенен на 5% уровне значимости.

В таблице 2 приведено сравнение вегетационного и межфазных периодов с отдельными метеорологическими факторами по коэффициентам вариации (%). Из всех погодных условий наиболее изменчивы осадки и зависящий от них и суммы температур гидротермический коэффициент (ГТК), особенно в период от посева до всходов, от всходов до цветения, от цветения до созревания. Погодные условия в различные фазы развития сильно варьируют. Сопоставляя весь вегетационный период с погодными условиями, можно убедиться в отрицательном влиянии избытка осадков, пониженной температуры воздуха, особенно в сочетании этих условий в период цветения, на темпы развития гороха.

Многолетние исследования ученых и специалистов показали неустойчивость и сильное варьирование урожая гороха в разные годы возделывания. Варьирование вызывается влиянием погодных условий в период роста, развития растений и особенно в период цветения и оплодотворения, когда образуются генеративные органы и закладывается урожай. Максимальный урожай семян гороха сорта Чишминский 95 получен в 2001 году (табл. 4).

4. Урожайность семян (ц/га) и продуктивность растений (г на 1 растение) гороха

Годы	Чишминский 95		Чишминский 229	
	урожайность семян, ц/га	продуктивность, г	урожайность семян, ц/га	продуктивность, г

1999	6,5	2,14	5,5	2,17
2000	17,6	1,59	20,1	1,71
2001	39,1	4,23	38,3	3,79
2002	25,9	3,58	31,7	3,92
2003	16,4	2,75	23,3	2,68
2004	25,3	2,93	29,4	3,06
2005	13,8	2,14	15,1	2,28
2006	18,6	2,58	21,7	2,53
2007	10,5	2,04	11,6	2,21
2008	21,7	1,73	24,9	1,86
2009	12,9	1,41	13,8	1,42
2010	7,0	1,14	7,4	0,83
2011	26,4	2,16	27,1	2,94
2012	9,4	1,59	8,9	1,60
2013	5,6	1,91	5,8	1,96
среднее	17,1	2,26	19,0	2,33
коэффициент вариации, %	54,5	37,2	53,7	36,5

Как видно из данных таблицы 4, варьирование урожайность семян по годам у сортов Чишминский 95, Чишминский 229 составляло соответственно от 5,6 до 39,1 и от 5,5 до 38,3 ц/га (коэффициент вариации – 54,5, 53,7%), а массы семян с растения (продуктивности) – от 1,14 до 4,23, от 0,83 до 3,92 г (коэффициент вариации – 37,2, 36,5%).

Расчет корреляционной зависимости между урожайностью семян и продолжительностью вегетационного и межфазных периодов показывает, что урожайность семян находится в тесной положительной взаимосвязи с периодом «посев – созревание» ($r=0,548$), относительно слабее связан с периодами «всходы – цветение» ($r=0,243$), «цветение – созревание» ($r=0,155$), а с периодом «посев – всходы» связь отсутствовала ($r=0,071$).

В наших исследованиях урожайность имела высокую отрицательную корреляцию ($r=-0,769$) с уровнем среднесуточных температур, среднюю отрицательную корреляцию с суммой температур ($r=-0,462$) в период посев – созревание. Влияние суммы осадков и ГТК на урожайность семян гороха была положительная. Коэффициенты корреляции составили соответственно $r=0,301$, $r=0,290$ (табл. 5).

5. Зависимость урожайности семян гороха от продолжительности вегетационного, межфазных периодов, температуры, осадков и ГТК
(1999-2013 гг.)

Сопоставляемые признаки	Коэффициенты корреляции, r
урожайность семян и период «посев – всходы»	0,071
урожайность семян и период «всходы – цветение»	0,243*

урожайность семян и период «цветение – созревание»	0,155*
урожайность семян и период «посев – созревание»	0,548*
урожайность семян и среднесуточные температуры в период «посев – созревание»	-0,769*
урожайность семян и сумма температур в период «посев – созревание»	-0,462*
урожайность семян и сумма осадков в период «посев – созревание»	0,301*
урожайность семян и ГТК в период «посев – созревание»	0,290*

Примечание: * – коэффициент корреляции существенен на 5% уровне значимости.

Выводы

В результате многолетних исследований была установлена отрицательная взаимосвязь ($r=-0,769$) между повышенной среднесуточной температурой воздуха и урожайностью семян гороха. Коэффициент корреляции между урожайностью семян и суммой осадков составил $r=0,301$, урожайностью и гидротермическим коэффициентом – $r=0,290$. Сравнительное изучение взаимосвязи вегетационного, межфазных периодов с отдельными метеорологическими факторами и урожайностью должно оказать содействие селекционерам в подборе исходного материала при создании новых сортов гороха для условий Республики Башкортостан: пластичных, высокоурожайных, с хорошими технологическими качествами, наиболее полно реализующих почвенно-климатический потенциал региона и отвечающих требованиям сельскохозяйственного производства.

Литература

1. Говоров, Л. И. Горох / Л. И. Говоров // Культурная флора СССР / Под ред. Е. В. Вульфа. – М. - Л. : Сельхозгиз, 1937. – Т. 4. – С. 229-336.
2. Федотов, В. С. Горох / В. С. Федотов. – М. : Сельхозгиз, 1960. – С. 3-150.
3. Иванова–Зубкова, Н.З. Агроклиматические показатели развития, роста и формирования урожая гороха / Н.З. Иванова–Зубкова // Тр. Центрального института прогнозов. – М., 1965. – Вып. 145. – С. 115–122.
4. Адамова, О. П. Зависимость некоторых биологических и хозяйственных признаков гороха от условий выращивания / О. П. Адамова // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., 1976. – Т. 57, вып. 3. – С. 46-58.
5. Вавилов, Н. И. Ботанико-географические основы селекции (Учение об исходном материале в селекции) / Н. И. Вавилов // Теоретические основы селекции. – М.; Л.: Сельхозгиз, 1935. – Т. 1. – С. 17-74.
6. Макашева, Р.Х. Культурная флора СССР / Р. Х. Макашева; под ред. О.Н. Коровиной. – Л. : Колос, 1979. – Т. 4, Ч. 1. – 324 с.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – 6-е изд., стер. – М. : Альянс, 2011. – 352 с.

8. Панина, В. Ф. Показатели оценки агрометеорологических условий формирования урожая зерна гороха / В. Ф. Панина // Метеорология и гидрология. – 1965. – № 2. – С. 27–29.

9. Бугрий, В. П. Исходный материал для селекции гороха в таежной зоне Западной Сибири : автореф. дис. ...канд. с.-х. наук : 06.01.05 / В. П. Бугрий. – Л., 1973. – 24 с.

10. Давлетов, Ф. А. Селекция неосыпающихся сортов гороха в условиях Южного Урала / Ф. А. Давлетов. – Уфа : Гилем, 2008. – 236 с.

Literature

1. Govorov, L.I. Peas / L.I. Govorov // Cultural flora of the USSR/ Ed. By E.V. Vulf. – M.,L.: Selkhozgiz, 1937. – V. 4. – PP. 229-336.
2. Fedotov, V.S. Peas / V.S. Fedotov. – M. : Selkhozgiz, 1960. – PP. 3-150.
3. Ivanova-Zubkova, N.Z. Agroclimatic indexes of the development, growth and formation of peas yield / N.Z. Ivanova-Zubkov // Works of the Central Institute of Forecasts. – M., 1965. – Iss. 145. – PP. 115–122.
4. Adamova, O.P. The dependence of some biologic and economic traits of peas on growing conditions / O.P. Adamova // Works on the applied botany, genetics and plant-breeding. – L., 1976. – V. 57, Iss. 3. – PP. 46-58.
5. Vavilov, N.I. Botany-geographical basis of breeding (The researchers about initial material in breeding) / N.I. vavilov // Theoretical basis of breeding. – M. ; L. : Selkhozgiz, 1935. – V. 1. – PP. 17-74.
6. Makasheva, R.Kh. Cultural flora of the USSR/ R.Kh. Makasheva; add. by O.N. Korovina. – L.: Kolos, 1979. – V. 4, P. 1. – 324 p.
7. Dospekhov, B.A. Methodology of a field trial/ B.A. Dospekhov. – 6-e Iss. – M. : Aliyans, 2011. – 352 p.
8. Panina, V.F. The signs of the assessment of the meteorological conditions of the formation of peas yield / V.F. Panina // Meteorology and hydrology. – 1965. – № 2. – PP. 27–29.
9. Bugry, V.P. initial material for the breeding of peas in the taiga area of the Western Siberia: thesis....on Cand.of Sc.: 06.01.05 / V.P. Bugry. – L., 1973. – 24 p.
10. Davletov, F.A. Breeding of peas varieties in the Southern Urals / F.A. Davletov. – Ufa: Gilem, 2008. – 236 p.

УДК 636.2.034:633.1

А.П. Гаганов, кандидат сельскохозяйственных наук, зам. заведующего
отделом;

В.Н. Золотарев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий
отделом;

З.Н. Зверкова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

отдела зоотехнической оценки кормов и кормления сельскохозяйственных
животных
ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса»
(141055, Московская область, г.Лобня, Научный городок, корпус 1;
84955777384, z.zverkova@mail.ru; vniiikormov@nm.ru;
vladimir.zolotarew@yandex.Ru)

ТРИТИКАЛЕ В КОРМЛЕНИИ КОРОВ

В кормовом балансе страны доля концентрированных кормов постоянно возрастает. Основным видом зерна, используемым в кормлении сельскохозяйственных животных, является пшеница, предъявляющая высокие требования к плодородию почвы. В связи с этим большое значение приобретает использование такой зерновой культуры, как тритикале. Она обеспечивает стабильные урожаи, превышающие пшеницу на 25-45 % при прочих равных условиях. Себестоимость производства зерна тритикале в 1,4-1,7 раза ниже по сравнению с исходными родительскими формами и ячменем. Являясь гибридом ржи и пшеницы, она унаследовала от них не только положительные, но и отрицательные качества (наличие антипитательных веществ), что сдерживает ее использование в кормлении животных. В статье приведены результаты исследований по использованию зерна тритикале в рационах лактирующих коров при замене ячменя. Опыты проведены на коровах черно-пестрой породы, подобранных по принципу пар-аналогов и разделенных на две группы по 12 голов в каждой. Животные контрольной группы получали в качестве концентрированного корма ячменную дерть, а опытной – дерть из озимого тритикале сорта Доктрина 110 по 5,5 кг на голову в сутки. В остальном рационы кормления животных не различались. Количество сырого протеина в опытной группе оказалась выше, чем в контроле. Это связано с более высоким его содержанием в тритикале (14,5 %) по сравнению с пшеницей (11,1 %). Замена ячменя на тритикале в рационах лактирующих коров не оказала заметного влияния на переваримость сухого вещества, сырого жира и БЭВ, но при этом способствовала повышению переваримости сырого протеина на 5,5, сырой клетчатки – на 1,8 и органического вещества – на 1,2 абсолютных процента. Баланс азота в контрольной группе был отрицательным, а в опытной группе – положительным. Замена в рационах лактирующих коров зерна ячменя на зерно тритикале способствовала повышению среднесуточного удоя молока натуральной жирности на 7,5 % и снижению затрат сухого вещества, обменной энергии и концентрированных кормов в расчете на 1 кг произведённого молока.

Ключевые слова: тритикале, коровы, рацион, питательные вещества, переваримость, обменная энергия, использование азота, затраты питательных веществ, молочная продуктивность.

A.P. Gaganov, Candidate of Agricultural Sciences, deputy head of the department;
V.N. Zolotarev, Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department;
Z.N. Zverkova, Candidate of Agricultural Sciences, senior research associate of the department of zootechnical assessment of forage and the feeding process of agricultural animals,

*FSBSI "ARRI of forage named after V.R. Viliyams",
 (141055, Moscow region, Lobnya, Nauchny Gorodok, 1; 84955777384; email:
z.zverkova@mail.ru; vniikormov@nm.ru; vladimir.zolotarew@yandex.ru)*

TRITICALE IN COW FEEDING

The share of concentrated forage is constantly increasing in the forage balance of the country. The main kind of grain used in husbandry feeding is wheat and it places high demands on soil fertility. Thus the use of such grain crop as triticale is of great importance. It produces stable yields that surpass wheat yields on 25-45% under similar growing conditions. The prime cost of triticale production is on 1.4-1.7% less in comparison with the initial parent forms and barley. Triticale being a hybrid of rye and wheat, inherited not only positive but also negative traits (presence of anti-nutritious substances) that hinders its use in animal feeding. The article gives the results of the study of triticale use instead of barley in the feeding of lactating (dairy) cows. The experiments have been carried out on black-motley cows chosen as similar pairs and divided into two groups with 12 of them each. The animals of the control group received barley bran and the animals of the experimental group received bran of winter triticale of the variety 'Doktrina 110' in the amount of 5.5 kg per head a day. There were no other differences in the rations of the animal feeding. The amount of raw protein in the experimental group was higher than that in the control group. It depended on its larger content in triticale (14.5%) than in wheat (11.1%). The replacement of barley on triticale in the ration of lactating cows did not affect greatly on digestion of dry matter, raw oil, but promoted the increase of digestion of raw protein on 5.5%, raw fiber on 1.8% and organic substance on 1.2%. The balance of nitrogen in the control group was negative and in the experimental group it was positive. The replacement of barley on triticale in the ration of lactating cows promoted the increase of average daily milk of natural fat on 7.5% and the decrease of use of dry matter, exchangeable energy and concentrated forage per one kg of milk.

Keywords: *triticale, cows, ration, nutritious substances, digestion, exchangeable energy, use of nitrogen, use of nutrients, milk productivity.*

Введение. Производство зерна относится к ведущей мировой отрасли сельскохозяйственного производства. Несмотря на то, что валовое производство зерна постоянно увеличивается, спрос на него растет опережающими темпами, что приводит к

его дефициту и росту цен, в том числе и на животноводческую продукцию. Со второй половины 90-х годов прошлого века в странах с развитым животноводством наметилась тенденция роста внутреннего потребления зерна для использования на корм скоту и экспорта зерноемких видов сельскохозяйственной продукции.

В последние годы доля концентрированных кормов в общем кормовом балансе России составляет около 33,0-36,0 %, что соответствует 33-35 млн. т. зерна. Основными культурами, используемыми в кормлении сельскохозяйственных животных, являются пшеница и ячмень, занимающие в структуре зернофуража 34 и 27 % соответственно [1, 2, 3].

В перспективе крайне важно сократить потребление пшеницы, являющейся основной культурой экспорта, заменяя ее другими видами зерна. В связи с этим большое значение приобретает изучение эффективности использования такой нетрадиционной для животноводства зерновой культуры, как тритикале. Она обеспечивает стабильно высокие урожаи, превышающие пшеницу на 25 – 45 % при прочих равных условиях. Себестоимость производства зерна тритикале в 1,4–1,7 раза ниже по сравнению с исходными родительскими формами и ячменем [4].

Являясь гибридом ржи и пшеницы, тритикале унаследовала от них как положительные, так и отрицательные качества. К недостаткам тритикале относится наличие, как и у пшеницы, клейковины. Это соединение при определенных условиях может привести к снижению переваримости питательных веществ [5]. В зерне тритикале содержатся ингибиторы трипсина и химотрипсина. Действие ингибиторов протеаз заключается в снижении переваримого сырого протеина, обусловленное подавлением активных ферментов белковыми ингибиторами. Зерно тритикале содержит труднорастворимые полисахариды: пентозаны, пектины, бета-глюканы и антиметаболиты фенольной природы – 5- алкилрезорцинолы. Эти антипитательные вещества могут угнетать жизнедеятельность микроорганизмов пищеварительного тракта, что отрицательно влияет на продуктивность животных. Несмотря на определенные успехи в селекции этой культуры, широкое внедрение в традиционную практику сдерживается фрагментарностью сведений об эффективности использования зерна тритикале как одного из компонентов рационов.

Задачей наших исследований явилось определение влияния рационов, содержащих зерно тритикале, на молочную продуктивность коров при замене ячменя.

Материалы и методы. Для выполнения поставленной задачи был проведен научно-производственный опыт на коровах черно-пестрой породы, подобранных по принципу аналогов [6] и разделенных на две группы по 12 голов в каждой. В основной

период (74 дня) контрольным животным в качестве концентрированного корма скармливали ячменную дерть, а опытным – дерть из тритикале сорта Доктрина 110. Опыты по переваримости питательных веществ были проведены по методикам ВИЖ [7] и ВИК [8, 9]. Анализы кормов, кала, мочи и молока проводили согласно рекомендуемым методикам [10, 11].

Результаты. При оценке продуктивного действия зерна тритикале в качестве контроля использовали зерно ячменя, являющегося одним из лучших зерновых злаковых кормов для жвачных животных [12]. Основной рацион состоял из кукурузного и злакового силосов, злакового сена и подсолнечникового жмыха. Минеральные вещества и витамины балансировали включением в рацион поваренной соли, преципитата и премикса. Кроме основного рациона животные контрольной группы получали по 5,5 кг ячменной дерти, а животные опытной группы – аналогичное количество дерти из тритикале (табл. 1).

1. Рацион кормления коров в опытный период

Показатель	Группа животных	
	контрольная	опытная
Силос кукурузный, кг	20,2	20,5
Силос злаковый, кг	15,0	15,0
Сено злаковое, кг	2,0	2,0
Дерть из ячменя, кг	5,5	-
Дерть из тритикале, кг	-	5,5
Жмых подсолнечниковый, кг	1,53	1,53
Поваренная соль, г	100	100
Преципитат, г	50	50
Премикс, г	60	60
В рационе содержится:		
Сухое вещество, кг	16,58	16,90
Обменная энергия, МДж	153,15	159,30
Сырой протеин, г	1890	2129
Переваримый протеин, г	1017	1262
Сырая клетчатка, г	3341	3300
Сырой жир, г	510	472
БЭВ, кг	9,40	9,57
Са, г	86,3	85,8
Р, г	64,1	62,1

Кормление животных соответствовало нормам ВИЖ [13]. Потребление сухого вещества кормов, входящих в состав рационов, животными существенно не различалось, но отмечена тенденция к увеличению поедаемости кормов коровами опытной группы. Содержание обменной энергии в рационах животных максимальным было у коров опытной группы. Животные опытной группы получали с рационом на 239 г больше сырого протеина по сравнению с контролем. Связано это с тем, что в зерне тритикале

содержалось 14,5 % сырого протеина, а у ячменя – только 11,1 %, или на 3,4 абсолютных процента меньше. Содержание остальных питательных веществ в рационах контрольной и опытной групп животных существенно не различалось.

Главным фактором, определяющим поступление питательных веществ и энергии в организм животных за счет кормов, является его переваримость. Плохое переваривание питательных веществ приводит к наибольшим потерям, увеличивая разницу между их количеством, содержащимся в кормах, и количеством, усвоенным, в конечном итоге, животными. Поэтому продуктивное действие рационов зависит: во-первых, от их переваримости и, во-вторых, от эффективности преобразования питательных веществ в продукцию. Переваримость кормов характеризует, в основном, доступность питательных веществ и энергии для обмена. Замена ячменя на тритикале не оказала значительного влияния на переваримость сухого вещества, сырого жира и БЭВ, но при этом способствовала повышению переваримости сырого протеина, сырой клетчатки и органического вещества (табл. 2).

2. Переваримость питательных веществ рационов

Группа	Коэффициенты переваримости, %					
	сухое вещество	сырой протеин	сырая клетчатка	сырые жиры	безазотистые экстрактивные вещества	органические вещества
Контрольная	63,3	53,8	53,3	78,8	71,0	65,2
Опытная	63,2	59,3	55,1	78,6	71,3	66,4

В организме животных обмен веществ тесно связан с обменом энергии, определяющим быстрые и экономически важные изменения в продуктивности. Содержание обменной энергии в рационах коров опытной группы было на 4,0 % больше, чем в контроле. Более высокое, по сравнению с контрольной группой, содержание обменной энергии и сырого протеина в рационе коров опытной группы способствовало лучшему преобразованию питательных веществ и увеличению выхода энергии в молоке на 7,9 %. В целом количество энергии, преобразованной в продукцию (прирост живой массы и молоко), в опытной группе было выше, чем в контрольной на 8,2 %. Затраты обменной энергии на производство 1 МДж энергии в продукции в опытной группе составили 2,61, , а в контрольной – 2,71 МДж. Использование энергии на производство продукции от переваримой, обменной и сверхподдерживающей обменной энергии в опытной группе было выше, чем на контроле. Проведённые исследования показали, что замена в рационах коров ячменя на тритикале способствовала лучшему использованию энергии рационов в энергию продукции.

Ещё одним фактором, определяющим экономически важные изменения в продуктивности животных, является обеспечение животных белком и его преобразование в животноводческую продукцию. Баланс азота в контрольной группе был отрицательным (– 2,35 г), а в опытной группе – положительным (+ 0,16 г). Отрицательный баланс азота в контрольной группе свидетельствует о дефиците сырого протеина в рационе. Использование азота на молоко в контрольной группе было выше по сравнению животными опытной группы. Увеличение содержания азота в рационах коров опытной группы способствовало повышению молочной продуктивности.

Зоотехническая оценка использования кормов рационов определяется уровнем молочной продуктивности и затратами кормов на единицу произведенной продукции.

3. Молочная продуктивность и затраты кормов в опытный период

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Среднесуточный удой натурального молока, кг	18,25	19,62
Содержание жира в молоке, %	3,83	3,87
Содержание белка в молоке, %	2,90	2,78
Среднесуточный удой 4% молока, кг	17,78	19,24
Затрачено на 1 кг натурального молока:		
сухого вещества, кг	0,91	0,86
обменной энергии, МДж	8,39	8,12
сырого протеина, г	103,6	108,5
переваримого протеина, г	55,7	64,3
сырой клетчатки, г	183,0	168,2
БЭВ, г	515,0	488,0
концентратов, г	385	358

Замена ячменя на тритикале способствовала увеличению суточного удоя 4-х процентного молока на 8,2 %, или на 1,46 кг (табл. 3). Затраты сухого вещества, обменной энергии, сырой клетчатки, БЭВ и концентрированных кормов в расчете на 1 кг произведенного молока натуральной жирности в опытной группе были меньше на 5,5; 6,2; 7,3; 5,2 и 7,0 %, чем в контроле соответственно.

Заключение. Замена в рационах лактирующих коров зерна ячменя на тритикале способствовала повышению среднесуточного удоя молока натуральной жирности на 7,5 % и снижению затрат сухого вещества рационов, обменной энергии и концентрированных кормов в расчёте на 1 кг произведённого молока.

В рационах лактирующих коров можно использовать до 5,5 кг зерна тритикале сорта Доктрина 110 без отрицательного влияния на молочную продуктивность коров.

Литература

1. Демьянов, Н. С. Рынок зерна: результаты 2013 года и прогноз на 2014 год / Н. С. Демьянов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2014. – № 2. – С. 60 – 64.
2. Косолапов, В.М. Основные направления улучшения качества зернофуража / В.М. Косолапов, А.П. Гаганов // Зерновое хозяйство России. – 2010. – №5 (11). – С. 49-53.
3. Косолапов, В.М. Пути улучшения качества зернофуража / В.М. Косолапов, А.П. Гаганов // Научное обеспечение устойчивого ведения сельскохозяйственного производства в условиях глобального изменения климата. Материалы научно-практической конференции посвященной 90-летию Татарстана. 1-3 декабря 2010 г. – С. 759-769.
4. Подобед, Л. Перспективные компоненты комбикормов / Л. Подобед // Комбикорма. – 2004. – № 6. – С. 56 – 57.
5. Богданов, Г. А. Кормление сельскохозяйственных животных / Г.А. Богданов. – М.: Колос, 1981. – 432 с.
6. Овсянников, А. И. Основа опытного дела в животноводстве / А.И. Овсянников. – М.: Колос, 1976. – 304 с.
7. Томмэ, М. Ф. Методика определения переваримости кормов рационов / М.Ф. Томмэ. – М., 1969. – 39 с.
8. Григорьев, Н. Г. Методические рекомендации по оценке кормов на основе их переваримости / Н. Г. Григорьев, Е. С. Воробьев, А. И. Фицев. – М.: ВИК, 1989. – 42 с.
9. Григорьев, Н. Г. Методические рекомендации по определению энергетической питательности кормов для жвачных / Н. Г. Григорьев, Н. П. Волков, Е. С. Воробьев. – М.: ВИК, 1984.-44 с.
10. Лукашин, Н. А. Зоотехнический анализ кормов / Н. А. Лукашин, В. А. Тащилин – М.: Колос, 1965. – С. 223.
11. Лебедев, П. Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных / П. Т. Лебедев, А. Т. Усович. – М.: Россельхозиздат, 1976. – С. 389.
12. Смурыгин, М. А. Корма. Справочная книга / М. А. Смурыгин – М.: Колос, 1977. – С. 368.
13. Калашников, А. П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников – М., 2003. – 456 с.

Literature

1. Demiyanov, N.S. The grain market: results of 2013 and forecasts on 2014 / N.S. Demiyanov // Economics of agricultural and processing enterprises. – 2014. – № 2 – С. 60 – 64.
2. Kosolapov, V.M. The main trends in the improvement of grain forage quality / V.M. Kosolapov, A.P. Gaganov // Grain Economy of Russia. – 2010. – №5 (11). – С. 49-53.
3. Kosolapov, V.M. The methods of the improvement of grain forage quality / V.M. Kosolapov, A.P. Gaganov // Scientific supply of the constant agricultural production in the conditions of the global climate change: The materials of the scientific-practical conference, dedicated to the 90-th anniversary of Tatarstan. 1-3 of December 2010. – PP. 759-769.
4. Podobed L. The promising components of the mixed fodder / L. Podobed // Mixed fodder. – 2004. – № 6. – PP. 56 – 57.
5. Bogdanov, G.A. Animal feeding / G.A. Bogdanov. – М.: Kolos, 1981. – 432 p.
6. Ovsyannikov, A.I. The basis of the experiments in animal husbandry / A.I. Ovsyannikov. – М.: Kolos, 1976. – 304 p.
7. Tomme, M.F. Methodology of determining of digestion of the ration forages / M.F. Tomme. – М., 1969. – 39 p.
8. Grigoriev, N.G. The methodical recommendations in the assessment of forages due to their digestion / N.G. Grigoriev, E.S. Vorobiev, A.I. Fitsev. – М.: VIK, 1989. – 42 p.
9. Grigoriev, N.G. The methodical recommendations in the determining of energetic nutrition of forage for ruminants / N.G. Grigoriev, N.P. Volkov, E.S. Vorobiev. – М.: VIK, 1984.– 44 p.
10. Lukashin, N.A. Zoo technical analysis of forage / N.A. Lukashin, V.A. Tashchilin – М.: Kolos, 1965. – 223p.
11. Lebedev, P.T. The methods of study of forage, organs and fibers of animals / P.T. Lebedev, A.T. Usovich. – М.: Rosselkhozizdat, 1976. – 389p.
12. Smurygin, M.A. Forage .Guidebook / M.A. Smurygin.– М.: Kolos,1977. – 368p.
13. Kalashnikov, A.P. The norms and rations of animal feeding / A.P. Kalashnikov – М., 2003. – 456 p.

УДК 633.15:631.52

Г. Я. Кривошеев, кандидат сельскохозяйственных наук;

А. С. Игнатьев кандидат сельскохозяйственных наук;

Н. А. Шевченко научный сотрудник

ФГБНУ Всероссийский научно - исследовательский институт зерновых культур имени И. Г. Калиненко

(347740, г. Зерноград, Научный городок 3, vniizk30@mail.ru)

СРЕДНЕРАННИЙ ГИБРИД КУКУРУЗЫ ЗЕРНОГРАДСКИЙ 288 МВ УНИВЕРСАЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Селекционная работа по созданию новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур ведется непрерывно, что позволяет создавать генотипы для различных почвенно-климатических условий с улучшенными показателями основных хозяйственно-ценных признаков. Во Всероссийском научно-исследовательском институте зерновых культур имени И.Г. Калиненко создан новый среднеранний гибрид кукурузы Зерноградский 288 МВ. По результатам Госсортоиспытания он включен в Госреестр РФ и допущен к использованию в производстве Центрально-Черноземного региона с 2016 года. Гибрид Зерноградский 288 МВ трехлинейный, среднеранний (ФАО 250), универсального направления использования (на зерно и зеленый корм), относится к сортотипам с зубовидным желтым зерном, разновидность – зубовидная (*Zea mays* L. *indentata*). По результатам конкурсного испытания в засушливые годы (2010-2012) урожайность зерна составила 3,40, зеленой массы – 25,0 т/га. Достоинством гибрида следует считать высокую засухоустойчивость, высокую устойчивость к полеганию (1,3% полегших растений), низкую уборочную влажность зерна (12,2 %). Новый гибрид высокоустойчив к поражению пузырчатой головней, стеблевыми гнилями, среднеустойчив к повреждению кукурузным стеблевым мотыльком. Семеноводство гибрида ведется на стерильной цитоплазме молдавского типа ЦМС, выход готовых семян с участков гибридизации – 2,0 т/га. Новый среднеранний гибрид кукурузы Зерноградский 288 МВ превысил стандарты на сортоучастках Центрально-Черноземного региона по урожайности зерна и зеленой массы. Максимальная урожайность зерна получена на Обоянском сортоучастке Курской области – 10,89 т/га, что выше чем у стандарта Воронежский 279 СВ на 1,04 т/га (10,6 %). Максимальная урожайность зеленой массы новый гибрид сформировал на Липецкой ГСИС Липецкой области – 32,69 т/га, превысив стандарт Амамонте на 9,46 т/га (40,7 %). Внедрение гибрида кукурузы Зерноградский 288 МВ в сельскохозяйственное производство Центрально-Черноземного региона позволит увеличить валовый сбор зерна и зеленой массы кукурузы.

Ключевые слова: гибриды, самоопыленные линии, семенная продуктивность, стерильность, уборочная влажность.

G.Ya. Krivosheev, Candidate of Agricultural Sciences;

A.S. Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences;

N.A. Shevchenko, research associate

*FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko
(347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vniizk30@mail.ru)*

THE MIDDLE-EARLY HYBRID OF MAIZE ‘ZERNOGRADSKY 288 MV’ OF A MULTI-PURPOSE USE

The breeding work on obtaining new varieties and hybrids of crops is being carried out constantly that allows developing genotypes for various soil-climatic conditions with the improved indexes of the main economic-valuable traits. A new middle-early hybrid of maize ‘Zernogradsky 288 MV’ has been obtained by All-Russian Research Institute of Grain Crops named after I.G. Kalinenko. According to the results of the State Variety Testing it has been introduced into the State List of Agricultural Achievements of RF and it has been approved to use in the Central-Black earth region since 2016. The hybrid of maize ‘Zernogradsky 288 MV’ is a three-line, middle-early (FAO 250), multi-purpose (for grain and green forage) cultivar, which belongs to the varieties with dent yellow grain, of (*Zea mays* L. *indentata*). According to the results of the competitive trial in the arid years of 2010-2012 the grain productivity was 3.40 t/ha, the green chop productivity was 25.0 t/ha. The advantage of the hybrid among the others was its high resistance to drought, high stability to lodging (only 1.3% of lodged plants) and low harvesting humidity of grain (12.2%). The new hybrid is largely tolerant to blister smut and stem rot, middle-tolerant to stem borer. The hybrid seed-growing is carried out on a sterile cytoplasm of Moldovan type CMS, the yield of seeds from all plots of hybridization is 2.0 t/ha. The new middle-early hybrid of maize ‘Zernogradsky 288 MV’ surpassed the standard varieties on the plots of the Central Black earth region in grain and green chop productivity. The maximum productivity of grain (10.89 t/ha) was received on the Oboyansk plot of the Kursk region, that was on 1.04 t/ha (10.6%) larger than ‘Voronezhsky 279 SV’. The maximum productivity of green chop (32.69 t/ha) was obtained on the Lipetsk plot of the Lipetsk region, that was on 9.46 t/ha (40.7%) larger than the standard variety ‘Amamonte’. The introduction of the maize hybrid ‘Zernogradsky 288 MV’ in the agriculture of the Central Black earth region will allow increasing the gross yield of grain and green chop.

Keywords: *hybrids, self-pollinated lines, seed productivity, sterility, harvesting humidity.*

Введение. Создание новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур является непрерывным процессом. Обусловлено это тем, что «старые» сорта и гибриды со временем утрачивают иммунитет к болезням, к тому же создание селекционерами нового исходного материала позволяет селектировать генотипы с более высокими значениями основных хозяйственно-ценных признаков. Для Российской Федерации селекционные работы по всем основным сельскохозяйственным культурам крайне актуальны еще и в связи с необходимостью реализации программы импортозамещения.

В современной экономике решающим фактором коммерческого успеха на рынках сельскохозяйственной продукции является конкурентоспособность товара [1].

Невозможно успешно конкурировать с зарубежными селекционно-семеноводческими фирмами, если не создавать новые высокогетерозисные гибриды кукурузы. Во Всероссийском научно - исследовательском институте имени И. Г. Калининко ведутся работы по выведению новых гибридов кукурузы, адаптированных к местным почвенно - климатическим условиям. Важнейшее направление – селекция на засухоустойчивость на основе нового специально созданного засухоустойчивого исходного материала [2].

Второе приоритетное направление – селекция раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы для северных регионов России. Северная граница кукурузосеяния расширяется, однако основные научно-исследовательские учреждения, занимающиеся селекцией кукурузы, находятся на юге, поэтому актуальны разработка и реализация селекционных программ по созданию гибридов кукурузы для регионов с коротким безморозным периодом.

Новый среднеранний гибрид кукурузы Зерноградский 288 МВ, выделившийся в экологическом и конкурсном испытаниях, был передан на Госсортоиспытание. Результаты исследований позволили установить, что новый среднеранний гибрид кукурузы пригоден для возделывания в Центрально-Черноземном регионе на зерно и зеленый корм.

Материалы и методы. Исходный материал – самоопыленные линии кукурузы созданы согласно методическим указаниям по селекции кукурузы [3] и унифицированным методам селекции кукурузы [4]. Гибриды кукурузы создавали на основе метода межлинейной гибридизации с использованием гетерозиса в первом поколении.

Закладку опытов, фенологические наблюдения, учеты и измерения проводили согласно методике государственного сортоиспытания [5] и методическим рекомендациям по проведению полевых опытов с кукурузой [6], дифференцирование образцов проводили на основе унифицированного классификатора СЭВ и международного классификатора СЭВ вида *Zea mays* L. [7].

Перевод гибридов кукурузы на стерильную основу (создание стерильных аналогов и восстановителей фертильности) выполняли по М. И. Хаджинову [8].

В селекционных программах для создания среднеранних трехлинейных гибридов в качестве исходного материала использовали тестеры – простые стерильные гибриды и новые среднеранние самоопыленные линии кукурузы.

Результаты. Новый гибрид кукурузы Зерноградский 288 МВ, созданный во ВНИИЗК, в 2013 году передан на Госсортоиспытание, в 2016 году по результатам испытания включен в Госреестр РФ и допущен к использованию в Центрально-Черноземном регионе.

Новый гибрид по количеству составляющих самоопыленных линий классифицирован как трехлинейный. Происхождение: получен при скрещивании простого стерильного гибрида Виктория М (материнская форма) с самоопыленной линией КВ 344 МВ (отцовской формой), являющейся восстановителем фертильности.

Направление хозяйственного использования – универсальное: на зерно и зеленый корм.

Гибрид кукурузы Зерноградский 288 МВ – среднеранний (ФАО 250), созревает за 100-105 дней. Разновидность – зубовидная (*Zea mays L. indentata*). Растение среднерослое (190-210 см), некустящееся, хорошо облиственное (на главном стебле 15-16 листьев), с высоким прикреплением нижнего хозяйственно-годного початка (75-85 см), початок средний (180-200 г), слабоконусовидной формы длиной 17-19 см, 16-18 рядов зерен, стержень красный, выход зерна при обмолоте 79 %.

Зерно зубовидное, желтое, среднее по крупности, масса 1000 семян – 240-260 г. Содержание в спелом зерне белка – 11,4, крахмала – 68,5, жира – 4,5 %.

Средняя урожайность зерна в засушливые годы (2010-2012, конкурсное испытание) составила 3,40 т/га, урожайность зерна в средние по влагообеспеченности годы - 5,0 - 6,0 т/га. Средняя урожайность зеленой массы – 25,0 т/га.

Преимуществом гибрида Зерноградский 288 МВ является высокая засухоустойчивость, устойчивость к полеганию (1,3 % полегших растений к фазе полной спелости), низкая уборочная влажность зерна (12,2 %), высокий выход готовых семян (2,0 т/га) на участках гибридизации благодаря высокой семенной продуктивности материнской формы (табл. 1).

1. Хозяйственно-биологическая характеристика гибрида кукурузы Зерноградский 288 МВ (2010-2012 гг.)

Показатель	Единица измерения	Зерноградский 288 МВ	Зерноградский 282 МВ, стандарт	± к стандарту
Урожайность зерна при 14 % влажности	т/га	3,40	2,97	+0,49
Влажность зерна	%	12,2	13,0	-0,8
Длина вегетационного периода	дн.	103	103	0
Полегание	%	1,3	3,8	-2,5
Поражение пузырчатой головней	%	0,9	0,9	0
Урожайность зеленой массы	т/га	25,0	26,3	-1,3
Высота растений	см	191	194	-3,0
Высота прикрепления початка	см	79	78	+1,0
Содержание крахмала в зерне	%	68,5	69,5	-1,0
Семенная продуктивность	т/га	2,0	2,0	0

материнской формы				
-------------------	--	--	--	--

На естественном фоне новый гибрид слабо поражался пузырчатой головней – 0,9 %. Результаты изучения гибрида на инфекционном фоне позволяют утверждать о его устойчивости к поражению основными болезнями и вредителями кукурузы (табл. 2).

2. Поражение гибрида Зерноградский 288 МВ болезнями и вредителями на

Гибрид	Год изучения	Поражение болезнями и вредителями, %				
		пыль-ная головня	пузыр-чатая головня	стебле-вые гнили	стеблевой кукурузный мотылек	южный гельминтоспориоз*
Зерноградский 288 МВ	2010	1,3	8,1	6,2	12,2	0
	2011	3,4	6,4	5,0	14,3	0
	2012	2,0	3,5	0	7,8	0
	среднее	2,2	6,0	3,7	11,4	0
Зерноградский 282МВ, стандарт	2010	4,8	14,2	11,0	16,3	0
	2011	5,3	11,1	17,1	28,4	0
	2012	6,1	7,8	7,3	31,1	0
	среднее	5,4	11,0	11,8	25,2	0

инфекционном фоне, 2010-2012 гг.

* поражение растений кукурузы южным гельминтоспориозом на естественном фоне.

Он проявил высокую устойчивость к поражению пыльной головней (2,2 % пораженных растений), пузырчатой головней (6,0 % пораженных растений), стеблевым гнилям (3,7 % пораженных растений), среднеустойчив к повреждению стеблевым кукурузным мотыльком (11,4 % поврежденных растений). На естественном фоне гибрид не поражался южным гельминтоспориозом.

Результаты изучения среднераннего гибрида кукурузы Зерноградский 288 МВ на сортоучастках Центрально - Черноземного региона на зерно и силос в 2014-2015 годах свидетельствуют о практической ценности гибрида для этого региона.

Урожайность зерна на Октябрьском сортоучастке (Белгородская область) составила 8,97 т/га, что на 1,07 т/га (13,5 %) выше, чем у стандарта Белкорн 250 МВ (табл. 3).

3. Урожайность зерна гибрида кукурузы Зерноградский 288 МВ на сортоучастках Центрально - Черноземного региона, 2014-2015 гг.

Госсортоучастки	Урожайность зерна при 14% влажности, т/га		Превышение над стандартом	
	Зерноградский 288 МВ	стандарт	т/га	%
Октябрьский (Белгородская обл.)	8,97	7,90	1,07	13,5
Борисоглебский (Воронежская обл.)	7,61	6,74	0,87	12,9
Обоянский зерн. (Курская обл.)	10,89	9,85	1,04	10,6
Щигровский (Курская обл.)	4,76	4,49	0,27	6,0
Липецкая ГСИС (Липецкая обл.)	7,56	7,39	0,17	2,3

Урожайность зерна на Борисоглебском сортоучастке (Воронежская область) составила 7,61 т/га, превышение над стандартом Воронежский 279 СВ - 0,87 т/га (12,9 %). Рекордная урожайность зерна получена на Обоянском сортоучастке (Курская область) – 10,89 т/га, что выше, чем у стандарта Воронежский 279 СВ 1,04 т/га (10,6 %). Отмечено незначительное превышение по урожайности зерна над стандартами на Щигровском сортоучастке (Курская область) – 0,27 т/га (6,0 %) и Липецкой ГСИС (Липецкая область) – 0,17 т/га (2,3 %).

Максимальную урожайность зеленой массы гибрид Зерноградский 288 МВ сформировал на Липецкой ГСИС – 32,69 т/га, превысив стандартный гибрид Амамонте на 9,46 т/га (40,7 %) (табл. 4).

4. Урожайность зеленой массы гибрида кукурузы на сортоучастках Центрально-Черноземного региона (2014-2015 гг.)

Госсортоучастки	Урожайность зеленой массы, т/га		Превышение над стандартом	
	Зерноградский 288 МВ	стандарт	т/га	%
Октябрьский (Белгородская обл.)	14,24	13,65	0,59	4,3
Борисоглебский (Воронежская обл.)	15,33	14,45	0,88	6,1
Обоянский зерн. (Курская обл.)	14,66	13,54	1,12	8,3
Липецкая ГСИС (Липецкая обл.)	32,69	23,23	9,46	40,7
Свердловский (Орловская обл.)	16,31	11,19	5,12	45,8

Урожайность зеленой массы у нового гибрида на Свердловском сортоучастке (Орловская область) составила 16,31 т/га, превышение над стандартом Белогорье 220 МВ – 5,12 т/га (45,8 %). Превышение стандартов по урожайности зеленой массы на других сортоучастках (Октябрьский, Борисоглебский, Обоянский) варьировало от 0,59 до 1,12 т/га (4,3 – 8,3 %).

Выводы. Во ВНИИЗК создан новый среднеранний гибрид кукурузы Зерноградский 288 МВ универсального направления использования – на зерно и зеленый корм. Преимуществом нового гибрида следует считать высокую засухоустойчивость, устойчивость к полеганию, низкую уборочную влажность зерна, устойчивость к поражению основными болезнями кукурузы. По результатам Госсортоиспытания новый гибрид внесен в Госреестр, он представляет практическую ценность для возделывания в Центрально - Черноземном регионе, где способен формировать высокую урожайность зерна и зеленой массы.

Литература

1. Гарькавый, В.В. Организационно - управленческие и экономические направления модернизации кукурузоводства / В. В. Гарькавый, С. А. Раева. – Зерноград, 2012. – 198 с.
2. Кривошеев, Г. Я. Критерии оценки засухоустойчивости самоопыленных линий кукурузы / Г. Я. Кривошеев, Н. А. Шевченко, Е. В. ИONOва // Аграрный вестник Урала. – № 11 (129). 2014. – С. 6-12.
3. Методические указания по селекции кукурузы. – М., 1982. – 56с.
4. Унифицированные методы селекции кукурузы. – Днепропетровск, 1978. – 60 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1979. – 240 с.
6. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1980. – 54 с.
7. Международный классификатор СЭВ вида Sea Mays L.. – Ленинград, 1984. – С. 10 – 41.
8. Хаджинов, М. И. Методика селекции стерильных гибридов / М. И. Хаджинов // Кукуруза 1959. – № 4– С. 19 – 28.

Literature

1. Garkavy, V.V. Organizational, managing and economic tasks of maize breeding modernization/ V.V. Garkavy, S.A. Raeva. – Zernograd, 2012. – 198 p.
2. Krivosheev, G.Ya. The assessment criteria of drought tolerance of self-pollinated lines of maize/ G.Ya. Krivosheev, N.A. Shevchenko, E.V. Ionova // Agrarian Vestnik of the Urals. – № 11 (129). 2014. – PP. 6-12.
3. Methodical recommendations on maize breeding. – M., 1982. – 56p.
4. The unified methods of maize breeding.– Dnepropetrovsk, 1978. – 60 p.
5. Methodology of State variety testing of crops.–M.: Kolos, 1979. – 240 p.
6. Methodical recommendations on the field trials with maize. – Dnepropetrovsk: ARRI of maize, 1980. – 54 p.
7. International classifier COMECON of the type ‘Sea Mays L.’– Leningrad, 1984. – PP. 10 – 41.
8. Khadzhinov, M.I. Methodology of breeding of sterile hybrids / M.I. Khadzhinov // Maize 1959. – № 4. – PP. 19 – 28.

УДК 633.18: 581.132

М.А. Скаженник, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией физиологии;

В.А. Дзюба, доктор биологических наук, профессор,
главный научный сотрудник;

В.С. Ковалев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

заместитель директора;
Е.В. Дубина, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник;
И.Н. Чухирь, кандидат сельскохозяйственных наук,
 руководитель группы исходного материала;
Е.Г. Савенко, старший научный сотрудник;
Т.С. Пшеницына, старший научный сотрудник,
 ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
 (350921 г. Краснодар, пос. Белозерный, 3; arrri_kub@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДНК – ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ СЕЛЕКЦИИ ХОЛОДОУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ РИСА

Для России, страны с умеренным климатом, с прямым посевом риса имеет значение повышение холодостойкости сортов в период прорастания семян и образования всходов. Это свойство позволяет начинать посев риса в более ранние сроки, используя для вегетации растений благоприятный по температуре период, получать дружные и оптимальные по густоте всходы, что позволяет в большей мере реализовать потенциальную продуктивность сортов. Целью исследования является создание и оценка исходного материала, устойчивого к пониженным положительным температурам, для использования его при селекции новых холодоустойчивых сортов риса. Проявление молекулярных маркеров – нейтрально по отношению к фенотипу и их можно обнаружить на любой стадии развития растений в онтогенезе. Методы ДНК-генотипирования и ПЦР-анализов при помощи молекулярных маркеров позволяют ускорить перенос нужных генов в процессе селекции и обеспечить создание новых сортов с комплексом заданных свойств. Поэтому важна роль биотехнологических методов при создании нового холодоустойчивого исходного материала риса. По результатам ПЦР-анализа с использованием SSR-маркеров выделены линии риса с доминантными аллелями генов холодостойкости. Получены дигамплоиды методом культуры пыльников *in vitro* и выделены устойчивые формы. Отобраны растения с хозяйственно-ценными признаками. Всесторонняя оценка полученного материала позволила подобрать исходный материал для вовлечения в дальнейший селекционный процесс для создания новых холодоустойчивых сортов риса.

Ключевые слова: *рис, сорт, гибрид, холодостойкость, интенсивность роста, морфологические признаки, дигамплоид, микросателлитные маркеры*

M.A. Skazhennik, Doctor of Biological Sciences, senior research associate, head of the laboratory of physiology;
V.A. Dzyuba, Doctor of Biological Sciences, professor, main research associate
V.S. Kovalev, Doctor of Agricultural Sciences, professor, deputy director;
E.V. Dubina, Candidate of Biological Sciences, leading research associate;
I.N. Chukhir, Candidate of Agricultural Sciences, head of the group of initial material;

E.G. Savenko, senior research associate;
T.S. Pshenitsina, senior research associate
FSBSI "All-Russian Research Institute of Rice",
(350921, Krasnodar, v.of Belozersky, 3; email: arrri_kub@mail.ru)

THE USE OF DNA-TECHNOLOGIES FOR DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF THE INITIAL MATERIAL DURING THE BREEDING OF COLD TOLERANT RICE VARIETIES

For Russia, the country with moderate climate it is essential to increase cold tolerance of rice varieties during germination and sprouting. This property gives an opportunity to start sowing in the earlier terms, using favorable temperature during vegetation and to obtain thick sprouts, that all allows realizing potential productivity of the varieties. The purpose of the study is to develop and assess initial material, tolerant to low positive (plus) temperatures and to use it in the breeding of new cold tolerant rice varieties. The effect of the molecular markers is neutral to phenotype and one can find them at any stage of plant development in the ontogenesis. The methods of DNA-genotyping and PCR-analysis with the use of the molecular markers give an opportunity to speed up the transfer of proper genes in the process of breeding and to ensure the development of new varieties with a set of the traits. That's why the part of biotechnical methods while development of new cold tolerant initial material of rice is of great importance. The PCR-analysis with the use of SSR-markers resulted in obtaining the rice lines with the dominant alleles of the genes of cold tolerance. There were obtained the dihaploids with the help of the method of in vitro culture of anthers and some stable forms. There were selected the plants with economic-valuable traits. The complex assessment of the obtained material allowed choosing the initial material for its introduction into further breeding process to develop new cold tolerant rice varieties.

Keywords: *rice, variety, hybrid, cold tolerance, growth intensity, morphological traits, dihaploids, microsatellite markers.*

Введение. В Краснодарском крае посев риса осуществляется в основном в течение мая при средней месячной температуре (многолетней) 16,8 °С. Следовательно, прорастание семян и образование всходов риса в нашей зоне рисосеяния чаще всего происходит при пониженных температурах. Это ведет к задержке появления всходов, снижению полевой всхожести семян, изреживанию посевов и, как следствие, к снижению урожайности [1, 2]. Создание сортов риса с высокой силой роста проростков, способных в условиях пониженных температур образовывать ранние и оптимальные по густоте всходы, приведет к повышению его урожайности. Поэтому исследования проводились с

привлечением холодостойкого материала, полученного от Международного Консорциума по исследованиям риса в странах с умеренным климатом [3].

Анализ ДНК, который напрямую характеризует геном сорта, а не его фенотипическое проявление, может дать объективную характеристику растений, регистрации сортов и маркирования хозяйственно-ценных признаков. Применение ДНК технологий и ПЦР-анализов позволит существенно расширить возможности традиционной селекции растений [4, 5, 6, 7].

Цель работы – создать и оценить исходный материал, устойчивый к пониженным положительным температурам, для использования его при селекции новых холодоустойчивых сортов риса.

Материалы и методы. Исследования выполнены в 2011-2014 гг. с привлечением холодостойкого материала. Объектом исследований являлись сорта риса Кубань 3, Северный (российские доноры холодостойкости), Odaebyeo, Jinbubyeo (доноры холодостойкости из Южной Кореи), сортообразец IR 83222 – F-11-156 (ИРПИ), 7 гибридов F_1 и 18 BC_1F_1 гетерогенных популяций. Гибридизацию проводили на вегетационной площадке с выращиванием родительских форм в сосудах и в камерах искусственного климата [8]. В лабораторном опыте были определены морфологические признаки проростков дигаплоидов (ДГ), образованных при температуре +14 °C [3]. ДГ линий риса получали по методике, разработанной во ВНИИ риса [5]. Анализ гибридных растений проводили с помощью методов молекулярного маркирования на основе ПЦР. Перенос доминантных аллелей холодостойкости каждого гена в потомстве контролировали SSR-маркерами: RM24545, RM569, местоположение которых определено на коротком плече 9 и 3 хромосом соответственно.

Образцы ДНК выделяли из свежесрезанной части листовой пластинки гибридных растений в возрасте 4-5 листьев. Экстракцию ДНК проводили буфером следующего состава: 1M Tris-HCl (pH 7.5), 5M NaCl, 0.5M EDTA (pH 8.0), 10% SDS [9].

Амплификацию с целью выявления полиморфизма локусов генов устойчивости риса проводили в реакционном объеме на 25 мкл следующего состава: 10 нг ДНК, 2,5 mM $MgCl_2$, 0,2 mM дезокситуклеотидтрифосфатов (dNTPs), 1X ПЦР буфер (50 mM KCl, 10 mM Tris-HCl, pH 9,0, 0,1% Тритон X-100, 2,5 mM $MgCl_2$), 0,25 единицы 5u Taq-полимеразы, а также 0,23μM каждого праймера.

Параметры ПЦР: 1. Начальная денатурации – 5 минут при 94° C – 1 цикл. 2. 35 циклов: денатурация – 35 сек при 94° C; отжиг праймеров 45 с при 57° C; синтез 30 с при 72° C. 3. Синтез 5 мин при 72° C -1 цикл.

Продукты амплификации при работе с маркерами на гены холодоустойчивости разделяли в 8% полиакриламидном геле, на основе 1×Трис-боратного буфера (0,09 М Трис, 0,09 М Борной кислоты, 2мМ ЭДТА, pH=8,2) при напряжении 220 V в течение 2 часов в камерах для вертикального электрофореза Gel Electrophoresis Apparatus GNA-100 фирмы Pharmacia. Визуализацию результата реакции амплификации проводили с использованием бромистого этидия (BrEt, 2,7-диамино-10-этил-9-фенилфенатридинийбромид, хомидий бромид). BrEt способен интеркалировать в двойную спираль ДНК и при таком связывании усиливается флюоресценция в проходящем УФ свете. Гелевые пластины помещали на 20-40 минут в раствор бромистого этидия 5мкг/мл и фотографировали в УФ свете.

Методы выращивания, фенологические наблюдения, биометрический анализ растений проводили согласно методике опытных работ по селекции и семеноводству [10]. Полученные данные были обработаны методами биометрической статистики [11].

Результаты. Анализ гибридных растений с помощью методов молекулярного маркирования на основе ПЦР.

Как отмечалось ранее [12], в 2012 году размножены BC₁F₁ гибридные зерновки риса, полученные от насыщающих скрещиваний в 2011 году между ранее созданными гибридами (2009-2010 гг.) и стандартами на холодостойкость Jinbubyeo и Odaebyeo по 18 комбинациям. В лабораторном опыте проведена их оценка на холодостойкость в фазу прорастания семян при использовании двух признаков: скорости прорастания семян и интенсивности роста проростков при температуре 14°C. По этим фоновым признакам наиболее близким к контролю был гибрид Кубань 3 / Северный.

Контроль за наличием донорных аллелей генов холодостойкости в гибридном потомстве проводили с помощью ДНК-анализа.

По результатам ПЦР-анализа с использованием SSR – маркеров, тесно сцепленных с признаком холодостойкости, удалось выделить образцы риса, которые в своём генотипе несли донорные аллели целевых генов (рис.1 - 3).

На рисунке 1 представлены результаты ПЦР-анализа BC₁F₁ гибридов риса, полученные нами в рамках программы Консорциума стран с умеренным климатом.

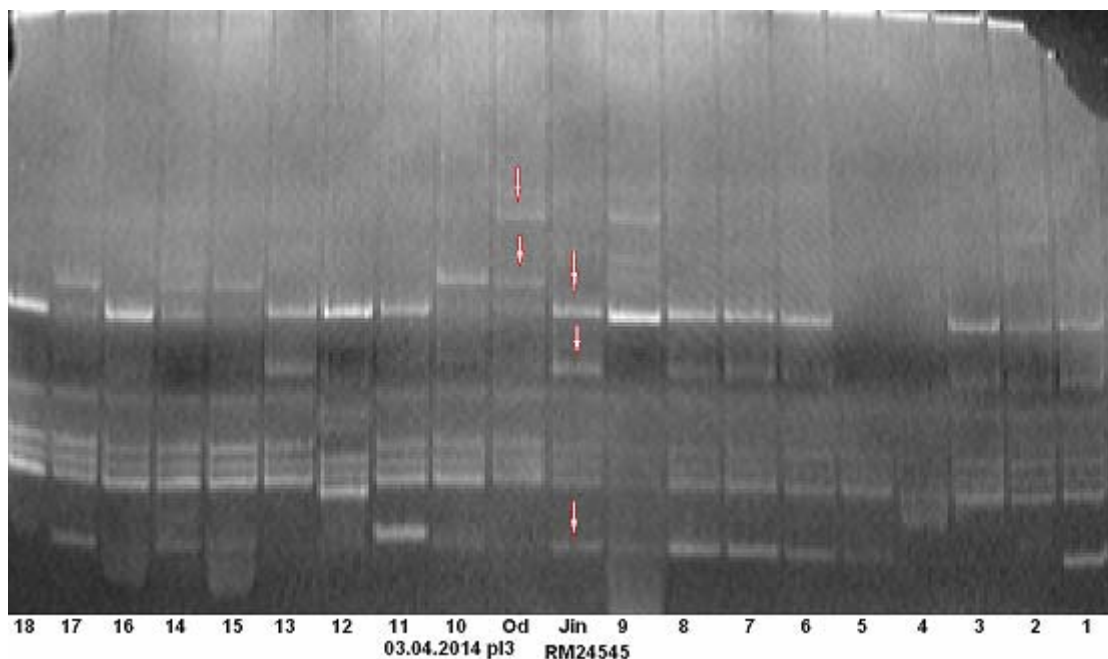


Рис. 1. Результаты ПЦР-анализа по локусу RM24545

Примечание: 1-18 гибридные растения риса BC₁F₁ популяции;

Od – Odaebueo сорт - донор, Jin- Jinbubueo сорт-донор

Из рисунка 1 видно, что гибридное растение под номером 2 BC₁F₁ популяции (Odaebueo / Jinbubueo // Jinbubueo) имеет доминантную аллель Cr целевого гена аналогично сорту-стандарту Odaebueo. Гибридные растения 6 (Новатор/ Jinbubueo // Новатор), 7 (Новатор / Jinbubueo // Jinbubueo), 8 (Jinbubueo / Новатор // Новатор) и 11 (Серпантин / Jinbubueo // Jinbubueo) проявляют фенотип аналогично стандарту Jinbubueo.

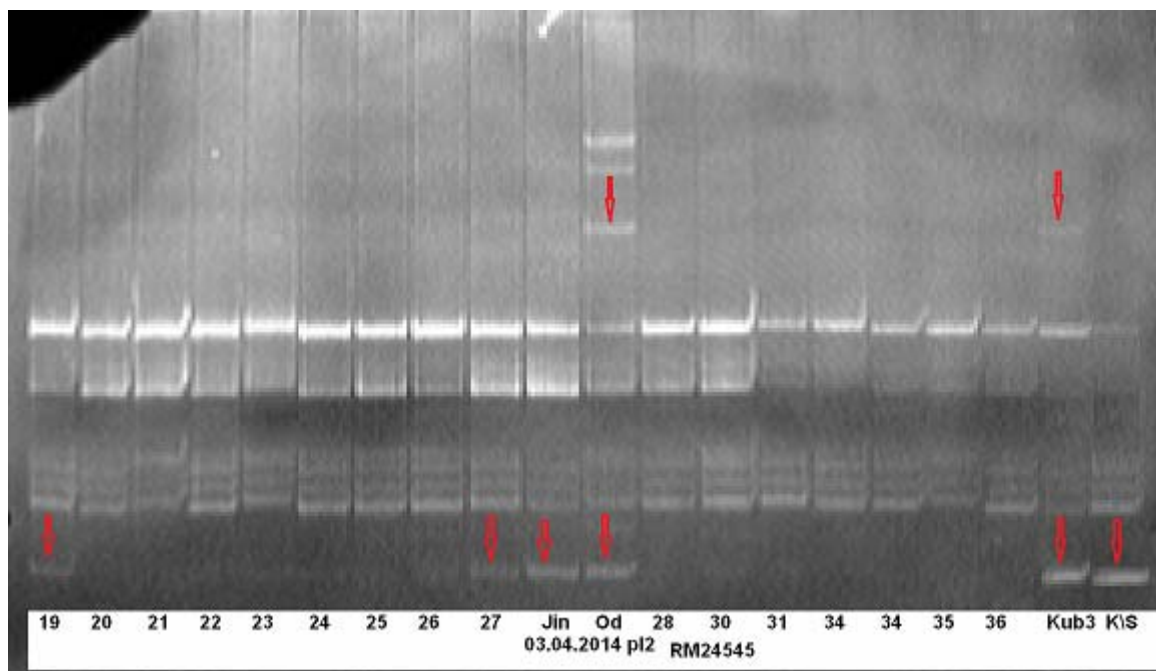


Рис.2. Результаты ПЦР-анализа по локусу RM24545

Примечание: 19-36 дигаплоидные растения риса; Od – Odaebyeo сорт - донор, Jin- Jinbubyeo сорт-донор, Kub3 – отечественный сорт риса Кубань 3, K/S– гибридная комбинация Кубань 3/Северный

Из рисунка 2 видно, что образцы 19, 27 и K/S имеют в своем генотипе специфичный ПЦР – продукт по аналогии донора Jinbubyeo. Российский сорт Кубань 3 в генотипе имеет аналогичные аллели устойчивости к холоду Cr – Cold resistance, как у сорта-стандарта Odaebyeo.

На рисунке 3 представлены результаты апробации SSR-маркера RM 569.

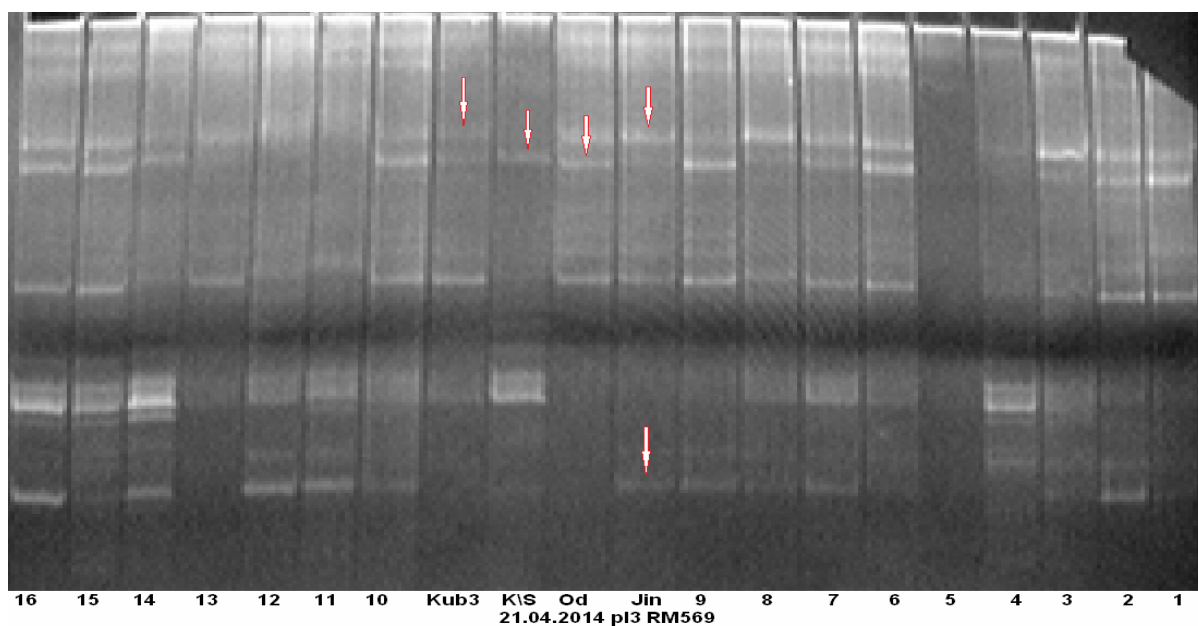


Рис. 3. Результаты ПЦР-анализа по локусу RM 569

Note: 1- 16 – гибридные растения риса BC₁F₁ популяции; Od - Odaebyeo (st), Jin- Jinbubyeo (st), Kub3 – сорт риса Кубань 3, K/S- гибридная комбинация Кубань 3/Северный

Из электрофореграммы видно, что гибридные растения под номерами 1,13 (Jinbubyeo / Серпантин // Серпантин; Кубань 3/Северный) и сорт Кубань 3 имеют генотип CrCr как у холодостойкого сорта – донора Odaebyeo. Гибридные растения № 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 18 проявляют доминантный эффект CrCr аналогично сорту-донору Jinbubyeo. Остальные гибридные растения (6,15,16) имеют смешанный спектр гетерозиготности Crsg, который получился в результате серий скрещиваний отечественных сортов с образцами-донорами Odaebyeo, Jinbubyeo, а также с российскими генотипами Кубань 3 и Северный. Не обнаружено донорных аллелей генов холодостойкости в гибридных растениях 4 и 5.

Таким образом, по результатам ПЦР-анализа с использованием SSR-маркеров (RM24545, RM569) отобраны линии риса с доминантными аллелями генов холодостойкости (CrCr).

1. Характеристика растений гибридов F_5 и ДГ-линий по основным количественным признакам (вегетационный опыт, 2014 г.)

Гибрид	Вегетационный период, дни	Высота растений, см	Масса 1000 зерен, г (на с.в.)	Число зерен на метелке, шт.	Пустозёрность, %	Масса зерна, г	
						с гл. метёлки	с растения
гибриды F ₅							
Jinbubyeo / Новатор	124	94,0	23,31	76,1	17,33	2,35	4,85
IR 83222 – F-11-156 (I)	132	84,4	23,72	51,0	25,06	1,41	3,58
Серпантин / Jinbubyeo	114	95,1	23,38	65,9	11,43	2,31	4,91
Jinbubyeo / Серпантин	114	81,5	22,43	60,9	17,69	1,92	4,67
Odaebyeo / Новатор	113	85,1	22,98	58,7	42,39	1,65	4,30
IR 83222 – F-11-156(II)	131	80,3	23,77	53,2	23,72	1,65	4,03
Jinbubyeo st	125	74,6	24,21	51,1	14,76	1,63	4,62
Odaebyeo st	119	77,9	22,71	48,8	9,62	1,58	4,44
дигаплоидные линии из гибридов первого поколения							
Jinbubyeo x Новатор Л 126	119	60,6	21,92	51,6	24,50	1,58	5,54
Jinbubyeo x Новатор Л 158	111	78,0	21,09	55,0	19,37	1,84	5,02
Jinbubyeo x Новатор Л 170	109	107,2	18,65	83,3	16,42	2,25	5,31
Jinbubyeo x Новатор Л 176	110	78,3	20,65	58,0	27,30	1,83	4,09
Новатор x Jinbubyeo Л 92	118	88,4	23,42	68,0	6,05	2,19	5,26
НСР ₀₅ вар.		1,7	1,6	1,8	-	0,17	1,9

Изучение гибридов F_5 и ДГ-линий и отбор форм с хозяйственно-ценными признаками

В 2012 году была проведена оценка растений гибридов третьего поколения на устойчивость к пониженным температурам в период мейоза путем помещения в климатическую камеру с температурой воздуха и воды +17 °С в течение 10 дней перед цветением метелок. Контрольные и опытные растения (после обработки) вегетировали на открытой площадке до полного созревания семян.

После уборки растений был проведён их биометрический анализ по полной схеме количественных признаков. Статистическую обработку проводили по двум признакам: числу зёрен с главной метёлки и массе зерна с главного соцветия. Отбор лучших растений по продуктивности проводили с учётом среднего значения числа и массы зерна с метёлки плюс удвоенное значение сигмы (среднее квадратическое отклонение). На основании проведенного отбора и оценки их на холодостойкость лучшие растения (контрольные и

опытные) изучали в вегетационном опыте в 2013 г (F₄) и затем в 2014 г (F₅) с целью повторного отбора (таблица 1).

Также в этом опыте изучали холодостойкие дигаплоидные линии (ДГ), полученные из F₁ гибридов для скрининга растений с хозяйственно-ценными признаками. В большинстве своем – это среднеспелые и среднепозднеспелые особи с периодом вегетации до 125 дней. Соломина прочная, устойчивая к полеганию, кущение проявляет доминантный эффект и не превышает 3,8 продуктивных стеблей на одно растение. Высота растений в большинстве случаев не достигает 100 см.

При анализе структуры урожая гибридов F₅ выделены высокопродуктивные особи комбинации Jinbubyeo / Новатор с массой одной метелки в среднем 2,35 г продуктивностью растений до 4,85 г. В гибриде Серпантин / Jinbubyeo отобраны биотипы с массой главной метелки 2,31 г и продуктивностью растения 4,91 г.

Из дигаплоидных линий выделяется линия Л 92 Новатор x Jinbubyeo, которая имеет массу метелки 2,19 г, продуктивность растений – до 5,26 г, массу 1000 зерен – 23,42 г и стерильных колосков 6,0 %.

Таким образом, для селекционных целей, направленных на создание холодостойких сортов риса, можно рекомендовать гибриды и ДГ линии, которые в своем генотипе несут доминантные гены CrCr в гомозиготном состоянии и сочетают устойчивость к стрессовым факторам среды с высокой продуктивностью.

Все растения гибридов F₅ и ДГ линий были проанализированы по полной схеме количественных признаков. Статистическую обработку проводили аналогично, как в опыте 2012 года (таблица 2).

Например, в гибриде F₅ Jinbubyeo /Новатор по 20 растениям средняя масса зёрен с главной метёлки была 2,35, сигма 0,19 (таблица 2). Критерий отбора: $2,35 + (0,19 \times 2) = 2,35 + 0,38 = 2,73$. Для каждого растения гибрида F₅ критерий отбора по массе зёрен с метёлки составляет 2,73 г. Все растения, в которых масса зёрен с метёлки будет больше 2,73 г, подлежат первоначальному отбору. В этом гибриде из 20 растений отобрано только 3 (1,2,16). Эффективность отбора составила 15,0 %.

2. Результаты статистической обработки растений гибридов F₅ и ДГ- линий

Гибрид	№ п/п	Масса зерна с главной метелки, г		Количество зерен с главной метелки, шт.	
		$\bar{x} \pm S_x$	δ	$\bar{x} \pm S_x$	δ
гибриды F ₅					
Jinbubyeo / Новатор	1	2,29±0,13	0,17	94,0±5,62	17,4
	2	2,41±1,01	0,21	86,7±11,31	35,2

IR 83222 – F-11-156 (I)	3	1,77±0,25	0,20	86,7±11,31	26,3
	4	1,18±0,08	0,50	61,3±8,52	7,6
	5	1,27±0,18	0,21	45,0±2,31	14,8
Серпантин / Jinbubyeo	6	2,6±0,17	0,21	93,5±5,51	17,4
	7	2,03±0,12	0,30	80,9±10,52	33,4
Jinbubyeo / Серпантин	8	2,28±0,12	0,17	88,4±12,3	34,6
	9	1,82±0,09	0,40	74,3±3,62	12,9
	10	1,65±0,13	0,30	62,0±3,53	9,4
Odaebyeo / Новатор	11	1,38±0,27	0,70	50,4±3,14	14,9
	12	1,79±0,27	0,80	66,7±5,19	16,5
	13	1,7±0,26	0,80	62,5±3,62	10,1
IR 83222 – F-11-156 (II)	14	1,53±0,35	0,20	56,2±3,32	15,2
	15	1,75±0,23	0,60	60,5±3,19	9,0
	16	1,67±0,15	0,40	62,7±3,65	9,7
дигаплоидные линии из гибридов первого поколения					
Jinbubyeo x Новатор Л 158	17	1,95±0,09	0,30	77,5±3,95	12,5
	18	1,80±0,08	0,30	76,2±4,16	13,1
	19	1,80±0,11	0,40	66,7±5,18	16,4
Jinbubyeo x Новатор Л 170	20	2,36± 0,05	0,17	105,0 ±3,12	9,8
	21	2,46± 0,10	0,33	104,9± 4,44	14,1
	22	1,94± 0,16	0,48	93,1± 6,12	18,3
Jinbubyeo x Новатор Л 176	23	1,89± 0,27	0,80	80,1± 10,4	33,0
	24	1,44 ±0,21	0,70	64,5± 8,71	27,5
	25	2,18 ±0,09	0,15	90,2± 5,91	16,9
Новатор x Jinbubyeo Л 92	26	2,05± 0,13	0,31	81,1±10,52	34,1
	27	2,33± 0,06	0,18	90,9±5,47	17,2

Из всех изученных популяций, где было 270 растений, отобрали 27 форм, эффективность скрининга составила 10,0 %. Они переданы в селекционный питомник для дальнейшего изучения.

Получение холодостойких дигаплоидных линий из гибридов первого поколения.

В лаборатории физиологии была проведена оценка константных линий риса (108 ДГ линий), созданных из гибридов первого поколения в 2014 году, на холодостойкость в фазе прорастания семян при использовании двух показателей: скорости прорастания семян и интенсивности роста проростков при температуре +14°C. В результате выделено 11 линий, устойчивых к холоду с количеством семян от 19 до 183 штук, 63 линии среднеустойчивых и 34 - неустойчивых.

Параметры роста проростков холодостойких линий из гибридов первого поколения приведены в таблице 3.

3. Характеристика проростков холодоустойчивых дигаплоидных линий из гибридов первого поколения (2014 г)

№№ пп	№ линии	Длина колеоптиля на 13 сутки,	Продолжи- тельность прораста-	Оценка на холодостой- кость	Примечание (кол-во семян, шт.)
----------	---------	-------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

		см	ния в сутках	в баллах	
1	2	3	4	5	6
F ₁ Jinbubyeo x Серпантин					
1	138	0,81	6,89	4	53
2	139	0,80	5,87	4	104
3	140	0,80	4,67	4	178
4	141	0,87	5,18	4	110
F ₁ Серпантин x Jinbubyeo					
5	71	0,80	5,14	4	85
F ₁ Новатор x Jinbubyeo					
6	104	0,80	5,53	4	183
7	113	0,87	5,36	4	147
8	116	0,83	5,72	4	156
9	118	0,81	5,36	4	150
10	121	0,80	6,00	4	151
F ₁ Odaebyeo x Новатор					
11	40	0,80	6,70	4	19
St. Кубань 3		1,00	5,00	4	

Дигаплоидные линии на 13 сутки различались по величине проростка, которая варьировала от 0,80 до 0,87 см, а скорость прорастания изменялась от 4,7 до 7,0 суток. По этим признакам наиболее близкими к контролю были линии Л 141 (F₁ Jinbubyeo x Серпантин) и Л 113 (F₁ Новатор x Jinbubyeo). Поэтому эти линии заслуживают включения в исходный материал по созданию холодостойких сортов риса. Устойчивые линии с достаточным количеством семян будут высеяны в вегетационном опыте для отбора растений с хозяйственно-ценными признаками.

В 2014 году проведено размножение 81 малозерных ДГ линий, полученных методом культуры пыльников *in vitro* в 2013 году, т.к. ввиду незначительного количества зерновок не предоставилась возможность их анализа. Размноженные линии проанализированы в 2015 году в лаборатории физиологии. Это линии, полученные на основе генетической плазмы риса, представленной странами, ведущими исследования на холодостойкость, и из коллекции ВНИИ риса.

В культуре пыльников *in vitro* создана 1 гибридная комбинация, полученная во ВНИИ риса в результате скрещивания между сортами риса российской селекции Северный и Кубань 3. На искусственные питательные среды было инокулировано 4540 пыльников этой комбинации. Каллусообразование индуцировали 5,68 % пыльников (таблица 4).

4. Каллусогенез гибридной комбинации Кубань 3 / Северный, используемой для создания холодостойких сортов риса

Гибридная комбинация	Количество высаженных пыльников, шт.	Каллусогенез, %	Регенерация, %
Кубань 3 / Северный	4540	5,86	0,93

Из морфогенного каллуса удалось получить 25 зеленых растений. Из двух линий уже получены семена, остальные растения находятся на разных стадиях развития. Работа с данной комбинацией продолжается. В термостатах находятся каллусные культуры, которые в необходимые сроки высаживаются на регенерирующие питательные среды для стимуляции процессов органогенеза.

Выводы. По результатам ПЦР-анализа с использованием SSR-маркеров выделены линии риса с доминантными аллелями CrCr генов холодостойкости. Получены дигаплоиды методом культуры пыльников *in vitro* и выделены устойчивые формы. Отобраны растения с хозяйственно-ценными признаками. Всесторонняя оценка полученного материала позволила подобрать исходные линии для вовлечения их в дальнейший селекционный процесс для создания новых холодостойких сортов риса.

Литература

1. Воробьев, Н.В. Физиология прорастания семян риса / Н.В. Воробьев автореферат диссертации доктора биологических наук. – М.: ТСХА, 1986. – 31 с.
2. Воробьев, Н.В. Физиологические основы прорастания семян риса и пути повышения их всхожести / Н.В. Воробьев. – Краснодар, 2003. – 116 с.
3. Скаженник, М.А. Создание холодостойкого исходного материала для селекции риса в рамках Консорциума стран с умеренным климатом / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, В.А. Дзюба [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 3(27). – С. 11-15.
4. Бутенко, Р.Г. Технология *in vitro* в сельском хозяйстве / Р.Г. Бутенко // С.-х. биология – 1983. – № 5. – С. 3-7.
5. Малышева, Н.Н. Получение, оценка и отбор дигаплоидных линий риса с хозяйственно ценными признаками / Н.Н. Малышева, Е.Г. Савенко, В.А. Глазырина [и др.] // Рисоводство. – 2012. – № 2(21). – С. 14-18.
6. Глазко, В.И. Введение в генетику, биоинформатику, ДНК-технология, ДНК-экология, протеомика, метаболика / В.И. Глазко, Т.В. Глазко. – Краснодар, 2003. – 640 с.
7. Дзюба, В.А. Использование инновационных подходов в селекции риса / В.А. Дзюба, Л.В. Есаулова, И.Н. Чухирь // Научно-инновационные основы развития рисоводства в Казахстане и странах зарубежья: материалы Международной научно-практической конференции. – Кызылорда, 2012. – С. 75-78.

8. Лось, Г. Д. Перспективный способ гибридизации риса / Г. Д. Лось // Сельскохозяйственная биология. – 1987. – № 12. – С.107 -109.
9. Murray, M.G. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA / M.G. Murray, W.F. Thompson // Nucleic Acids Research. – 1980. – № 10. – P. 4321-4325.
10. Сметанин, А.П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А.П. Сметанин, В.А. Дзюба, А.И. Апрод. – Краснодар, 1972. – 156 с.
11. Дзюба, В.А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В.А. Дзюба. – Краснодар, 2007. – 76 с.
12. Скаженник, М.А. Создание холодостойкого исходного материала риса для селекции сортов в рамках консорциума стран с умеренным климатом / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, В.А. Дзюба [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 5(35). – С. 11-17.

Literature

1. Vorobiev, N.V. Physiology of rice seed germination / N.V. Vorobiev thesis on Doctor of Biol.Sc. – M.: TAA, 1986. – 31 p.
2. Vorobiev, N.V. Physiological basis of rice seed germination and the methods of their sprouting increase / N.V.Vorobiev. – Krasnodar, 2003. – 116 p.
3. Skazhennik, M.A. Development of cold tolerant initial material for rice breeding in the Consortium of countries with moderate climate / M.A. Skazhennik, N.V. Vorobiev, V.A. Dzyuba [and others] // Grain Economy of Russia. – 2013. – № 3(27). – PP. 11-15.
4. Butenko, R.G. Technology in vitro in agriculture / R.G. Butenko // Agricultural biology. – 1983. – № 5. – PP. 3-7.
5. Malysheva, N.N. Obtaining, assessment and selection of dihaploids lines of rice with valuable traits / N.N. Malysheva, E.G. Savenko, V.A. Glasyrina [and others] // Rice-growing. – 2012. – № 2(21). – PP. 14-18.
6. Glazko, V.I. Introduction into genetics, biocomputer science, DNA-technology, DNA-ecology, proteomics, metabolics/V.I. Glazko, T.V. Glazko. – Krasnodar, 2003. – 640 p.
7. Dzyuba, V.A. The use of innovative methods in rice breeding / V.A. Dzyuba, L.V. Esaulova, I.N. Chukhir // Scientific-innovative basis of rice-growing development in Kazakhstan and other countries abroad: Materials of the International Science-Practical Conference. – Kysylorda, 2012. – PP. 75-78.
8. Los, G.D. The promising method of rice hybridization / G.D. Los // Agricultural biology. – 1987. – № 12. – PP.107 -109.
9. Murray, M.G. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA / M.G. Murray, W.F. Thompson // Nucleic Acids Research. – 1980. – № 10. – P. 4321-4325.

10. Smetanin, A.P. The methodology of trials on breeding, seed-growing, seed study and control of quality of rice seeds / A.P. Smetanin, V.A. Dzyuba, A.I. Aprod. – Krasnodar, 1972. – 156 p.
11. Dzyuba, V.A. Multi-factor experiments and methods of biometric analysis of the experimental data / V.A. Dzyuba. – Krasnodar, 2007. – 76 p.
12. Skazhennik, M.A. The creation of cold tolerant initial material of rice for selection of the varieties in the Consortium of countries with moderate climate / M.A. Skazhennik, N.V. Vorobiev, V.A. Dzyuba [and others] // Grain Economy of Russia. – 2014. – № 5(35). – PP. 11-17.

УДК 633.18:632.938.1

В.Н. Шиловский, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник;

И.И. Супрун, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник;

А.М. Оглы, научный сотрудник, зав. отделом селекции
*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,
 (350921 г. Краснодар, пос. Белозерный, 3; arrri_kub@mail.ru)*

ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ СОРТА РИСА ПАРТНЁР С ГЕНОМ УСТОЙЧИВОСТИ К ПИРИКУЛЯРИОЗУ PI-B

Пирикуляриоз является наиболее распространённым и вредоносным заболеванием культуры риса. Самым верным способом борьбы с ним является создание устойчивых сортов. В настоящей статье представлены этапы создания нового сорта риса Партнёр с повышенной устойчивостью к пирикуляриозу. Показано, что на основе использования методов ДНК-маркирования был создан селекционный материал, несущий ген устойчивости к пирикуляриозу Pi-b. В качестве донора гена Pi-b использовали позднеспелый японский сорт BL-1. В качестве реципиента послужил возделываемый в Краснодарском крае сорт Янтарь. Из полученного материала выделено и изучено в селекционном питомнике 20 линий. По результатам оценки в селекционном питомнике, пять лучших линий были включены в контрольный питомник, в котором по комплексу хозяйственных признаков выделились только два сортообразца (КП 117-09 и КП 126-09). Интенсивность развития пирикуляриоза при искусственном заражении составила у КП 117-09 – 24,9 %, у КП 126-09 – 27,7 %. Остальные сортообразцы, в том числе сорт-стандарт Рапан, имели более высокий процент поражения органов растений (42,7 %). С 2011 по 2013 гг. выделившиеся номера контрольного питомника проходили конкурсное испытание и по его результатам лучшим, для передачи на Государственное испытание, оказался сортообразец КП 117-09, которому было присвоено название Партнёр. В среднем

за годы изучения сорт Партнёр показал более высокую урожайность, чем стандарт Рапан (8,54 и 7,93 т/га соответственно), а также превосходил его по массе 1000 зёрен (32,3 г против 28,0 г) и устойчивости к пирикулярриозу (ИРБ 22,6 % против 48,7 %). По остальным признакам сравниваемые сорта имели близкие значения.

В 2013 году новый сорт Партнёр был передан на Государственное испытание. По результатам двух лет изучения, включён в реестр селекционных достижений, и с 2016 года допущен к использованию по Краснодарскому краю.

Ключевые слова: *рис, селекционный питомник, контрольный питомник, конкурсное сортоиспытание, Государственное сортоиспытание, сорт, сортообразец, ДНК-маркирование, донор, ген, отбор, пирикулярриоз, урожайность, качество зерна.*

V.N. Shilovsky, Doctor of Agricultural Sciences, main research associate;

I.I. Suprun, Candidate of Biological Sciences, senior research associate;

A.M. Ogly, research associate, head of the laboratory селекции

FSBSI "All-Russian Research Institute of Rice",

(350921, Krasnodar, v.of Belozersky, 3; email: arrri_kub@mail.ru)

THE DEVELOPMENT STAGES OF THE RICE VARIETY 'PARTNER' WITH A GENE OF RESISTANCE TO RICE BLAST DISEASE PI-B

Blast disease is a widely spread and harmful disease of rice. The most reliable method to fight with it is a development of resistant varieties. The article presents the development stages of the new rice variety 'Partner' with higher resistance to blast disease. It has been shown that on the basis of DNA-markers we developed breeding material with a gene of resistance to blast disease Pi-b. The donor of the gene Pi-b was the later maturing Japanese variety 'BL-1'. The recipient was the variety 'Yantar' cultivated in the Krasnodar area. The obtained material allowed identifying and studying 20 lines in the breeding seed plot. The estimation of the material in the breeding seed plot resulted in the identification of five best lines and their introduction into the control seed plot. According to the complex of economic traits two variety samples 'KP 117-09' and 'KP 126-09' were identified. The variety sample 'KP 117-09' showed 24.9 % of blast disease development during artificial infection, 'KP 126-09' had 27.7%. The rest varieties including the standard variety 'Rapan' had a larger percent of infection (42.7%). In 2011-2013 the identified samples were subjected to a competitive testing. According to the results the variety sample 'KP 117-09' (named as 'Partner') was found the best and was sent to the State Variety Testing. On average the variety 'Partner' showed better productivity that 'Rapan' (8.54 and 7.93 t/ha respectively); it surpassed the standard variety in the trait '1000-kernel weight' (32.3 g vs 28.0g) and in resistance to blast disease (22.6% vs 48.7%). The other traits of the comparing varieties had the close values. In 2013 the new variety 'Partner' was sent

to the State Variety Testing. Due to two years of study it was introduced into the List (Register) of Breeding Achievements and since 2016 it was approved for use in the Krasnodar Area.

Keywords: *rice, breeding seed plot, control seed plot, competitive variety testing, State Variety Testing, variety, variety sample, DNA-marker, donor, gene, selection, blast disease, productivity, grain quality.*

Введение. Получение высокого и экономически оправданного урожая хорошего качества является основной целью рисоводческих предприятий. Достижение этой цели во многом зависит от создания и внедрения в производство новых высокоурожайных сортов риса с высоким качеством зерна и крупы, устойчивых к различным стресс-факторам. Особенно важна в условиях современного рисоводства устойчивость сортов к пирикулярриозу, так как в годы эпифитотий теряется до 30 % урожая, а дополнительные затраты на обработку посевов фунгицидами ведут к увеличению себестоимости единицы продукции [1]. В связи с этим создание сортов риса с повышенной устойчивостью к пирикулярриозу, на фоне острой необходимости биологизации земледелия является актуальным направлением в селекции данной культуры.

Эту задачу позволяют решить современные достижения в технологии ДНК-маркирования, которые позволяют проводить оценку и отбор исходного селекционного материала по генотипу на основе молекулярного анализа.

Целью работы являлось создание нового сорта риса с геном устойчивости к пирикулярриозу *Pi-b* на основе сорта риса Янтарь.

Материалы и методы. В работе использовали ген устойчивости к пирикулярриозу *Pi-b*. Он хорошо изучен и биотехнологами ВНИИ риса разработана его внутригенная маркерная система, апробированная на практике [2]. Донором гена *Pi-b* послужил позднеспелый японский сорт *BL-1*. В качестве реципиента использовали возделываемый в Краснодарском крае сорт Янтарь. Идентификацию гена *Pi-b* осуществляли с помощью созданного ранее кодоминантного ДНК-маркера к нему [3]. Экстракцию ДНК проводили ЦТАБ методом [4], ПЦР-анализ – по стандартным методикам [5], используя наборы производства ООО «СибЭнзим» (Россия). Продукты амплификации анализировали путём электрофореза в 2-% агарозном геле на основе 0,5xТрис боратного буфера, визуализировали бромистым этидием и фотографировали в ультрафиолете.

Гибридизацию растений осуществляли твел-методом с применением пневмокастрации.

Полевые опыты проводили на рисовой оросительной системе опытно-производственного участка «ВНИИ риса».

Селекционный питомник закладывался кассетной сеялкой *WINTERSTEIGER «Rowseed»* однорядковыми деланками длиной 2,5 м с нормой высева 100 зерен в рядок и междурядьями 22 см [6].

Контрольный питомник засевали сеялкой с центральным высевающим аппаратом *WINTERSTEIGER «Plotseed XL»* парностандартным дактиль-методом [7]. Площадь деланки 6,75 м². Норма высева – 400 всхожих зерен на 1 м².

Посев конкурсного сортоиспытания осуществлялся сеялкой с центральным высевающим аппаратом *WINTERSTEIGER «Plotseed XL»*, деланками площадью 20,25 м² и нормой высева – 700 всхожих зерен на 1 м². Повторность – 4-кратная с рендомизированным способом размещения деланок [8]. Учёт урожая проводили методом сплошного обмолота малогабаритным комбайном *DKC-515*, с пересчётом на стандартную влажность.

Оценку устойчивости номеров контрольного питомника и конкурсного испытания к пирикуляриозу в условиях искусственного заражения проводили сотрудники лаборатории защиты риса («ВНИИ риса»), оценку на технологические качества зерна – сотрудники лаборатории качества («ВНИИ риса»).

Статистическую оценку результатов научных исследований проводили по Б.А. Доспехову [9] и А.Х. Шеуджену [10].

Результаты. После гибридизации полученные растения F₁ анализировали на наличие гена с помощью ДНК-маркирования. В популяции F₂ проводили отбор растений с продолжительностью вегетационного периода, близкой к сорту – реципиенту Янтарь, которые использовали в качестве отцовской формы для скрещивания с ним. В дальнейшем путём самоопыления гибридных растений BC1F₁ получена популяция BC1F₃, из которой методом ДНК-маркирования выделили растения, несущие доминантный аллель гена Pi-b в гомозиготном состоянии.

После дальнейших двух циклов самоопыления в условиях вегетационного опыта, были отобраны 20 лучших линий BC1F₄ для селекционного питомника. Из них, после визуальной оценки по комплексу признаков, включены в контрольный питомник (КП) 5 линий. Результаты оценки линий в контрольном питомнике сведены в таблицы 1 и 2.

1. Урожайность и технологические качества зерна линий контрольного питомника
(2010 г.)

Номер делянки КП	Урожай- ность, т/га	Веgetа- ционный период, дней	Стекло- видность, %	Плёнча- тость, %	Масса 1000 зёрен, г	Индекс зерновки (l/b)	Выход крупы, %
Рапан (st)	6,25	116	95,0	20,0	28,5	2,1	67,5
117-09	7,11	117	93,0	19,8	32,1	2,4	66,3
120-09	6,31	115	86,0	19,7	31,5	2,2	67,6
123-09	5,63	112	92,0	19,7	31,0	2,3	68,2
126-09	6,51	116	90,0	20,8	30,9	2,3	66,2
129-09	7,02	114	83,0	19,0	32,3	2,3	69,7
НСР ₀₅	0,28	-	-	-	-	-	-

2. Биометрические характеристики линий контрольного питомника (2010 г.)

Номер делянки КП	Кусти- стость	Высота растений, см	Длина метёлки, см	Коли- чество колосков в метёлке, шт	Стериль- ность метёлки, %	Плот-ность метёлки, шт/см	Масса зерна с метёлки, г
Рапан (st)	1,9	87,7	17,6	153,4	10,0	8,7	4,09
117-09	1,8	84,6	17,2	150,6	7,9	8,8	4,58
120-09	2,2	85,6	16,9	138,6	7,1	8,2	4,13
123-09	1,9	82,1	17,1	133,4	7,6	7,8	3,54
126-09	2,3	86,1	18,3	154,9	9,2	8,5	4,58
129-09	1,6	85,1	18,4	132,1	7,6	7,2	4,06

Как видно из представленных таблиц, выделенные формы продуктивны и имеют короткую соломинку, что благоприятно сказывается на устойчивости растений к полеганию. По урожайности выделяются номера КП 117-09, КП 126-09 и КП 129-09, но последний имеет пониженное качество зерна (низкая стекловидность). Поэтому для дальнейшего изучения были оставлены КП 117-09 и КП 126-09. При этом окончательную оценку сортообразцам даёт их устойчивость к пирикулярриозу. При искусственном

заражении интенсивность развития болезни (ИРБ) у КП 117-09 составила 24,9 %, у КП 126-09 – 27,7 %. Остальные сортообразцы, включая сорт-стандарт Рапан, имели более высокий процент поражения листовой поверхности (42,7 %).

В ходе конкурсного испытания с 2011 по 2013 годы выделился по комплексу хозяйственно-ценных признаков сортообразец КП 117-09 и под названием Партнёр был передан для изучения в Государственное сортоиспытание. Его характеристика в сравнении со стандартом Рапан, приведена в таблице 3.

3. Характеристика сорта Партнёр в сравнении со стандартом Рапан
(среднее за 2011-2013 гг.)

Признаки	Партнёр	Рапан (st)
Урожайность, т/га	8,54	7,93
Вегетационный период, дней	115,7	112,7
Кустистость, стеблей	1,8	1,7
Высота растений, см	87,3	91,0
Длина метёлки, см	15,1	15,0
Колосков в метёлке, шт	96,6	113,6
Стерильность метёлки, %	12,7	5,3
Плотность метёлки, шт/см	6,8	8,0
Масса зерна с метёлки, г	2,69	3,12
Масса 1000 зёрен, г	32,3	28,0
Плёнчатость, %	18,7	19,0
Стекловидность, %	97,0	94,0
Трещиноватость, %	20,3	19,0
Отношение длины зерновки к ширине (l/b)	2,4	2,1
Общий выход крупы, %	70,3	70,3
Целого ядра в крупе, %	85,5	86,4
Устойчивость к пирикулярриозу (ИРБ*), %	22,6	48,7

*- интенсивность развития болезни.

Из приведённых в таблице данных видно, что сравниваемые сорта имеют близкие характеристики по многим признакам. Однако преимущество сорта Партнёр наблюдается по урожайности, кустистости и индексу зерновки (l/b), а также по устойчивости к пирикулярриозу.

По результатам изучения в 2014-2015 гг. на Госсортоучастках Краснодарского края сорт был внесён в Государственный реестр и допущен к использованию по данному региону с 2016 года. Урожайность сорта Партнёр в среднем за годы изучения составила

8,74 т/га при урожайности сортов-стандартов Рапан, Флагман 7,23 и 8,14 т/га соответственно.

Таким образом, в результате проведённой работы был создан селекционный материал с интрогрессированным геном устойчивости к пирикулярриозу *Pi-b*. Используемая схема, включающая два цикла возвратных скрещиваний с последующим получением самоопылённых популяций и их оценкой в звеньях селекционного процесса, позволила создать новый сорт риса Партнёр с геном устойчивости к пирикулярриозу *Pi-b* и комплексом хозяйственно-ценных признаков, пригодный для возделывания в рисосеющих хозяйствах Краснодарского края. Новизна сорта риса Партнёр подтверждена патентом РФ № 8288 с приоритетом от 25.11.13 г. и датой регистрации 01.03.16 г.

Литература

1. Зеленский, Г.Л. Борьба с пирикулярриозом риса путём создания устойчивых сортов / Г.Л. Зеленский. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 92 с.
2. Супрун, И.И. Селекционные и молекулярно-генетические методы в создании устойчивых к пирикулярриозу линий риса / И.И. Супрун, В.Н. Шиловский, В.Я. Рубан // Вестник РАСХН. – 2012. – № 1. – С. 60-62.
3. Супрун, И.И. Создание внутригенного ДНК-маркера гена устойчивости к пирикулярриозу риса *Pi-b* и его использование в практической селекции / И.И. Супрун, Е.Т. Ильницкая, Ж.М. Мухина // Сельскохозяйственная биология. – 2007. – № 5. – С. 63-66.
4. Murray, M.G. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA / M.G. Murray, W.F. Thompson // Nucleic Acids Research. – 1980. – V 80. – P. 4321-4325.
5. Шибата, Д.К. Полимеразная цепная реакция и молекулярно-генетический анализ биоптатов // Молекулярная клиническая диагностика. – М.: Мир, 1999. – С. 395-427.
6. Сметанин, А.П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству и контролю за качеством семян риса / А.П. Сметанин, В.А. Дзюба, А.И. Апрод – Краснодар, 1972. – 186 с.
7. Сазанов, В. И. Сельскохозяйственное опытное дело в растениеводстве и его методика / В. И. Сазанов. – Сельхозиздат, 1962. – С. 69-81.
8. Ковалёв, В.С. Совершенствование методики и техники закладки конкурсного сортоиспытания риса / В.С. Ковалёв, Н.В. Остапенко // Тезисы докладов конф. молодых учёных и специалистов. – Краснодар, 1987. – С. 10-12.

9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Колос, 1979. – 416 с.
10. Шеуджен, А. Х. Агрохимия. Ч. 2. Методика агрохимических исследований / А. Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: Куб ГАУ, 2015. – 702 с.

Literature

1. Zelensky, G.L. The fight with rice blast disease by the developing of stable varieties/ G.L. Zelensky. – Krasnodar: KubSAU, 2013. – 92 p.
2. Suprun, I.I. Breeding and molecular-genetic methods in the developing of the rice lines resistant to blast disease / I.I. Suprun, V.N. Shilovsky, V.Ya. Ruban // Vestnik RAA, 2012. – № 1. – PP. 60-62.
3. Suprun, I.I. The creation of Pi-b, an intragenic DNA-marker of resistance to blast disease and its use in practical breeding / I.I. Suprun, E.T. Ilnitskaya, Zh.M. Mukhina // Agricultural biology, 2007. – № 5. – PP. 63-66.
4. Murray, M.G. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA / M.G. Murray, W.F. Thompson // Nucleic Acids Research, 1980. – V 80. – P. 4321-4325.
5. Shibata, D.K. Polymerase chain reaction and molecular-genetic analysis of biopsy // Molecular of clinic diagnostics. – M.: Mir, 1999. – PP. 395-427.
6. Smetanin, A.P. Methods of experiments in breeding, seed-growing and control of rice quality / A.P. Smetanin, V.A. Dzyuba, A.I. Aprod. – Krasnodar, 1972. – 186 p.
7. Sazonov, V.I. Agricultural experience in plant-growing and its methodology / V.I. Sazonov. – Selkhozizdat, 1962. – PP. 69-81.
8. Kovalev, V.S. The improvement of the methodology and technology of starting of a competitive variety testing of rice / V.S. Kovalev, N.V. Ostapenko // Abstracts of the reports of the confer. for young researchers and specialists. – Krasnodar, 1987. – PP. 10-12.
9. Dospekhov, B.A. Methodology of a field trial / B.A. Dospekhov. – Moscow: Kolos, 1979. – 416 p.
10. Sheydzhen, A.Kh. Agrochemistry. Part 2. Methodology of agrochemical researches / A.Kh. Sheydzhen, T.N. Bondareva. – Krasnodar: KubSAU, 2015. – 702 p.

УДК 633.11:631.527:632

И.Б. Аблова, доктор сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией;
Л.А. Беспалова, академик РАН, заведующая отделом;
Ф.А. Колесников, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник;
Г.Д. Набоков, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;
В.Я. Ковтуненко, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник;
В.А. Филобок, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;
Р.О. Давоян, доктор биологических наук, заведующий отделом;
Ж.Н. Худокормова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;
Л.М. Мохова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;
Ю.Г. Левченко, научный сотрудник;
А.С. Тархов, младший научный сотрудник,
*ФГБНУ Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
 им. П.П.Лукьяненко (350012, Краснодарский край, г. Краснодар, Центральная
 усадьба КНИИСХ, ablova@mail.ru)*

ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ В КНИИСХ ИМ. П.П. ЛУКЬЯНЕНКО

В статье изложены принципы, методы, а также результаты исследований по созданию сортов озимой пшеницы, устойчивых к наиболее распространенным и вредоносным болезням. Охарактеризованы множественные фитосанитарные риски, представляющие угрозу стабилизации валовых сборов зерна пшеницы. Представлены основные направления селекционно-иммунологических исследований в институте, материалы и методы, которые используются в селекции пшеницы на иммунитет. Обсуждены результаты комплексной иммунологической оценки сортов озимой пшеницы по устойчивости к бурой ржавчине. Молекулярный скрининг показал, что сорта озимой пшеницы, созданные в институте, обладают различными типами и генетически детерминированной природой устойчивости. Установлено, что в коммерческих сортах распространение получили слабоэффективные гены устойчивости *Lr1*, *Lr10*, *Lr26*, *Lr34* и их различные сочетания или «пирамиды». Представлена классификация сортов по степени поражения стеблевой ржавчиной, имеющая важное значение в селекции и для осуществления генетического мониторинга резистентности к болезни с целью оптимизации фитосанитарного состояния в пшеничных агрофитоценозах. Установлено, что наиболее эффективным методом создания сортов, резистентных к фузариозу колоса, является сложная ступенчатая гибридизация, направленная на пирамидирование генов специфической и неспецифической устойчивости. Важным моментом селекционной

работы является проведение многократных отборов в гибридных популяциях, начиная с F₂, на фоне искусственного заражения. С использованием таких подходов создан и допущен к использованию в производстве новый сорт Уруп.

Ключевые слова: пшеница, селекция, сорт, линия, устойчивость к болезням, искусственное заражение, скрининг.

I.B. Ablova, Doctor of Agricultural Sciences, head of the laboratory;
L.A. Bessalova, academician of RAS, head of the department;
F.A. Kolesnikov, Doctor of Agricultural Sciences, main research associate;
G.D. Nabokov, Candidate of Agricultural Sciences, leading research associate;
V.Ya. Kovtunenkov, Doctor of Agricultural Sciences, main research associate;
V.A. Filobok, Candidate of Agricultural Sciences, leading research associate;
R.O. Davoyan, Doctor of Biological Sciences, head of the department;
Zh.N. Khudokormova, Candidate of Agricultural Sciences, senior research associate;
L.M. Mokhova, Candidate of Agricultural Sciences, senior research associate;
Yu.G. Levchenko, research associate;
A.S. Tarkhov, junior research associate,
FSBSI Krasnodar Research Institute of Agriculture named after P.P. Lukiyanenko
(350012, Krasnodar region, Krasnodar, Central Farmstead of KRIA; email:
ablova@mail.ru)

PRINCIPLES AND METHODS OF WHEAT BREEDING ON TOLERANCE TO DISEASES IN KRIA NAMED AFTER P.P. LUKIYANENKO

The article deals with the principles, methods and study results of the development of winter wheat varieties, tolerant to the widely spread and harmful diseases. The article gives the characteristics of phytosanitary risks dangerous for the gross yields of wheat. The main trends of the breeding-immunological researches in the institute, materials and methods which are used in wheat breeding for their immunity have been presented here. The results of the complex immunological assessment of winter wheat varieties tolerant to leaf rust are discussed in the article. The molecular screening showed that the winter wheat varieties, developed in the institute, possessed different types of tolerance genetically determined by the nature. It was established that the commercial varieties possessed poorly effective genes of tolerance Lr1, Lr10, Lr26, Lr34 and their various combinations or 'pyramids'. The article presents the classification of the varieties according to the degree of their infection with leaf rust that is of great importance for the breeding and the conducting of genetic monitoring of disease resistance, to optimize phytosanitary state in the wheat agro phytocenosis. It has been determined that the most efficient method to create the varieties tolerant to head fusarium is a complex hybridization, intended on the pyramiding of the genes with specific and unspecific resistance. The important thing of the breeding work is to carry out multiple selections in the hybrid populations, starting

with F₂ under artificial infection. Using such methods the new variety 'Urup' has been obtained and approved for use in the production.

Keywords: *wheat, plant-breeding, variety, line, tolerance to diseases, artificial infection, screening.*

Введение. В настоящее время селекция пшеницы на иммунитет является одним из приоритетных и актуальных направлений. Актуальность работы обусловлена сложной и нестабильной фитосанитарной обстановкой в интенсивных агрофитоценозах. Именно сорт, обладающий групповой или комплексной устойчивостью, рассматривается сегодня в качестве основного средообразующего фактора, на который направлено действие всех основных элементов технологий фитосанитарной оптимизации агроэкосистем [1].

На посевах озимой пшеницы в Краснодарском крае сложились свои специфические патоконплексы. Наибольшее распространение и эпифитотийную опасность представляют листовые болезни (бурая и желтая ржавчины, желтая пятнистость или пиренофороз, септориоз, мучнистая роса). Прогрессирует развитие корневых и стеблевых гнилей различной этиологии, твердой головни, вирусных болезней, спорыньи. В отдельные годы, широкое распространение получает особо вредоносное заболевание – фузариоз колоса. При определенных погодных условиях фитопатогенный комплекс расширяется за счет возбудителей, вызывающих снежную плесень, фузариозный ожог листьев, чернь колоса и др.

Учитывая региональные множественные фитосанитарные риски, основными направлениями иммунологических исследований в институте являются:

- мониторинг фитосанитарного состояния посевов, изучение видовой и внутривидовой структуры популяций возбудителей;
- создание постоянно действующих в полевых условиях искусственных инфекционных и провокационных фонов по бурой, желтой, стеблевой ржавчинам, мучнистой росе, септориозу, фузариозу колоса и твердой головне, наиболее полно дифференцирующих изучаемый материал по устойчивости к болезням, совершенствование методов инокуляции растений, оценок и отборов;
- скрининг сортов, селекционного материала на устойчивость к болезням на искусственных инфекционных фонах;
- изучение генофонда пшеницы отечественной и зарубежной селекции, выявление источников устойчивости и создание на их основе доноров с комплексной резистентностью к патогенам;

- изучение эффективности генов устойчивости пшеницы к возбудителям болезней в разные фазы вегетации растения-хозяина;

- идентификация генов устойчивости к фитопатогенам у сортов, селекционных линий, коллекционных образцов с использованием молекулярного маркирования.

Разработанная нами технология селекции пшеницы на устойчивость к комплексу болезней включает оптимальную систему иммунологических оценок и отборов, которая органично вписывается в схему селекционного процесса. Схема предусматривает наличие автономных искусственных инфекционных фонов по ряду болезней, одновременное тестирование материала в географических точках на естественном инфекционном фоне. Искусственные инфекционные фоны создаются по общепринятым в институте и мировой науке методикам, а также применяются методы, разработанные или усовершенствованные нами.

В селекции на устойчивость к болезням используются традиционные методы: внутривидовая и отдаленная (межвидовая, межродовая) гибридизация; индивидуальный и массово-индивидуальный отбор иммунологически-ценных форм на жестких инфекционных фонах, отбор с использованием молекулярных маркеров. В качестве исходного материала привлекаются эколого-географически отдаленные источники и доноры устойчивости, высоко адаптивные сорта и линии собственной селекции, геномно-добавленные и геномно-замещенные синтетические формы, созданные отделом биотехнологии института. Для создания генетически разнообразного исходного материала и сортов с различной генетически детерминированной природой устойчивости к комплексу болезней мы привлекаем гены, контролирующие устойчивость к трем видам ржавчины, мучнистой росе, фузариозу колоса, твердой головне. В настоящее время в нашем арсенале более 30 генов устойчивости к болезням: *Lr9*, *Lr10*, *Lr19* (*Sr25*), *Lr21*, *Lr24* (*Sr24*), *Lr28*, *Lr34* (*Yr18*, *Pm38*), *Lr37* (*Yr17*, *Sr38*), *Lr38*, *Lr39*, *IBL/IRS* (*Lr26*, *Yr9*, *Sr31*, *Pm8*), *Yr10*, *Sr36*, *Sr2*, *Sr35*, *Fhb1*, *Fhb2*, *Qfhs.ifa-5A*, *BtZ*, *Bt8*, *Bt9*, *Bt10*.

Ежегодно на искусственных инфекционных и провокационных фонах изучается по устойчивости к наиболее распространенным и вредоносным болезням большое количество материала, представленного сортами, селекционными линиями конкурсных сортоиспытаний, образцами мирового генофонда. В распоряжении селекционеров имеется рабочая коллекция озимой и яровой пшеницы (мягкой и твердой), тритикале, которая насчитывает около 3500 образцов из 55 стран мира. Она постоянно пополняется новыми генотипами, изучается по адаптивно значимым признакам и широко используется в селекционных программах.

Образцы мирового генофонда изучаются по устойчивости к наиболее вредоносным болезням при искусственном заражении и на естественном инфекционном фоне (таблица 1).

1. Дифференциация образцов мирового генофонда пшеницы по устойчивости к болезням, искусственные инфекционные фоны, КНИИСХ (2009-2011 гг.)

Название болезни	Изучено, шт.	Соотношение по группам устойчивости, %			
		У*	СУ	СВ	В
Фузариоз колоса	1360	4,4	7,8	13,2	74,6
Твердая головня	710	4,3	8,9	21,5	64,3
Септориоз	1670	16,4	22,7	28,3	27,6
Мучнистая роса	1670	14,3	25,7	33,1	26,9
Бурая ржавчина	1890	10,1	16,9	27,1	46,9
Желтая ржавчина	1300	13,5	23,5	6,2	55,8
Стеблевая ржавчина	630	8,1	24,5	11,5	55,9

У – устойчивые; СУ – среднеустойчивые; СВ – средневосприимчивые; В – восприимчивые

Анализ показал, что доля устойчивых генотипов варьирует в пределах от 4 до 16%. Не все образцы подтверждают устойчивость в условиях Краснодара при многолетнем изучении. Ограниченное количество надежных доноров и генетически разнородных источников является одной из наиболее острых проблем селекции на устойчивость к болезням.

Комплексная иммунологическая оценка сортов по устойчивости к бурой ржавчине позволила распределить их на пять групп в зависимости от величины латентного периода, типа реакции на внедрение патогена, степени поражения на естественном и искусственном инфекционном фонах, площади под кривой развития болезни: устойчивые, среднеустойчивые, с полевой устойчивостью, средневосприимчивые, восприимчивые. Устойчивые сорта характеризуются наибольшей продолжительностью латентного периода (16-18 дней), устойчивым и умеренно устойчивым типом реакции (R, MR), степень поражения листа на искусственном инфекционном фоне не превышает 20%. В эту группу входят Васса, Веда, Вершина, Дока, Иришка, Краля, Курень, Лебедь, Лига 1, Ольхон, Юка, ЮМПА, Юнона и др.

Среднеустойчивые сорта обладают умеренно устойчивым типом реакции (MR), степень поражения листа при искусственном заражении варьирует от 20 до 30%. К этой группе относятся Айвина, Бригада, Кума, Лауреат, Табор, Творец, Трио, Утриш, Этнос и др.

В группу сортов с полевой устойчивостью входят сорта с умеренно восприимчивым типом реакции на внедрение патогена (MS). В условиях естественного инфекционного

фона интенсивность поражения достигает 30%, при искусственной инокуляции в отдельные годы она близка к 60%. Период скрытого течения болезни составляет 12-14 суток. Представителями этой группы сортов являются Афина, Виза, Грация, Дмитрий, Доля, Есаул, Зимница, Калым, Москвич, Первица, Протон, Сила, Таня, Фортуна и др.

В настоящее время иммунологическое тестирование сортов дополняется молекулярными методами идентификации *Lr*-генов. Современная селекция предусматривает обязательное включение молекулярного скрининга для идентификации генов. Следует отметить, что только комплексное использование фитопатологических и молекулярных подходов позволяет с высокой достоверностью охарактеризовать генетическую детерминацию устойчивости у изучаемого материала [2]. В настоящее время в отделе биотехнологии института осуществляется работа по идентификации генов устойчивости к бурой ржавчине и другим болезням с использованием молекулярного маркирования. Молекулярный анализ проводили на наличие генов: *Lr1*, *Lr9*, *Lr10*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr26*, *Lr34*, *Lr37*, *Lr39*. Анализ показал, что сорта озимой пшеницы, созданные в институте, обладают различными типами и генетически детерминированной природой устойчивости. Установлено, что в коммерческих сортах отсутствуют гены, эффективные в большинстве регионов страны: *Lr9*, *Lr24*. Распространение получили слабоэффективные гены устойчивости *Lr1*, *Lr10*, *Lr26*, *Lr34* и их различные сочетания или «пирамиды». Впервые в РФ создан сорт Морозко, высокая устойчивость которого детерминирована среднеэффективным геном возрастной устойчивости *Lr37* в комбинации с геном *Lr26*. Следует отметить, что в условиях Краснодарского края хороший эффект по устойчивости к бурой ржавчине показывают комбинации генов *Lr10+Lr26+Lr34*, *Lr26+Lr34*, *Lr10+Lr26*, *Lr10+Lr34*, *Lr26+Lr37*.

В настоящее время селекция проводится одновременно на основе разных источников с широким использованием иностранных сортов, обладающих разными генами и типом устойчивости (ТАМ 200, Arapachoe, SW Tataros, Striker, Midas, MV Vekni, Kapchorn, Alkazar, KS93U62 и др.). На всех этапах селекционного процесса создан и изучается новый селекционный материал с комплексом эффективных генов устойчивости к болезням. Линии с пирамидами генов (*Lr19+Lr9*, *Lr24+Lr37*, *Lr24+Lr19*, *Lr37+Lr26*, *Lr37+Lr26+Lr34* и др.), полученные с использованием новых методов молекулярного отбора, широко вовлекаются в гибридизацию.

Среди большого генетического разнообразия современных сортов селекции института по результатам изучения в полевых условиях на искусственном инфекционном фоне 23 сорта озимой мягкой пшеницы проявляют устойчивость к краснодарской

популяции возбудителя стеблевой ржавчины. Высокой устойчивостью к *Puccinia graminis* обладают Айвина, Афина, Васса, Веда, Вита, Восторг, Дока, Иришка, Коллега, Красота, Курень, Ласточка, Паллада, Утриш, Фортуна. По результатам тестирования краснодарских сортов по устойчивости к *Ug99* в 2006 году в международном питомнике, который находится в Кении, отличные результаты показали сорта Красота, Крошка, Юбилейная 100, Старшина, Безостая 1.

В настоящее время активизирована работа по изучению генетики устойчивости сортов к возбудителю стеблевой ржавчины, в том числе и современными молекулярно-генетическими методами.

При проведении ПЦР - анализа с использованием молекулярных маркеров ген *Sr31* выявлен у 21 сорта озимой мягкой пшеницы из 59, что составляет 35,6% от общего количества изученных генотипов. При искусственном заражении они обладают широким спектром реакций на *P. graminis*: от высокоустойчивых (Васса, Дока, Иришка, Утриш, Фортуна и др.) до восприимчивых (Вершина, Таня и др.). Есть сорта со средним уровнем выраженности признака (Первица, Юка), которого достаточно для сдерживания возможных эпифитотий. Ген *Sr25*, эффективный против расы *Ug99*, идентифицирован у сорта Паллада; ген *Sr31* установлен у сортов Аврора, Айвина, Васса, Вершина, Восторг, Иришка, Кавказ, Курень, Красота и др.

В последние годы проблема фузариоза колоса и загрязнения зерна микотоксинами признана всем мировым сообществом. Растет интерес к проблеме фузариоза и в России, в т.ч. на Северном Кавказе. Имеются бесспорные доказательства опасности микотоксинов для здоровья человека и животных. Химическими средствами защиты проблема решается не полностью. По данным Иващенко В.Г. и др. (2004), детоксикация зерна не дает ощутимого эффекта, а биологическая эффективность фунгицидов не превышает 50-60% [3]. Приоритет в борьбе с фузариозом колоса принадлежит генетическому методу защиты в сочетании с агротехническим.

В институте ведется многолетняя масштабная селекционная работа по выведению новых устойчивых сортов озимой пшеницы к фузариозу колоса. Опыт мировых достижений и наши исследования показали, что использование в селекционных программах доноров и источников специфической устойчивости не позволило получить высокопродуктивные сорта с высокой резистентностью. Приоритет в селекции на устойчивость к фузариозу колоса принадлежит созданию сортов, сочетающих высокую продуктивность и общую адаптивность с повышенной сопротивляемостью к болезни. Такие сорта созданы и выявлены на этапе работы по изучению взаимодействия генотип сорта - *Fusarium graminearum* в условиях искусственной инокуляции. Результаты наших

исследований позволили установить селекционный сдвиг при выведении фузариозоустойчивых сортов, дифференцировать сорта на кластеры согласно степени и типу устойчивости к болезни. Анализ показал, что среди сортов последней сортосмены (2009-2015 гг.) на долю фузариозоустойчивых приходится более 20% от общего количества, это такие, как Адель, Афина, Баграт, Курс, Сила, Творец, Уруп, Юка.

Установлено, что наиболее эффективным методом создания сортов, резистентных к фузариозу колоса, является сложная ступенчатая гибридизация, направленная на пирамидирование генов специфической и неспецифической устойчивости. Наилучшие результаты получены при использовании в качестве реципиентов устойчивых или умеренно устойчивых сортов и линий, адаптированных к местным условиям. Важным моментом селекционной работы является проведение многократных отборов в гибридных популяциях, начиная с F_2 , на фоне искусственного заражения.

Во многих странах в качестве родительских компонентов используют всемирно известные доноры специфической устойчивости – *Sumai 3* и его производные. Нам удалось создать новый сорт Уруп на базе собственных источников, устойчивость которого на фоне высокой инфекционной нагрузки соответствует лучшему в мире индикатору резистентности – *Sumai 3*. Высокая эффективность систем самозащиты нового сорта от фузариоза колоса получила подтверждение при многолетнем испытании по предшественнику кукуруза на зерно на Кочубеевском ГСУ Ставропольского края, расположенном в зоне, насыщенной посевами кукурузы, и в котором погодные условия ежегодно благоприятствуют развитию и распространению фузариоза колоса. Отличные результаты сорт показывает при искусственном заражении ржавчинами (бурой и желтой), септориозом и мучнистой росой (таблица 2). Сорт Уруп в 2015 году включен в Госреестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию в производстве.

2. Иммунологическая характеристика сорта Уруп (КНИИСХ, КСИ, 2013-2015 гг.)

Название болезней	Уруп	Память, ст.
Ржавчина бурая, %, тип реакции	5 R*	70 S
Ржавчина желтая, %	20 R	50 MS
Септориоз, %, балл	20/5 R	47/7 MS
Мучнистая роса, %, балл	15/5 R	33/5 MS
Фузариоз колоса/зерна, балл	3/2,5 R	6/4 MS

R – устойчивость; MS – умеренная восприимчивость; S - восприимчивость

Большой интерес представляют новые фузариозоустойчивые селекционные линии, которые могут служить надежными донорами устойчивости к фузариозу колоса: 5915h14, 6355h18, 05-59a69, 08-309a33, 2149к11-1, 2140к64-3, 251-06f18, 170-03f3, 199-05f34, 5-

09kf39, 2-09kf21 и др. Привлечение их в гибридизацию облегчит отбор желаемых генотипов.

Результаты иммунологического скрининга сортов при искусственном заражении в полевых условиях популяцией возбудителя *Septoria tritici* позволили классифицировать их по устойчивости. Лучшими, созданными на разных этапах селекции, являются Краснодарская 6, Соратница, Лира, Дельта, Дея, Творец, Юка, Афина, Доля, Адель – это среднерослые сорта. В группу устойчивых входит и полукарликовый сорт Калым, что свидетельствует о возможности преодоления отрицательной корреляционной зависимости между высотой и степенью поражения септориозом, а также о значительном селекционном прогрессе при создании низкорослых септориозоустойчивых сортов. Устойчивость сорта Калым генетически детерминирована и перенесена от устойчивого сорта Дея, который является одной из родительских форм в последнем скрещивании.

Селекция септориозоустойчивых сортов осложнена широкой специализацией возбудителей, высокой вариабельностью экспрессии генов устойчивости под воздействием среды. Поэтому приоритетным направлением является выведение сортов с высокой толерантностью к септориозу.

На основе разработанной нами технологии селекции на устойчивость к болезням, которая широко апробирована и применяется в институте, достигнуты успехи в повышении резистентности сортов к наиболее распространенным и вредоносным болезням. Большая совместная работа селекционеров и иммунологов дает реальную возможность обеспечить сельхозтоваропроизводителей сортами озимой пшеницы, обладающими различной генетически обусловленной основой резистентности и толерантности к фитопатогенам, что способствует оптимизации фитосанитарного состояния и позволяет противостоять возникновению эпифитотий.

Литература

1. Долженко, В.И. Защита растений: состояние, проблемы и перспективы их решения в зерновом производстве / В.И. Долженко, А.И. Силаев // АГРО XXI. – 2010. – №7-9. – С.3-5.
2. Гуляева, Е.И. Методы идентификации генов устойчивости пшеницы к бурой ржавчине с использованием ДНК-маркеров и характеристика *Lr*-генов / Е.И. Гуляева. – СПб.: ВИЗР, 2015. – 71с.
3. Иващенко, В.Г. Фузариоз колоса хлебных злаков / В.Г. Иващенко, Н.П. Шипилова, Л.А. Назаровская. – СПб.: ВИЗР, 2004. – 164с.

Literature

1. Dolzhenko, V.I. Plant protection: state, problems and prospects of their decision in grain production / V.I. Dolzhenko, A.I. Silaev // AGRO XXI. – 2010. – №7-9. – PP.3-5.
2. Gulyaeva, E.I. The methods of identification of the genes of wheat tolerance to brown (leaf) rust using DNA-markers and characteristics of Lr-genes / E.I. Gulyaeva. — StP.: VIZR, 2015. – 71p.
3. Ivashchenko, V.G. Fusarium of the wheat head / V.G. Ivashchenko, N.P. Shipilova, L.A. Nazarovskaya. –StP.: VIZR, 2004. – 164p.

УДК 633.11:631.559

В.Г. Гриценко, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, старший научный сотрудник;

Б.А. Гольдварг, кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующий отделом аридного земледелия
семеноводства и кормопроизводства;

М.В.Боктаев, научный сотрудник
*ФГБНУ Калмыцкий научно-исследовательский институт сельского хозяйства
им.М.Б.Нармаева
(358011, г.Элиста, проспект Городовикова, 5; gb_kniish@mail.ru)*

ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В АРИДНОЙ ЗОНЕ ЮГА РОССИИ

В Республике Калмыкия отрасль растениеводства не является приоритетной, но производству зерна, и особенно озимой пшеницы, уделяется большое внимание. В структуре валового производства зерна на долю озимой пшеницы в последние 10-20 лет приходится от 65,7 до 79,6%. Объясняется это тем, что озимая пшеница лучше других зерновых культур использует биоклиматический потенциал и в аридных условиях ее возделывания. Основная задача сельхозтоваропроизводителей – получать стабильно высокий урожай зерна с хорошим качеством. Для реализации этой задачи необходимо максимально использовать все имеющиеся резервы в технологическом комплексе производства зерна. Одним из таких резервов является внедрение в производство новых и перспективных сортов озимой пшеницы, максимально адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям. Калмыцким НИИСХ в содружестве с Краснодарским НИИСХ длительное время ведется работа по испытанию и созданию сортов озимой пшеницы в жестких почвенно-климатических условиях. В данной работе на основе изучения 125 сортов озимой пшеницы различных селекционных учреждений показана возможность получения стабильных урожаев с высоким качеством зерна. Выявлены

наиболее продуктивные сорта и селекционные линии со зерна средней урожайностью 22,4-24,9 ц/га. Установлена реакция сортов и линий на резко меняющиеся гидротермические условия вегетационного периода, определены наиболее адаптированные к местным условиям сортообразцы – Дон 107, Булгун, Хасыр, Капитан, Яшкулянка, 629/10. Изучено качество зерна, формировавшееся в различных гидротермических условиях вегетационного периода. Установлено, что в экстремальных условиях вегетации 2014 года сорта формировали зерно с наиболее высокими физико-химическими показателями. По мере улучшения условий вегетации (повышения количества осадков – 2015-2013 гг.) наблюдалась отчетливо тенденция снижения качества зерна изучаемых сортов, особенно по количеству белка, клейковины и ее качества.

Установлены сорта, формирующие зерно высоких кондиций, – Булгун, Хасыр, Яшкулянка.

Ключевые слова: сорт, селекционная линия, урожай, продуктивность, качество зерна, озимая пшеница.

V.G. Gritsienko, Candidate of Agricultural Sciences, docent, senior research associate;

B.A. Goldvarg, Candidate of Agricultural Sciences, head of the department of arid agriculture, seed-growing and fodder production;

M.V. Boktaev, research associate

*FSBSI Kalmykiya Research Institute of Agriculture named after M.B. Narmaev
(358011, Elista, Gorodovikov Pr., 5; gb_kniish@mail.ru)*

PRODUCTIVITY OF WINTER SOFT WHEAT VARIETIES IN THE ARID PART OF THE SOUTH OF RUSSIA

The branch of plant breeding in the Republic of Kalmykia is not of the primary importance but the production of grain, especially winter wheat is paid much attention to. The share of winter wheat in the gross grain production is of 65.7-79.6% during the last 10-20 years. It is caused by the fact that winter wheat uses bioclimatic potential of the area better than other crops. The main task of the farmers is to receive high yields of grain with seeds of good quality. To fulfill the task it's necessary to use all available reserves in the technology of grain production. One of such reserves is the implementation of new and promising varieties of winter wheat with great adaptability to the local soil-climatic conditions. Kalmykia RIA together with Krasnodar RIA has been carrying out the trials to develop the varieties of winter wheat in heavy soil-climatic conditions. During the trials the study of 125 varieties of winter wheat developed by different breeding institutions showed the possibility to obtain stable yields with seeds of good quality. There have been identified the most productive varieties and breeding lines with an average productivity of 22.4-24.9 hwt/ha. We have determined the response of the varieties and lines on suddenly changing hydrothermal conditions during the vegetation; we have identified

the most adapted to the local conditions varieties 'Don 107', 'Bulgun', "Khasyr", 'Kapitan', 'Yashkulyanka' and line '629/10'. We have studied quality of the grain, which was formed under various hydrothermal conditions of the vegetation period. It has been determined that in the extreme conditions of vegetation in 2014 the varieties formed grain with better physical and chemical indexes. While improving of the conditions of vegetation (the increase of precipitations in 2013-2015) there was a tendency of worsening of grain quality of the studied varieties, especially in the amount of protein, gluten and its quality. The varieties 'Bulgun', "Khasyr" and 'Yashkulyanka' have been identified as the varieties giving grain of best quality.

Keywords: *variety, breeding line, yield, productivity, grain quality, winter wheat.*

Введение. Республика Калмыкия по географическому положению и климатическим условиям относится к зоне рискованного земледелия. Ее территория делится на три природно-климатические зоны: центральная, западная и восточная. Основными зернопроизводящими зонами являются западная и центральная. В западной зоне выпадает около 400 мм осадков, ГТК = 07-08, сумма активных температур воздуха – 3200-3400⁰С. Центральная зона характеризуется непостоянством климата – от очень засушливого до сухого, количество осадков – 250-300 мм, ГТК= 07-03, сумма активных температур воздуха за вегетационный период полевых культур – 3400-3500⁰С. На территории республики продолжительность периода с температурой воздуха выше +5⁰С колеблется от 205 до 225 дней, выше +10⁰С – от 170 до 180, а на юге – до 185 дней [1]. Учитывая жесткие природно-климатические ресурсы, территория республики является хорошим естественным полигоном для испытания и создания новых сортов зерновых культур.

Годы исследований (2013-2015 гг.) в гидротермическом отношении были неоднозначны. Самым неблагоприятным для зерновых культур был 2014 год с осадками за весенне-летний период вегетации (март-I декада июля) 88,5 мм (60,6%) при многолетней норме 146,0 мм. В 2013 году за этот же период их отмечено 140,3 мм (96,1%), а в 2015 году – 115,5 мм (79,1%). Температурный режим воздуха во все годы исследований превышал многолетнюю норму на 1,1-1,9⁰С. Относительная влажность воздуха в ответственные периоды (налив-созревание зерна) находилась на уровне 19-35%. В таких сложных гидротермических условиях формировался урожай сортов озимой пшеницы.

Материалы и методы. Полевые опыты проводили на опытном поле Калмыцкого НИИСХ в СПОК «Агронива» Целинного района согласно Методике полевого опыта [2]. Почвы опытного участка светло-каштановые, тяжелосуглинистые в комплексе с

солонцами до 30%, содержание гумуса в пахотном горизонте – 1,9%, подвижного фосфора – 20 мг/кг, калия – 364 мг/кг абсолютно сухой почвы. Опыты закладывали в 4-х кратной повторности, размещение вариантов – систематическое. Рабочая площадь делянок – 60м², учетная – 50 м². Посев, фенологические наблюдения, оценку в период вегетации проводили в соответствии с Методикой Госсортсети [3]. Объектом исследования служили 125 сортообразцов озимой мягкой пшеницы различных селекционных учреждений. Предшественник – чистый пар. Агротехника – принятая для возделывания озимых зерновых культур в регионе. В работе использовали полевой, термостатно-весовой, статистический и другие общепринятые методы исследований.

Качество зерна определяли с помощью инфракрасного анализатора марки «infratek 1241» швейцарской фирмы FOSS.

Погодные условия в годы исследований были контрастные, характеризовались значительными колебаниями температуры, относительной влажности воздуха и неравномерностью выпадения осадков. В целом сложившиеся погодные условия достаточно полно отражали особенности климата региона и зоны исследования.

Результаты. Калмыцким НИИСХ длительное время ведутся работы по испытанию и созданию новых сортов озимой пшеницы и тритикале. Наши многолетние исследования [4] показывают, что в аридной зоне юга России современные сорта озимой мягкой пшеницы способны в экстремальных стрессовых условиях формировать не менее 25-30 ц/га зерна (табл. 1).

1. Продуктивность озимой мягкой пшеницы, ц/га

Сортообразец	Г о д ы			Средний
	2013	2014	2015	
Ермак	21,8	14,8	27,1	21,2
Капитан	23,5	14,4	29,2	22,4
Донская безостая	21,7	13,4	22,2	19,1
Ростовчанка 7	22,5	14,7	25,7	21,0
Губернатор Дона	26,6	13,7	26,3	22,2
Изюминка	22,6	15,6	24,5	20,9
Дон 107	22,9	14,5	30,1	22,5
Находка	20,1	13,2	23,3	18,9
Станичная	27,0	13,2	23,8	21,3
Хасыр	24,6	13,7	28,9	22,4
Баир	24,5	12,7	27,0	21,4
Булгун	29,2	14,1	27,7	23,7
Яшкулянка	23,5	14,2	27,0	21,6
629/10	-	17,0	32,7	24,9
430/07	-	15,5	29,9	22,4

В среднем за последние три года наиболее продуктивными сортами отмечены Булгун, Хасыр, Дон 107, Капитан, Губернатор Дона с урожайностью 22,2-23,7 ц/га зерна. Даже в экстремальных условиях 2014 года данные сорта формировали урожай на уровне 14-15 ц/га.

В умеренных условиях вегетации 2013, 2015 гг. их урожайность достигала 27-30 ц/га и более. В оптимальных условиях развития озимая мягкая пшеница в центральной зоне Республики Калмыкия способна давать урожайность до 60 ц/га зерна. Такие условия нами отмечались в 2002 году, когда за весенне-летний период вегетации (март – I декада июля) при норме 146 мм осадков их выпало 175,9 мм (120,5%). В результате имели намолот зерна у сорта Дон 95 и селекционных линий 1027/96, 1081/99, 1466/98 и других по 51,0 ц/га, а у сортов селекции Краснодарского НИИСХ Дея – 53,3 ц/га, Панацея 52 – 59,4 ц/га. У сортов совместной селекции Краснодарского и Калмыцкого НИИСХ Яшкулянка – 50,3 ц/га, Булгун – 57,0 ц/га. Остальная масса сортообразцов формировала от 40 до 50 ц/га зерна. Из изучавшихся селекционных линий заслуживают внимания 629/10, 430/07 с средней урожайностью соответственно 24,9 и 22,4 ц/га зерна. Из вновь поступивших в 2015 году селекционных линий наибольший (29,0 ц/га) сбор зерна получен у образца 1283/12.

Наши исследования [5,6] показывают, что в аридной зоне Юга России наибольший сбор зерна дают сорта, максимально адаптированные к местным почвенно-климатическим условиям. К ним можно отнести Дон 107, Булгун, Хасыр, Капитан, Яшкулянка и некоторые другие. Менее адаптированный сорт Находка во все годы имел низкую продуктивность.

В рыночных условиях успех сорта на потребительском рынке зависит не только от уровня его продуктивности, но также от качества получаемого зерна. Одним из факторов, влияющих на качество зерна, являются погодные условия вегетационного периода, и в частности количество осадков (таблица 2).

2. Качество зерна озимой мягкой пшеницы в зависимости от количества осадков за вегетационный период

Сорт	Натура зерна, г/л	Белок, %	Клейковина, %	Седиментация, мл.
Осадки вегетационного периода 2013г. (140,4 мм – 96,1% от нормы – 146,0 мм)				
Станичная	718	11,3	17,9	27,7
Донская безостая	733	11,8	17,1	28,6
Хасыр	717	11,8	18,3	30,2
Булгун	736	12,7	21,4	35,3
Баир	712	11,1	15,3	27,6
Яшкулянка	733	11,8	19,1	29,5
2014 гг. (88,5 мм – 60,6%)				

Станичная	717	16,1	30,3	53,6
Донская безостая	760	14,5	28,0	50,6
Хасыр	763	16,6	32,2	60,5
Булгун	762	16,7	32,7	58,4
Баир	754	16,4	31,0	60,8
Яшкулянка	731	15,6	28,9	55,8
2015 гг. (115,5 мм – 79,1%)				
Станичная	750	12,7	30,1	25,9
Донская безостая	778	12,0	28,9	31,4
Хасыр	761	12,9	30,8	34,2
Булгун	761	13,6	33,1	37,8
Баир	766	12,7	22,3	36,5
Яшкулянка	778	12,3	21,4	35,1

Из таблицы 2 следует, что на качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы оказывали влияние осадки вегетационного периода. Так, в 2013 году при наличии 140,3 мм осадков сорта формировали зерно невысокого качества. Согласно ГОСТ Р 52554-2006 Станичная, Донская безостая, Баир имели зерно 5-го класса, пригодное только на фуражные и технические цели. Основной причиной послужило низкое содержание клейковины, хотя ее качество по седиментационному показателю соответствует средней силе. Сорта Хасыр, Булгун и Яшкулянка имели зерно 4-го класса – продовольственное. В 2015 году при снижении осадков (115,5 мм-79,1%) качество зерна заметно улучшилось. Все сортообразцы формировали продовольственное зерно, но с дифференциацией по сортам. Зерно у Баир и Яшкулянка относится к 4-му классу, остальные сорта имели 3-й класс. Улучшение качества зерна у всех сортообразцов, в сравнении с 2013 годом, произошло по всем показателям.

В экстремальном 2014 году, с осадками за вегетационный период озимых 88,5 мм (60,6%), продуктивность сортов резко снизилась, однако качество зерна значительно повысилось. Здесь еще сильнее проявились сортовые особенности. Сорта Хасыр и Булгун формировали по всем показателям зерно 1-го класса, имея белка 16,6-16,7%, сырой клейковины 32,2-32,7% соответственно. Качество клейковины по седиментационному показателю 60,5 и 58,4 мл. соответственно, что характеризует ее как очень сильная и сильная. Ко 2-му классу относится зерно у Донской безостой, Баир. Зерно 3-го класса имела Яшкулянка, а 4-го класса – Станичная.

Из таблицы 2 также следует, что наиболее качественное зерно формировалось практически у всех сортов в экстремальных условиях вегетационного периода 2014 года. По мере улучшения условий вегетации (увеличение осадков) наблюдается четкая тенденция снижения физико-химических показателей зерна, особенно по количеству белка, клейковины и ее качеству (седиментационный показатель).

Формирование качества зерна также зависит и от биологических особенностей сорта. Более высококачественным формировалось зерно у сортов совместной селекции Булгун, Хасыр, Яшкулянка, созданных в местных почвенно-климатических условиях.

Выводы. 1. В результате изучения сортового разнообразия озимой мягкой пшеницы установлены наиболее продуктивные сорта со средней урожайностью 22,2-24,9 ц/га – Булгун, Хасыр, Дон 107; Капитан, Губернатор Дона и селекционная линия 629/10.

2. Лучшими по качеству зерна являются сорта Булгун, Хасыр, Яшкулянка.

3. Наиболее высококачественное зерно формировалось в экстремальных условиях вегетационного периода 2014 года. По мере снижения напряженности (увеличение осадков – 2015, 2013 гг.) вегетационного периода наблюдалась тенденция снижения физико-химических показателей качества зерна – количество белка, сырой клейковины и ее качества.

4. Для получения стабильных урожаев озимой пшеницы с высоким качеством зерна в аридных условиях юга России целесообразно использовать максимально адаптированные к местным почвенно-климатическим условиям сорта, а также из других регионов с аналогичными почвенно-климатическими условиями.

Литература

1. Народецкая, Ш.Ш. Агроклиматические ресурсы Калмыцкой АССР / Ш.Ш.Народецкая – отв.редактор. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1974.–170с.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А.Доспехов.-4-е изд., перераб.и доп.–М.; Колос,1979.– 415с.
3. Федин, М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть / М.А. Федин, общая редакция.– М.,1985.–267с.
4. Гольдварг, Б.А. Перспективные сорта озимой пшеницы и тритикале местной селекции / Б.А. Гольдварг, В.Г. Грициенко: Мат. науч. практ. конф. (22-24 мая 2013). – Элиста, 2013.–С.173-175.
5. Грициенко, В.Г. Продуктивность сортов озимой пшеницы местной селекции / В.Г. Грициенко, Б.А. Гольдварг: Мат. науч. практ. конф. (22-24 мая 2013). – Элиста, 2013.–С. 94-98.
6. Грициенко, В.Г. Озимая пшеница и тритикале в засушливых условиях Юга России / В.Г. Грициенко, Б.А. Гольдварг. – Элиста: Броско, 2015.–160с.

Literature

1. Narodetskaya, Sh.Sh. Agroclimatic resources of Kalmykiya AuSSR / Sh.Sh. Narodetskaya. – Leningrad, Gidrometeoizdat, 1974. – 170p.

2. Dospekhov, B.A. Methodology of a field trial / B.A. Dospekhov. – the 4-th iss., apr., add. - M.; Kolos, 1979. – 415p.
3. Fedin, M.A. Methodology of State variety testing of crops. Issue 1. General part / M.A. Fedin, general edition. – M., 1985. – 267p.
4. Goldvarg, B.A. Promising varieties of winter wheat and triticale of the local breeding / B.A. Goldvarg, V.G. Gritsenko: Materials of sc.-pr.conf. (22-24 of May, 2013). – Elista, 2013. – PP.173-175.
5. Gritsenko, V.G. Productivity of winter wheat varieties of the local breeding / V.G. Gritsenko, B.A. Goldvarg: Materials of sc.-pr.conf. (22-24 of May, 2013). – Elista, 2013. – PP. 94-98.
6. Gritsenko, V.G. Winter wheat and triticale in the dry conditions of the south of Russia / V.G. Gritsenko, B.A. Goldvarg. – Elista: Brosko, 2015. – 160p.

УДК 633.16:631.52:581.1

Н.Н. Анисимова, научный сотрудник;
Е.В. Ионов, доктор сельскохозяйственных наук, зав. отделом
*ФГБНУ Всероссийский научно - исследовательский институт зерновых
 культур имени И. Г. Калиненко
 (347740, г. Зерноград, Научный городок 3, vniizk30@mail.ru)*

ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ И ИХ ВКЛАД В ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

В статье изложены результаты диагностики засухоустойчивости образцов ярового ячменя с помощью прямого вегетационного опыта «засушник». Проанализировано, какие из элементов структуры урожая в условиях недостаточной влагообеспеченности являются основными в формировании высокой продуктивности сортов ярового ячменя. Приведены данные по высоте растений ярового ячменя в условиях засухи, оптимального увлажнения и полевого опыта. Высота растений при оптимальной влагообеспеченности (контроль) была в пределах 55-75 см, в условиях жесткой засухи – 40-65 см, а в полевом опыте (естественные условия выращивания) была ниже на 5-10 см растений, выращиваемых в контроле на 5-10 см. Одной из реакций ярового ячменя на водный стресс является снижение количества продуктивных стеблей на 1 м². Наибольшая густота продуктивного стеблестоя растений ярового ячменя в условиях модельной засухи (опыт) и полевого опыта отмечена у сортов Леон (359 и 392 шт/м²) и Щедрый (369 и 400 шт/м²). Установлено различное снижение величины зерновой продуктивности и элементов структуры урожая (количество зерен в главном колосе, масса 1000 семян, масса главного колоса) образцов ярового ячменя при засухе. Рассмотрен градиент снижения сухой

биомассы колоса в зависимости от различных условий выращивания, как один из критериев оценки засухоустойчивости. Минимальное снижение сухой биомассы колоса после воздействия стрессового фактора (почвенная засуха) отмечено у сортов Леон (51%) и Щедрый (51%). Проведен корреляционный анализ связи данных показателей с величиной продуктивности.

Ключевые слова: яровой ячмень, засушливые условия, полевой опыт, оптимальные условия, элементы структуры урожая, урожайность зерна.

N.N. Anisimova, research associate

E.V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, Deputy Head on Science
FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko
(347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; vniizk30@mail.ru)

THE STRUCTURAL ELEMENTS OF SPRING BARLEY YIELD AND THEIR CONTRIBUTION INTO FORMATION OF HIGH PRODUCTIVITY OF PLANTS

The focus of the review is on the results of diagnostics of spring barley tolerance to drought using a direct vegetation experiment ("zasushnik"). It has been analyzed which elements of the yield structure are primary in the formation of high productivity of the crop under the insufficient water supply. The data about plant height of spring barley under the conditions of drought, optimal moisture and a field trial have been given. The plant height was 55-75 cm under optimal moisture (control), it was 40-64 cm under the conditions of a severe drought and it was 50-65 cm in a field trial (natural growing conditions), that is 5-10 cm lower than growing under optimal moisture (control). One of the responses of spring barley to water stress is reduce of a number of productive stalks per meter. The spring barley varieties 'Leon' (359 and 392 p/m²) and 'Shchedriy' (369 и 400 p/m²) showed the largest thickness of productive plant density under the conditions of experimental drought and a field trial. Different decrease of grain productivity and elements of yield structure (amount of seeds in a main ear, mass of 1000 seeds, mass of a main ear) of spring barley samples under drought have been defined. The review considers a gradient of reduce of ear dry biomass depending on different growing conditions as one of the criteria of assessment of drought tolerance. A minimum reduce of ear dry biomass after the effect of a stress factor (soil drought) was seen in the varieties 'Leon' (51%) and 'Shchedriy' (51%). The analysis of correlation between these data and the amount of productivity has been carried out.

Keywords: spring barley, dry conditions, field trial, optimal conditions, elements of yield structure, grain productivity.

Введение. Из всей площади используемых в настоящее время сельскохозяйственных угодий, большая часть (около 76%) подвержена температурному, водному и минеральному стрессам. Общие потери в экономике России, обусловленные неблагоприятными погодными условиями, составляют около 70% и приходятся эти потери на сельскохозяйственное производство. В связи с этим обеспечение устойчивого роста величины и качества урожая сельскохозяйственных культур связано с повышением экологической устойчивости самих культивируемых видов растений за счет селекции и агротехники [1].

Предпосылкой адаптации должно быть наличие у генотипа такой нормы реакции к меняющимся факторам среды, которая обуславливала бы различные фенотипические модификации организма, обеспечивающие его жизнеспособность и продуктивность в изменяющихся условиях среды обитания [2,3].

Учеными ВНИИЗК в настоящее время созданы и внесены в Госреестр РФ, Украины и Армении адаптивные сорта ячменя, однако они в отдельные годы подвергаются губительному действию засухи. Задачей наших исследований было установить, какие из элементов структуры урожая в экологических условиях юга России являются основными в формировании высокой продуктивности растений.

Наиболее полное и точное представление об устойчивости сорта может дать ее оценка в полевых опытах при учете депрессии урожая под влиянием водного и температурного стрессов. Однако в природной обстановке стрессовая нагрузка меняется из года в год, что затягивает оценку надолго. К тому же в полевых условиях невозможно создать два фона выращивания (оптимальный и экстремальный), что необходимо для диагностики устойчивости. Поэтому большую роль в селекции на засухоустойчивость должны сыграть прямые способы определения засухоустойчивости с использованием провокационных фонов (засуха, искусственное заражение, загущение посевов и т.д.).

Одним из таких провокационных фонов, позволяющих провести прямую оценку уровня засухоустойчивости сортов ярового ячменя, является метод «засушника».

Материалы и методы. Полевые и вегетационные опыты проводили в лабораториях физиологии растений и селекции ярового ячменя ВНИИЗК в 2007-2009 гг.

Провокационный фон создавали в условиях модельной засухи вегетационного опыта (засушник). Развитие растений ячменя до четвертой фазы органогенеза (начало формирования колосовых бугорков) проходит в условиях оптимального увлажнения (70% ПВ, полив). Начиная с четвертой фазы, растения в «засушнике» выращивали в условиях нарастающей засухи (30% ПВ и ниже).

Результаты. В условиях «засушника» рост и развитие растений проходит в исключительно жестких условиях. Высокая температура воздуха и почвы ведет к ограничению ростовых процессов, уменьшению образования листовой поверхности, нарушению формирования генеративных органов, затрудняет протекание важнейших физиолого-биохимических процессов.

Высота растений ячменя в оптимальных по влагообеспеченности условиях развития (контроль «засушник») находилась в пределах 55-75 см, а в условиях жесткой засухи (опыт «засушник») – 40-65 см (рис.1.)

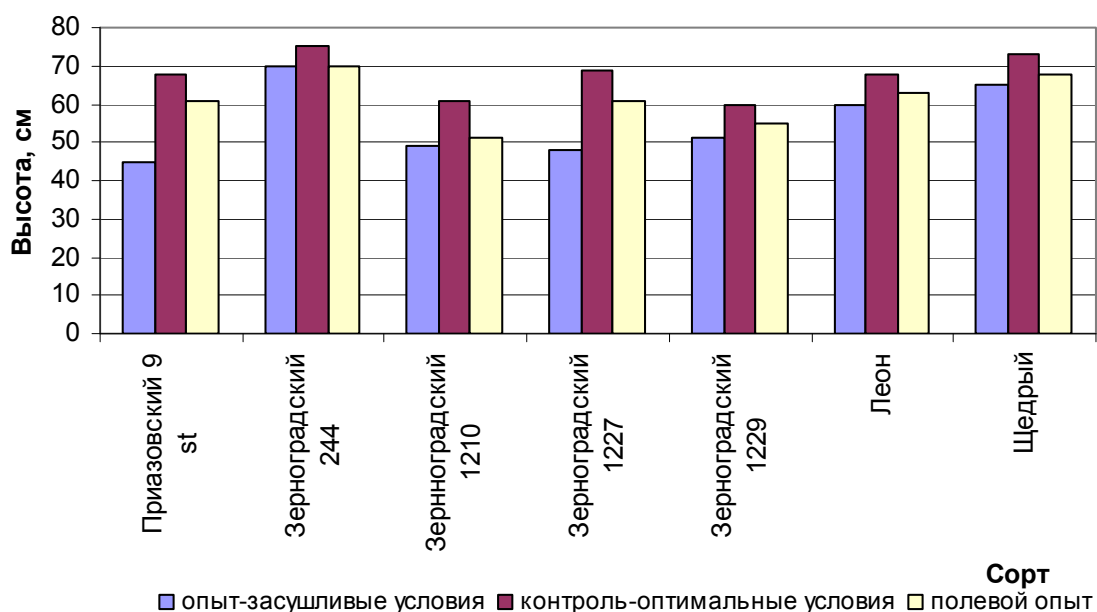


Рис.1. Изменение высоты растений ярового ячменя в зависимости от условий выращивания

Высота растений в полевом опыте была ниже растений, выращиваемых в контроле, на 5-10 см. Наибольшее снижение высоты в опыте по сравнению с контролем (засушник) и высотой растений в естественных условиях отмечено у стандарта Приазовский 9 (на 34 и 26% соответственно). Практически не снизилась высота растений у сорта Черноградский 244 – 93 и 100% соответственно.

Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды в агрономическом аспекте характеризуется количеством продуктивных стеблей, формируемых растением в этих условиях. Поэтому способность куститься в нашей засушливой зоне рассматривается как элемент пластичности сорта, регулирующий густоту стеблестоя. В острозасушливых условиях растения в первую очередь сбрасывают побеги кушения, реутилизировав часть их пластических веществ на формирование репродуктивных органов главных стеблей, а во влажных условиях, напротив, за счет кушения создают дополнительный урожай.

Минимальное снижение числа продуктивных стеблей на 1м^2 посева опыта (засуха) по сравнению с контролем (оптимальные условия) отмечено у сортов Леон (на 4%) и Щедрый (на 5%), а максимальное снижение (на 14%) – у сорта Зерноградский 1227 (рис.2)

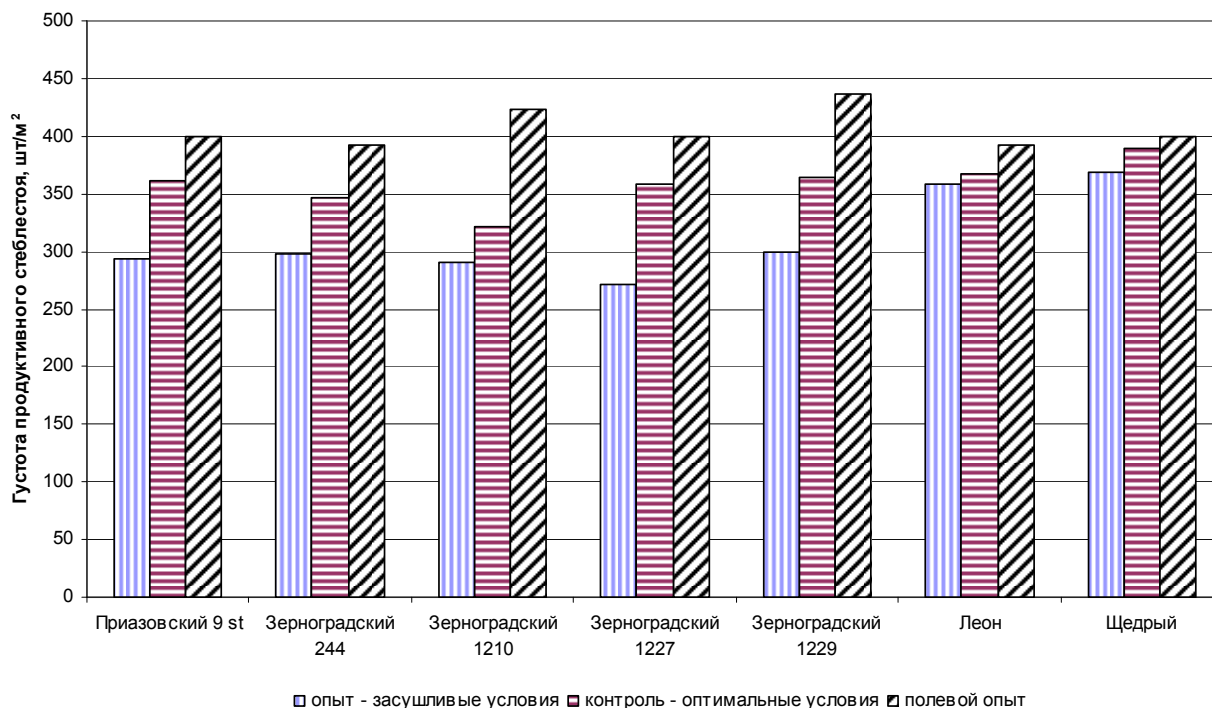


Рис.2. Густота продуктивного стеблестоя сортов ярового ячменя при различных условиях выращивания

Наибольшая густота продуктивного стеблестоя растений ярового ячменя в условиях полевого опыта зафиксирована у сортов Зерноградский 1229 (437 шт/м^2) и Зерноградский 1210 (424 шт/м^2), а в условиях модельной засухи (опыт) и полевого опыта отмечены у сортов Леон (359 и 392 шт/м^2) и Щедрый (369 и 400 шт/м^2).

Наиболее важным показателем, определяющим реакцию сортов ярового ячменя на недостаток влаги, является его продуктивность. Снижение урожайности в условиях засухи складывается из снижения величин элементов ее структуры (массы зерна с главного колоса, числа зерен с главного колоса, массы 1000 семян) (см. таблицу).

Урожайность и основные элементы структуры урожая сортов ярового ячменя,
2007-2009 гг.

Сорт	Количество зерен в колосе, шт			Масса 1000 семян, г			Масса зерна с главного колоса, г			Урожайность, т/га		
	засуш-ник*	поле-вой опыт	%*	засуш-ник*	поле-вой опыт	%*	засуш-ник*	поле-вой опыт	%*	засуш-ник*	поле-вой опыт	%*
Приазовский 9 st	14,2	17,4	82	25,9	43,6	59	0,37	0,76	49	1,0	2,71	37
Зерноградский 244	13,4	18,3	73	28,3	44,4	64	0,42	0,81	49	1,10	2,86	39
Зерноградский 1210	16	18,5	86	24	35,6	67	0,39	0,66	59	0,96	2,77	35
Зерноградский 1227	15,5	19,9	78	21,7	37,1	59	0,35	0,74	47	1,15	2,91	40
Зерноградский 1229	16,6	18,6	89	20,4	35,3	58	0,34	0,66	52	1,0	2,75	36
Леон	19,8	21,4	93	25,6	42,1	61	0,56	0,90	62	1,55	3,34	46
Щедрый	18,9	19,7	96	24,5	42,6	58	0,43	0,82	52	1,35	3,22	42
НСР ₀₅	4,4	2,2					0,11	0,18		0,2	0,4	

* - Засушник – модельная засуха вегетационного опыта

** - процентное отношение данных «засушника» к данным полевого опыта

Реакция растений на водный стресс и уровень снижения продуктивности сортов ярового ячменя была различной. Наибольшее снижение массы главного колоса в условиях засушника, в сравнении с естественным фоном исследований, отмечено у сорта Зерноградский 1227 (на 53%), а минимальное снижение массы колоса наблюдалось у сорта Леон (на 38%).

Число зерен в колосе в условиях засухи варьировало в пределах от 13,4 шт. (Зерноградский 244) до 19,8 шт. (Леон), а в полевом опыте эта величина была в пределах от 17,4 шт. (Приазовский 9) до 21,4 шт. (Леон). Сорт Леон сформировал максимальное число зерен в колосе и в жестких условиях модельной засухи, и на естественном фоне выращивания. При сравнении полученных результатов по числу зерен в главном колосе установлено, что минимальное снижение отмечено у сортов Леон (на 7%) и Щедрый (на 4%).

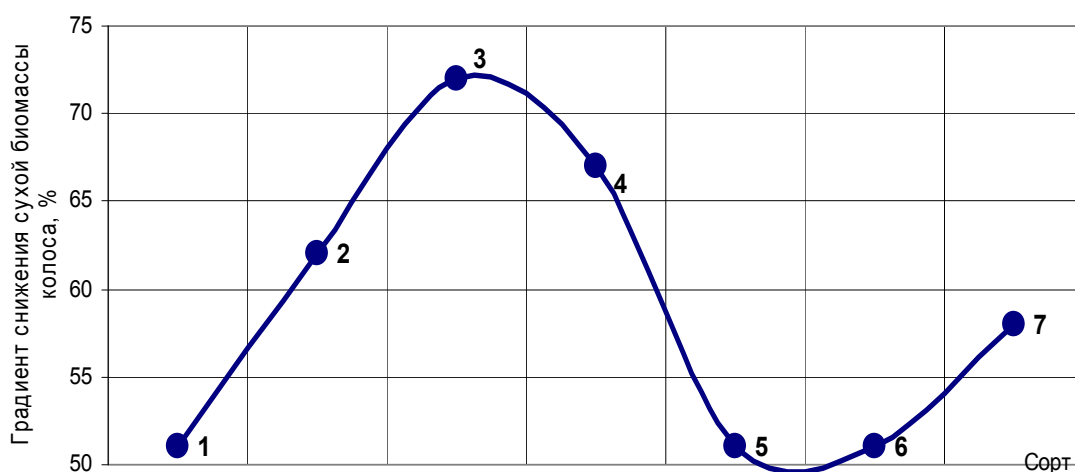
В условиях почвенной засухи меньшее снижение массы 1000 семян по сравнению с результатами полевых исследований наблюдалось у сортов Зерноградский 244 (64%) и Зерноградский 1210 (67%).

Урожайность является результирующим показателем функционирования всех систем растения и одним из наиболее важных показателей, определяющих реакцию

сорта на засуху. Наиболее продуктивными и, как следствие, более устойчивыми к водному стрессу при выращивании в условиях модельной засухи вегетационного опыта (засушник) и на естественном фоне являются сорта Леон (1,55 т/га – «засушник»; 3,34 т/га – полевой опыт) и Щедрый (1,35 т/га – «засушник»; 3,22 т/га – полевой опыт).

Они превысили по урожайности в условиях «засушника» Зерноградский 244 (сорт классификатор по уровню засухоустойчивости) на 0,45 и 0,25 т/га, а стандарт Приазовский 9 – на 0,55 и 0,35 т/га соответственно.

В качестве одного из критериев оценки засухоустойчивости сортов ярового ячменя использовали градиент снижения сухой биомассы колоса (фаза цветения) в засушливых условиях по отношению к их массе в оптимальных условиях (рис. 3).



- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. Леон | 5. Зерноградский 1210 |
| 2. Приазовский 9 st | 6. Зерноградский 244 |
| 3. Зерноградский 1227 | 7. Щедрый |
| 4. Зерноградский 1229 | |

Рис.3. Градиент снижения сухой биомассы колоса в фазу цветения при засухе

Этот критерий наиболее точно отражает характеристику устойчивости растений к недостатку влаги, так как определяется после воздействия стрессового фактора, влияющего, прежде всего на ростовые процессы сортов ячменя в условиях засухи. Минимальное снижение сухой биомассы колоса отмечено у сортов Леон (51%), Зерноградский 244 (51%) и Щедрый (51%), а максимальное наблюдалось у сорта Зерноградский 1227 (72%).

Корреляционный анализ связи показателей структуры урожая с величиной продуктивности выявил наибольшую положительную корреляцию продуктивности в условиях жесткой засухи с густотой продуктивного стеблестоя ($r = 0,71$), массой колоса

($r = 0,68$) и количеством зерен в колосе ($r = 0,60$). В условиях полевого опыта наблюдается высокая корреляционная связь величины урожайности растений с числом зерен в колосе ($r = 0,88$) и с массой колоса ($r = 0,82$). Средняя корреляционная связь отмечена с продуктивным стеблестоем ($r = 0,58$). Корреляционная зависимость связи урожайности растений с массой 1000 семян в условиях «засушника» практически отсутствует ($r = 0,07$), а в условиях полевого опыта составляет $r = 0,30$ (слабая).

Выводы

Из элементов структуры урожая наибольшее значение имеют те, которые в условиях юга России являются основными в формировании продуктивности растений. Это продуктивная кустистость, число зерен с главного колоса и масса колоса. Не менее важным является и выживаемость, то есть сохранность их ко времени уборки.

У выделившихся по урожайности и экологической устойчивости сортов Леон и Щедрый, сохранность растений была наиболее высокой и составила в условиях «засушника» 91 и 89% соответственно.

Данные сорта ячменя сформировали максимальную густоту продуктивного стеблестоя и урожайность в условиях полевого опыта и жесткой засухи (засушник): Леон – 1,55 и 3,34 т/га, а Щедрый – 1,35 и 3,22 т/га соответственно.

Литература

1. Жученко, А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика) / А.А. Жученко – М.: ООО «Изд-во Агрос», 2004. – 1109 с.
2. Гриненко, В.В. Экологические аспекты устойчивости растений к стрессам / В.В. Гриненко // Проблемы и пути повышения устойчивости растений к болезням и экстремальным условиям среды в связи с задачами селекции. – Л., 1981.- Ч.-1. – С. 5-6
3. Манойленко, К.В. Эволюционные аспекты проблемы засухоустойчивости растений / К.В. Манойленко. – Л.: Наука. – 1983. – 233 с.
4. Филиппов, Е.Г. Селекция сортов ярового ячменя, толерантных к засухе / Е.Г. Филиппов, А.А. Донцова, Д.П. Донцов // Сб. докладов Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов (посвящается 140-летию А.Г. Дояренко) «Перспективные направления исследований в изменяющихся условиях», ФАНО ГНУ НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 2014.– С. 136-139.

Literature

1. Zhuchenko, A.A. Resource potential of grain production in Russia (theory and practice)/ A.A. Zhuchenko. – M.: ООО “AgroPubl.”, 2004. – 1109 p.

2. Grinenko, V.V. Ecologic aspects of plant resistance to stresses/ V.V. Grinenko// problems and methods of improvement of plant resistance to diseases and extreme environmental conditions according to the breeding tasks. – L., 1981.- Part 1. – PP. 5-6
3. Manoylenko, K.V. The evolutionary aspects of drought resistance of plants/ K.V. Manoylenko. – L.: Nauka. – 1983. – 233 p.
4. Filippov, E.G., Dontsova A.A., Dontsov D.P. The breeding of spring barley varieties, tolerant to drought/ Collection of works of the International science-practical conference of young scientists and specialists (dedicated to the 140-th anniversary of A.G. Doyarenko) “The promising trends of researches in the changing conditions”. – FANO GNU NIISKh of Ugo-Vostok. – Saratov, 2014. - PP. 136-139.

УДК 633.18:631.52:631.523

Н.Г. Туманьян, доктор биологических наук, заведующий лабораторией,

Т.Б. Кумейко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший

научный сотрудник;

К.К. Ольховая, младший научный

сотрудник

Г.Л. Зеленский*, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой;

Н.В. Остапенко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный

сотрудник;

Т.Л. Коротенко, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник;

В.И. Госпадинова, кандидат технических наук, ведущий научный

сотрудник,

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»,

(350921, г. Краснодар, п. Белозерный, 3; tngerag@yandex.ru);

**ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»*

(350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13)

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ КАЧЕСТВА ЗЕРНА СОРТОВ РИСА В УСЛОВИЯХ ПЕРЕСТОЯ НА КОРНЮ В ЦЕЛЯХ ФОРМИРОВАНИЯ АГРЕГИРОВАННОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ЗЕРНА

Проведено исследование влияние перестоя перед уборкой на качество зерна сортов риса селекции ВНИИ риса (г. Краснодар). В качестве материала исследований служило зерно риса сортов Рапан, Хазар, Фаворит, Кураж, Шарм, Крепыш урожая 2013, 2014 гг., выращенного на демонстрационном посеве ВНИИ риса (п. Белозерный Краснодарского края). Почва рисовая, лугово-черноземная, пахотный горизонт характеризуется содержанием общего гумуса 4,2 % (по Тюрину И.В.), легкогидролизуемого азота – 7,3 мг/100 г. (по Тюрину И.В. и Кононовой М.М.). Созревание риса в условиях холодного дождливого сентября в 2013 г. способствовало длительному сохранению высокой

влажности технически спелого зерна на корню. В 2014 г. к 7 октября все сорта достигли влажности спелого зерна 13,1-15,3 %. Влажность риса при уборке однозначно не влияла на трещиноватость зерна риса. Сорта Крепыш (32,9, 37,8 г) и Фаворит (28,9, 29,1 г) – относились к крупнозерным сортам. Остальные сорта – к группе сортов со средней по массе зерновкой (24,8-25,3 г). Трещиноватость у короткозерных сортов Рапан и Хазар практически не повышалась в предуборочный период (до 3-5 % у Рапана и 2-6 % у Хазара). У раннеспелого сорта Шарм рост трещиноватости достиг 40 % в 2014 г. при уборочной влажности 12,1 % и 9 % в 2013 г. при уборочной влажности 19,6 %. Было показано влияние генотипа на реакцию сорта на перестой в отношении качества зерна. Сделан вывод о необходимости регистрации в базах данных генетических ресурсов риса признака реакции у сортов на перестой на корню.

Ключевые слова: технологические признаки качества зерна, модель качества, база данных генетических ресурсов риса, перестой риса на корню.

N.G. Tumanian, Doctor of Biological Sciences, head of the laboratory, email:

T.B. Kumeyko, Candidate of Agricultural Sciences, senior research associate,

K.K. Olkhovaya, junior research associate,

G.L. Zelensky*, Doctor of Agricultural Sciences, head of the department,

N.V. Ostapenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading research associate,

T.L. Korotenko, Candidate of Biological Sciences, senior research associate,

V.I. Gospadinova, Candidate of Technical Sciences, leading research associate,

FSBSI "All-Russian Research institute of rice",

(350921, Krasnodar, v. of Belozerny, 3; tngerag@yandex.ru.);

**FSBEI HPE "Kuban State Agrarian University"*

(350044, Russia, Krasnodar, Kalinin Str., 13)

THE ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL TRAITS OF RICE GRAIN QUALITY IN THE CONDITIONS OF THEIR OVERMATURE STAND TO FORM AGGREGATED (INTEGRAL) INDEX OF GRAIN QUALITY

The study of the effect of overmature stand before harvesting on the quality of rice varieties grown in ARRI of rice (Krasnodar) has been carried out. As the material we took the grain of such rice varieties as 'Rapan', 'Khazar', 'Favorit', 'Kurazh', 'Sharm' and 'Krepysh' grown by ARRI of rice (the village of Belozerny of Krasnodar Area) and harvested in the years of 2013, 2014. The soil of the plots was rice, meadow-black earth; the arable land was characterized with the general humus content of 4.2% (according to I.V. Tyurin) and with readily hydrolyzable nitrogen of 7.3 mg/100 g (according to I.V. Tyurin and M.M. Kononova). The rice maturity in the conditions of the cold rainy September of 2013 promoted a long-term high humidity of ripe grain. In 2014 by the 7 of October all varieties achieved the humidity of ripe grain (13.1-15.3%). The rice humidity during harvesting had no effect on a fracturing of rice

grain. The varieties 'Krepysh' (32.9-37.8g) and 'Favorit' (28.9-29.1g) belong to large-kerneled varieties. The rest ones belonged to middle-kerneled varieties with 24.8-25.3 g. The fracturing effect of short-kerneled varieties 'Rapan' and 'Khazar' had no significant increase in the before-harvesting period with 3-5% and 2-6% respectively. The ratio of fracturing of the early-maturing variety 'Sharm' was 40% in 2014 under harvesting humidity of 12.1%; and 9% in 2013 under harvesting humidity of 19.6%. The influence of the genotype on the response of the grain quality on an overmature stand has been shown in the article. We have made a conclusion about the necessity to register the genetic resources of rice varieties response on an overmature stand in the database program.

Keywords: *technological traits of grain quality, the model of quality, database of genetic resources of rice, overmature stand.*

Введение. Обеспечение и сохранение качества зерна урожая риса является актуальной проблемой производства риса в России. Более 30 сортов селекции ВНИИ риса с высоким качеством зерна и крупы сейчас допущено к использованию на территории РФ [1, 2]. Качество зерна определяется потенциалом сорта (формируется генотипом сорта), агроклиматическими условиями выращивания, условиями уборки, подработки, переработки. Условия уборки включают в себя важнейший параметр «своевременная уборка» по наступлении технической или полной спелости риса, исключающая длительный перестой на корню. Степень зрелости зерна определяют по влажности зерна, у риса – 20-23 %; рост зародыша и накопление сухого вещества в зерновке при этом прекращаются [3, 4].

По данным Ю.И. Лавринович, влажность отдельных зерновок риса в метелках перед уборкой может составлять от 15,3 до 28,2 %. Р. Стерман в своих исследованиях показал, что резкие перепады температур воздуха и влажности отрицательно влияют на целостность зерновки. Устойчивость к трещинообразованию у сорта зависит от крупности и консистенции зерна. Полностью мучнистые, а также мелкие зерна более устойчивы к образованию трещин, чем крупные и стекловидные [5-7]. В связи с этим с целью предотвращения пересыхания и трещинообразования в зерне многие авторы рекомендуют сроки хранения в валках не более 2-3 суток [7, 8].

Затяжная уборка урожая может происходить как в условиях резкого снижения влажности зерна в сухой период, так и при периодическом повышении и снижении влажности зерна в дождливый период, что приводит к повышению трещиноватости зерна, развитию болезней риса, следовательно, к дроблению зерна при переработке, снижению качества крупы.

Реакция сортов на перестой на корню по признакам качества зерна является важнейшей характеристикой селекционного материала, в связи с чем параметр необходим к регистрации в базах данных генетических ресурсов риса. Характеристика исходного материала риса коллекций в отношении параметров изменения качества зерна риса при длительной уборке, как правило, в неблагоприятных условиях, позволит полнее раскрыть потенциал сорта, прогнозировать качество урожая, оптимизировать подбор исходного материала в селекционных программах по рису. Разработка агрегированного интегрального показателя качества зерна риса, включающего реакцию селекционного материала на перестой, обеспечит оптимизирование характеристики исходного материала риса коллекций.

Материалы и методы. Исследования признаков качества зерна риса проводили в 2013-2014 гг. Сорта риса выращивали на опытно-производственном участке ВНИИ риса (г.Краснодар). Почва рисовая, лугово-черноземная, пахотный горизонт характеризуется содержанием общего гумуса 4,2 % (по Тюрину И.В.), легкогидролизуемого азота – 7,3 мг/100 г (по Тюрину И.В. и Кононовой М.М.), общего – 0,22 %; подвижного фосфора – 2,9 мг/100 г и обменного калия – 37,4 мг/100 г (по Кирсанову А.Т.), pH – 7,5 (потенциометрическим методом) [9]. Агротехника выращивания культуры в опыте – согласно рекомендациям ВНИИ риса [10].

Материалом для исследования служили сорта риса Рапан, Хазар, Фаворит, Кураж, Шарм, Крепыш. Отборы проводили в демонстрационном посеве, в 2013 г. – с 29 августа по 15 октября; в 2014 г. – с 02 сентября по 07 октября). Площадь делянок – 20 кв. м.

Шелушение зерновок риса производили на шелушильной установке «Сатаке» (Япония), шлифовали на установке ЛУР 1М. Трещиноватость определяли по ГОСТу 10987-76 с помощью диафаноскопа ДСЗ-3, выход и качество крупы – на установке ЛУР-1М по схеме, близкой к производственной. Результаты экспериментов обрабатывали методами дисперсионного (однофакторный, двухфакторный), корреляционного и регрессионного анализа [11]. Математическую и статистическую обработку данных проводили путем расчетов в Microsoft Excel и с использованием программного обеспечения Статистика 6,0.

Результаты. Проведено исследование влияние перестоя на корню на качество зерна сортов риса селекции ВНИИ риса (г. Краснодар).

Сорта имели различную крупность зерновки в состоянии полной спелости (табл. 1). Сорта Крепыш (32,9, 37,8 г) и Фаворит (28,9, 29,1 г) относятся к крупнозерным сортам, остальные сорта – к группе со средней по массе зерновкой (24,8-25,3 г).

1. Крупность зерновки риса

Сорт	Масса 1000 а. с. зерен, г	
	2013 г.	2014 г.
Рапан	25,3	25,1
Хазар	24,6	24,8
Фаворит	28,9	29,1
Кураж	25,4	25,3
Шарм	24,6	25,0
Крепыш	32,9	37,8
НСР ₀₅	0,63	0,81

Влажность зерновки при созревании является определяющим индикатором ее спелости. Позднеспелые сорта дольше сохраняют высокую влажность зерновки и требуют более поздних сроков уборки для формирования высокого качества зерна. Однако ранне- и среднеспелые сорта в период дождей имеют высокую уборочную влажность (18-23 %), что определяет необходимость сушки зерна до оптимальной влажности хранения (13-14 %). Периодическое снижение и повышение влажности зерна при перестое на корню приводит к его растрескиванию и, следовательно, к снижению качества урожая. В исследовании изучали динамику влажности зерна у сортов риса при созревании с целью выявления ее влияния на технологические признаки качества (табл. 2).

Созревание риса в условиях холодного дождливого сентября в 2013 г. способствовало длительному сохранению высокой влажности технически спелого зерна на корню. В 2014 г. к 7 октября все сорта достигли влажности спелого зерна – 13,1-15,3 %.

2. Влажность зерна сортов риса демонстрационного посева (отборы образцов зерна в 2013 г. – с 29 августа по 15 октября; в 2014 г. – с 02 сентября по 07 октября)

Сорт	Влажность зерна, %								
	2013 г.					2014 г.			
	29.08	05.09	18.09	01.10	15.10	02.09	12.09	23.09	07.10
Рапан	-	21,7	20,8	18,8	20,2	21,9	20,0	20,1	15,1
Хазар	-	21,4	21,0	20,4	21,2	25,1	21,7	19,3	15,0
Фаворит	-	22,5	19,1	18,3	19,6	22,1	19,5	18,6	13,1
Кураж	-	22,3	20,6	19,4	20,2	24,6	19,8	19,5	14,0
Шарм	18,0	20,6	17,1	17,0	19,6	18,3	16,0	16,7	12,1
Крепыш	-	23,4	22,6	19,9	21,3	26,0	23,0	20,8	15,3
НСР ₀₅	-	0,18	0,19	0,21	0,22	0,21	0,20	0,23	0,23

Периодическое снижение и повышение влажности зерна перед уборкой, снижение влажности ниже 15 % приводит, как правило, к повышению трещиноватости зерна. Была изучена реакция сортов на перестой в отношении показателя «трещиноватость зерна риса» в связи с его влажностью (табл. 3). В качестве материала исследования послужили раннеспелый сорт Шарм и пять средне- и позднеспелых сортов риса.

3. Трещиноватость зерна риса при перестое на корню, демонстрационный посев

Сорт	Трещиноватость зерна, %								
	2013 г.					2014 г.			
	29.08	05.09	18.09	01.10	15.10	02.09	12.09	23.09	07.10
Рапан	2	2	2	3	3	2	2	4	5
Хазар	2	2	2	2	2	5	6	4	6
Фаворит	2	2	5	7	7	10	14	12	24
Кураж	5	8	10	8	14	8	3	4	10
Шарм	2	6	6	7	9	10	25	42	40
Крепыш	2	2	11	15	27	11	15	17	33
НСР ₀₅	1,0	1,0	2,1	1,5	2,0	1,3	1,9	2,5	2,4

Трещиноватость у короткозерных сортов Рапан и Хазар практически не повышалась в предуборочный период (до 3-5 % у Рапана и 2-6 % у Хазара).

Влажность риса при уборке однозначно не влияла на трещиноватость зерна риса (коэффициент детерминации – 0,27). Однако у раннеспелого сорта Шарм влажность при уборке в 2014 г. была 12,1 %, что привело к росту трещиноватости до 40 % в 2014 г. и к незначительному ее повышению до 9 % в 2013 г. при уборочной влажности 19,6 %. Трещиноватость зерна крупнозерных сортов Фаворит и Крепыш возросла соответственно при уборке до 24 и 33 % в 2014 г. В 2013 г. при высокой уборочной влажности зерна Фаворит характеризовался низкими значениями трещиноватости. А у сорта Крепыш, несмотря на высокую влажность в 2013 г., трещиноватость резко возросла – до 27 %.

Характеристики выхода крупы определяли по признакам «общий выход крупы» и «содержание целого ядра в крупе» (табл. 4, 5).

Максимальным общим выходом крупы обладали короткозерные сорта Рапан и Хазар (70,4 и 70,1 %). У длиннозерного сорта Шарм наблюдалась тенденция снижения общего выхода крупы при перестое: до 62,0 % в 2013 г. и до 65,4 % в 2014 г. Изменения показателя общего выхода крупы в 2013 и в 2014 гг. при перестое были неоднозначны: значения признака как повышались, так и снижались.

4. Общий выход крупы риса при перестое на корню (урожай 2013, 2014 гг., %, демонстрационный посев)

Сорт	Общий выход крупы, %							
	2013 г.				2014 г.			
	05.09	18.09	01.10	15.10	02.09	12.09	23.09	07.10
Рапан	70,2	70,2	70,3	69,6	70,0	68,8	68,6	70,4
Хазар	69,5	69,6	72,7	70,8	70,0	68,8	68,4	70,1
Фаворит	67,0	69,5	66,5	68,8	64,8	65,8	67,8	66,7
Кураж	68,7	69,3	67,9	69,5	66,4	69,4	68,4	67,7
Шарм	64,3	66,7	60,5	62,0	67,4	66,0	65,6	65,4
Крепыш	67,4	68,1	68,3	66,7	65,0	62,8	65,2	66,8
НСР ₀₅	0,98	0,79	1,11	0,86	1,01	0,69	0,67	0,79

Показатель «общий выход крупы» в образцах 2013 и 2014 гг. не зависел от даты отбора. Высокий общий выход крупы был отмечен у сортов Рапан: (69,6-70,4 %) и Хазар (68,4 -72,7%). У длиннозерного сорта Шарм и крупнозерных Фаворита и Крепыша показатель был ниже, соответственно 62,0-67,4; 64,8-67,8 и 62,8-68,3 %.

В 2013 г. перестой на корню у сорта Хазар привел к снижению показателя «содержание целого ядра в крупе» на 7 % (92,8 %), у сорта Кураж – на 9 % (93,9 %). У сорта Крепыш показатель снизился с 92,4 % 5 сентября до 54,9 % 15 октября. Ранее была показана взаимосвязь признаков качества зерна риса [12]. У сорта Крепыш резкое повышение трещиноватости зерна привело к снижению показателя «содержание целого ядра в крупе». Уборка этого сорта должна проводиться в самые сжатые сроки после созревания. Перестой на корню в 2014 г. для сортов Рапан, Хазар практически не повлиял на содержание целого ядра в крупе даже в течение 1 месяца. Сорт Шарм оказался не устойчивым к перестоям. Для него сроки уборки должны быть своевременными при влажности выше 17 %.

5. Содержание целого ядра в крупе риса при перестое на корню
(урожай 2013, 2014 гг., демонстрационный посев)

Сорт	Содержание целого ядра в крупе, %							
	2013 г.	2013 г.	2013 г.	2013 г.	2014 г.	2014 г.	2014 г.	2014 г.
	05.09	18.09	01.10	15.10	02.09	12.09	23.09	07.10
Рапан	98,4	98,4	98,4	96,0	99,4	89,2	99,1	98,7
Хазар	97,0	99,0	98,1	92,8	92,3	97,7	99,4	97,9
Фаворит	93,0	88,2	89,9	96,5	79,0	92,4	91,4	92,8
Кураж	91,7	77,1	83,0	73,9	89,8	90,2	87,1	85,8
Шарм	93,6	90,7	85,8	80,3	85,2	71,5	51,5	68,8
Крепыш	92,1	76,8	85,2	54,9	71,7	63,7	66,3	62,7
НСР ₀₅	1,78	1,87	1,39	1,81	1,82	1,90	1,50	1,65

Выделение агрегированного интегрального показателя зерновки риса в характеристике качества риса позволяет оптимизировать управление селекционным процессом и антропогенными технологиями воздействия. С использованием метода регрессионного анализа была построена регрессионная модель качества зависимости важнейшего показателя «содержание целого ядра в крупе» от трещиноватости: $С.ц.я.=99,1-0,49 \text{ тр.}$ Предварительно сорта были разделены на 4 группы: 1 - сорта, устойчивые к трещинообразованию в пределах 12 % влажности зерна (трещиноватость возрастает не более, чем на 3 %) (Рапан, Хазар); 2 – сорта, характеризующиеся незначительным повышением трещиноватости зерна при перестое 6 недель (до 8 %) вне зависимости от влажности зерна (Кураж); 3 – сорта, не устойчивые к трещинообразованию при перестое на корню в любых пределах влажности зерна

(Крепыш); 4 – сорта, не устойчивые к трещинообразованию при перестое при влажности ниже 16-17 % (Шарм, Фаворит). Параметр устойчивости к перестое, выраженный в принадлежности сорта к одной из групп качества (от 1-й до 4-й), являлся агрегированным показателем качества риса.

Выводы. Реакция сортов риса на перестой на корню была различной. Предложено относить сорта по параметру «реакция на перестой» к одной из четырех групп. Отнесение к соответствующей группе сортов позволит оптимизировать процессы формализации знаний в базах данных генплазмы риса. Признак «трещиноватость зерна» с использованием разработанного уравнения регрессии предлагается использовать в характеристике качества урожая риса различных сортов при уборке как в условиях, оптимальных по срокам, так и при перестое на корню.

Литература

1. Туманьян, Н.Г. Новые сорта риса селекции ВНИИ риса. Признаки качества зерна / Н.Г. Туманьян, Т.Б. Кумейко, Н.В. Остапенко, К.К. Ольховая, Е.М. Харитонов // Рисоводство. – 2015. – № 1-2 (26-27). – С. 16-24.
2. Юлдашев, Дж. Влияние сроков уборки на качество зерна / Селекция и агротехника с.-х. культур в условиях Каракалпакии. – Ташкент: КНИИЗ, 1988. – С.140-142.
3. Кизатова, М.Ж. Изменение качества зерна риса в послеуборочный период/М.Ж. Кизатова, О.Н. Налеев, Г.Т. Бейсебаева. – Алма-Ата: Каз.НИИ НТИ, 1991. – 31с.
4. Лавринович, Ю.И. Качество риса-зерна при уборке, хранении и переработке: автореферат диссертации кандидата технических наук / Ю.И. Лавринович. – М.: 1979. - 28 с.
5. Ильвицкий, Н.А., Чеботарев О.Н. Влияние влагообмена на процесс образования трещин в зерне риса / Н.А. Ильвицкий, О.Н. Чеботарев // Сб. Хранение и переработка зерна: Сер. Элеваторная промышленность – М: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1972. – Вып. 4. – С. 12-15.
6. Коротенко, Т.Л. Влияние сроков уборки на трещиноватость зерна риса / Т.Л.Коротенко, Г.Л. Зеленский, В.И. Госпадинова // Рисоводство.– 2005. – № 6. – С. 78-83.
7. Juliano, B.O. Biochemical studies. Rice post harvest technology // Intern. Develop. Res. Centre. 1976. –P. 13.
8. Александрова, Л.Н. Лабораторно-практические занятия по почвоведению / Л.Н. Александрова, О.А. Найденова. – Ленинград:Агропромиздат, 1986. – 295 с.

9. Сметанин, А.П. Методика опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А.П. Сметанин, В. А. Дзюба, А.П. Апрод. – Краснодар, 1972. – 156 с.

10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

11. Туманьян, Н.Г. Выявление взаимосвязанных признаков качества зерна риса различных генетических форм в целях адекватного приложения регрессионных моделей / Н.Г. Туманьян, Т.Б. Кумейко, Г.Л. Зеленский, К.К. Ольховая, Т.Л. Коротенко, Н.В. Остапенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №10(104).IDA [article ID]: 1041410066. – Режим доступа <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/66.pdf>. - С. 675 – 685.

Literature

1. Tumanian, N.G. New rice varieties developed by ARRI of rice. The signs of grain quality / N.G. Tumanian, T.B. Kumeyko, N.V. Ostapenko, K.K. Olkhovaya, E.M. Kharitonov // Rice-growing. –2015. – № 1-2 (26-27). – PP. 16-24.
2. Yuldashev, Dzh. The effect of harvesting terms on grain quality / Breeding and agrotechnology of cros in the conditions of Karakalpakiya. – Tashkent: KRII, 1988. – PP.140-142.
3. Kizatova, M.Zh. The change of rice grain quality in a post-harvesting period / M.Zh. Kizatova, O.N. Naleev, G.T. Beysebaeva. –Alma-Ata: KazRI, 1991.–31p.
4. Lavrinovich, Yu.N. The quality of rice during the harvesting, storage and processing: thesis on Cand.of Techn.Sc. / Yu.N. Lavrinovich. – М.: 1979. – 28 p.
5. Ilvitsky, N.A. The effect of moisture exchange on the process of fracturing in rice grain / N.A. Ilvitsky, O.N. Chebotarev // The series of Elevator industry: Collection Storage and grain processing.– М: Minzaga USSR, 1972. – Iss. 4. – PP. 12-15.
6. Korotenko, T.L. The effect of harvesting terms on fracturing of rice grain / T.L. Korotenko, K.L. Zelensky, V.I. Gospadinova // Rice-growing. –2005. – № 6. – PP. 78-83.
7. Juliano, B.O. Biochemical studies. Rice post-harvest technology // Intern. Develop. Res. Centre. 1976. – 13p.
8. Aleksandrova, L.N. Laboratory-practical tutorials in soil study / L.N. Aleksandrova, O.A. Naydenova. – Leningrad: Agropromizdat, 1986. – 295 p.
9. Smetanin, A.P. Methods of experiments in breeding, seed-growing and control of rice quality / A.P. Smetanin, V.A. Dzyuba, A.P. Aprud. – Krasnodar, 1972. - 156 с.
10. Dospekhov B.A. Methodology of a field trial. М.: Agropromizdat, 1985. – 351 p.

11. Tumanian, N.G. Identification of correlative traits of rice grain quality of different genetic forms to apply regressive models adequately / N.G. Tumanian, T.B. Kumeiko, K.L. Zelensky, N.V. Ostapenko, K.K. Olkhovaya, T.L. Korotenko // Polythematic net e-journal of the Kuban Agrarian University (Scientific journal KubSAU) [e-resource]. – Krasnodar: KubSAU, 2014. – №10(104).IDA [article ID]: 1041410066. – Access mode: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/66.pdf>. - P.675 – 685.

УДК 633. 161: 631. 52(470.61)

Е.Г. Филиппов, кандидат сельскохозяйственных наук;

А.А. Донцова, кандидат сельскохозяйственных наук;

Д.П. Донцов, кандидат сельскохозяйственных наук;

А.А. Макаренко, младший научный сотрудник

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур имени И.Г. Калининко
(347740, г. Зерноград, Научный городок, д. 3; doncova601@mail.ru)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОРТОВ

ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Одним из важнейших направлений стабильного производства зерна озимого ячменя является внедрение в производство новых сортов [4]. Успешно решить эту проблему позволяет научно обоснованный подбор исходного материала с последующим включением его в селекционную программу. Выявление, подбор и создание нового исходного материала лежат в основе успешной селекции растений. В связи с выше изложенным целью наших исследований являлось изучение основных хозяйственно-ценных признаков сортов озимого ячменя в условиях Ростовской области и выделение ценного исходного материала в межстанционном сортоиспытании для использования в создании новых сортов. Исследования проводили на полях научного севооборота отдела селекции и семеноводства ячменя ФГБНУ ВНИИЗК имени И.Г. Калининко в 2013-2015 гг. Объектом исследований являлись 18 сортов озимого ячменя различного эколого-географического происхождения. Выделены сорта, сочетающие комплекс хозяйственно-ценных признаков и свойств. Высокую озерненность колоса и устойчивость к поражению листовыми болезнями сочетают сорта Жигули, Тимофей (ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко), Федор (ФГБНУ КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко). Сорта Виват (ВНИИЗК) и Самсон (КНИИСХ) выделены как наиболее урожайные, устойчивые к полеганию и поражению мучнистой росой и сетчатым гельминтоспориозом. Сочетание крупнозерности и высокой устойчивости к листовым болезням выявлено у сорта Броинскайли (Франция).

Ключевые слова: озимый ячмень, сорт, урожайность, вегетационный период, масса 1000 зерен, число зерен в колосе.

E.G. Filippov, Candidate of Agricultural Sciences;
A.A. Dontsova, Candidate of Agricultural Sciences;
D.P. Dontsov, Candidate of Agricultural Sciences;
A.A. Makarenko, junior research associate

*FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko
 (347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: doncova601@mail.ru)*

THE RESULTS OF THE STUDY OF WINTER BARLEY VARIETIES IN THE ROSTOV REGION

One of the most important trends of the stable production of winter barley is the introduction of new varieties of into production [4]. The reasonable selection of the initial material and its further introduction into the breeding program gives an opportunity to solve the problem successfully. Identification, selection and development of the initial material are the main elements of the successful breeding of crops. Thus, the purpose of our researches was to study the main economic-valuable traits of winter barley varieties in the Rostov region and to identify a valuable initial material in the variety-testing for their use in the development of new varieties. The experiments were carried out on the fields of the scientific crop rotation of the department of barley breeding and seed-growing of FSBSI ARRIGC after I.G. Kalinenko in the years of 2013-2015. The subjects of the study were 18 varieties of winter barley with different ecologic-geographic origin. The varieties with the combination of economic-valuable traits and properties were identified. The varieties ‘Zhiguli’, ‘Timofey’ (FSBSI ARRIGC after I.G. Kalinenko) and ‘Fedor’ (FSBSI KRIA after P.P. Lukiyantenko) were found to combine great number of grains pre head and tolerance to leaf diseases. The varieties ‘Vivat’ (FSBSI ARRIGC after I.G. Kalinenko) and ‘Samson’ (FSBSI KRIA after P.P. Lukiyantenko) were identified as the most productive varieties, resistant to lodging, powdery mildew and net blotch (*Helminthosporium teres*). The variety ‘Broinskayly’ (France) showed a good combination of coarse grain and high resistance to leaf diseases.

Keywords: winter barley, variety, productivity, vegetation period, 1000-kernel weight, number of grains per head.

Введение. Производство зерна является главной отраслью земледелия, которое обеспечивает население продовольствием, животноводство – кормами и промышленность – сырьем [9].

Ячмень – культура многопланового использования, зерно которого может использоваться на продовольственные, технические и кормовые цели [2]. Посевы ячменя в России распространены в границах пахотного земледелия, чему способствуют

биологические свойства этой культуры. На долю Южного федерального округа приходится до 15% общероссийского производства ячменя [4]. В Ростовской области в последние годы посевные площади ячменя находятся в пределах 500-700 тыс. га. Прочное второе место по площади посева и в РФ и в Ростовской области он завоевал благодаря своей пластичности, сравнительно короткому вегетационному периоду и многообразию народно-хозяйственного использования.

Озимый ячмень – высокоурожайная культура. Потенциал ее урожайности во многом определяется особенностями ее формирования. Исследования в нашей стране и за рубежом показывают, что формирование и налив зерна озимого ячменя проходит в относительно увлажненный период, он лучше, чем яровой использует влагу осенне-зимних осадков. Поэтому по урожайности зерна озимый ячмень значительно превосходит яровой и даже пшеницу [3].

Одним из важнейших направлений стабильного производства зерна озимого ячменя является внедрение в производство новых сортов [4]. Успешно решить эту проблему позволяет научно обоснованный подбор исходного материала с последующим включением его в селекционную программу. Выявление, подбор и создание нового исходного материала лежат в основе успешной селекции растений.

В связи с выше изложенным целью наших исследований являлось изучение основных хозяйственно-ценных признаков сортов озимого ячменя в условиях Ростовской области и выделение ценного исходного материала в межстанционном сортоиспытании для использования в создании новых сортов.

Материалы и методы. Исследования проводили на полях научного севооборота отдела селекции и семеноводства ячменя ФГБНУ ВНИИЗК имени И.Г. Калининко в 2013-2015 гг. В питомнике межстанционного сортоиспытания изучали 18 сортов озимого ячменя. Учетная площадь делянки – 10 м², норма высева – 450 всхожих зерен на 1 м², повторность двукратная, стандартный сорт Мастер высевали через 20 номеров.

Материалом для проведения исследований послужили допущенные к использованию в РФ и Украине сорта озимого ячменя отечественной и зарубежной селекции:

- РФ – Мастер, Жигули, Тимофей, Тигр, Полет, Ерёма, Виват (ВНИИЗК им. И.Г. Калининко); Федор, Кондрат, Самсон, Платон (КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко);
- Украина – Абориген, Трудівник, Селена Стар, Метелица (ОСГИ);
- Франция – Esterel, Azurel, Броинскайли.

Учеты, наблюдения и оценки изучаемых сортов проводили согласно методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур [7] и методическим указаниям по изучению мировой коллекции [8].

Математическую обработку полученных данных производили по методике Б.А. Доспехова [5].

Контрастные погодные условия в годы исследований позволили всесторонне изучить сорта озимого ячменя и оценить их возможности в условиях Ростовской области.

Результаты. Общая продолжительность вегетационного периода определяется сортовыми особенностями и условиями прохождения фаз вегетации. Для каждого региона присущи различные сочетания почвенно-климатических условий, а также динамика их изменений в период вегетации растений как в отдельные периоды, так и в разные годы. Стандартный сорт Мастер относится к раннеспелой группе. Сорта Тигр (-2 дня к стандарту), Кондрат (+1 день), Платон (± 0 дней), Абориген (± 0 дней), Трудівник (-2 дня), Селена Стар (± 0 дней), Метелица (-1 день), Esterel (± 0 дней), Azurel (± 0 дней) по длине вегетационного периода находились в одной группе спелости со стандартом. Остальные образцы являлись среднеспелыми.

Озимый ячмень в годы с избыточным увлажнением не может в полной мере реализовать потенциал продуктивности из-за недостаточной прочности соломины, так как зачастую полегает, что и приводит к снижению урожайности и качества зерна. В связи с этим важное значение приобретает поиск сортов, устойчивых к полеганию, которые сочетали бы этот признак с количественными и качественными показателями.

В наших исследованиях устойчивость к полеганию варьировала от 5 до 9 баллов. Большая часть изучаемых сортов имела высокий балл устойчивости. Высокую устойчивость к полеганию (9 баллов) имели сорта Тимофей, Ерема, Виват, Кондрат, выше среднего (7 баллов) – Жигули, Полет, Федор, Самсон, Платон, Esterel, Броинскайли (рис. 1).

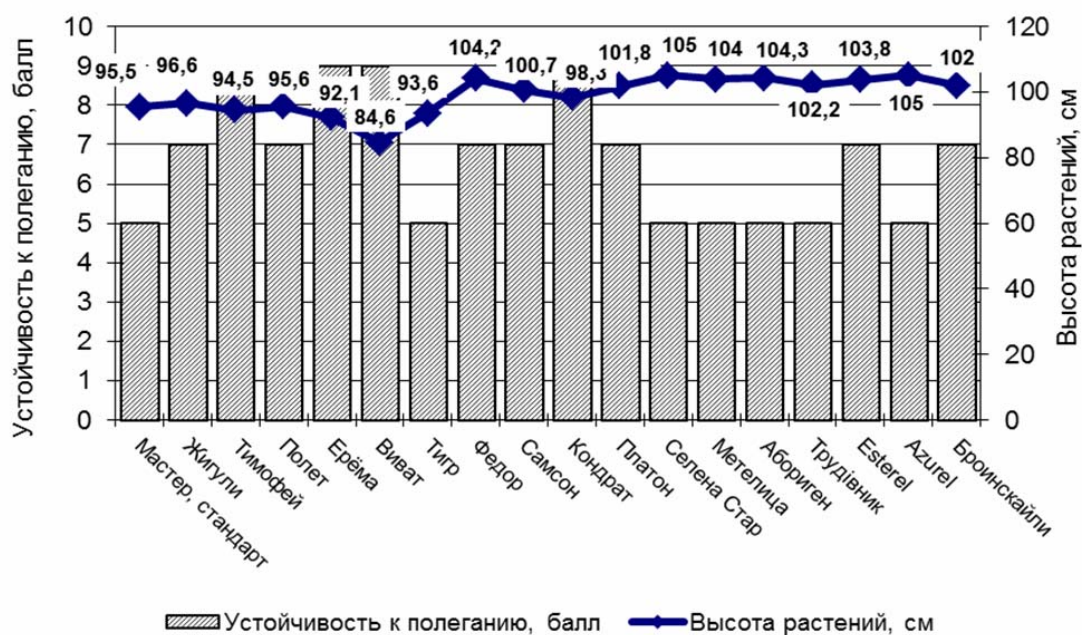


Рис. 1. Высота растений и устойчивость к полеганию озимого ячменя
(2013-2015 гг.)

Основная часть изучаемых сортов, согласно Международному классификатору СЭВ рода *Hordeum* L. [6], была представлена средневисокими сортами – 96-110 см (77,8 %), группа среднерослых сортов (81-95 см) составила 22,2 % (рис. 1).

Крупности зерна, важному агрономическому признаку, в селекционных и генетических исследованиях уделяется большое внимание. Масса 1000 зерен является одним из показателей структуры урожая. В наших исследованиях этот показатель варьировал от 30,9 до 56,4 г. Сорта Тимофей, Виват, Тигр, Платон, Трудівник, Esterel, Azurel имели массу 1000 зерен на уровне стандарта Мастер. Достоверно превысил стандарт двурядный сорт Броинскайли – 56,4 г (НСР₀₅ – 5,1 г). Значительно уступили стандарту по изучаемому признаку сорта Жигули (36,4 г), Кондрат (37,5 г), Абориген (30,9 г) (рис. 2).

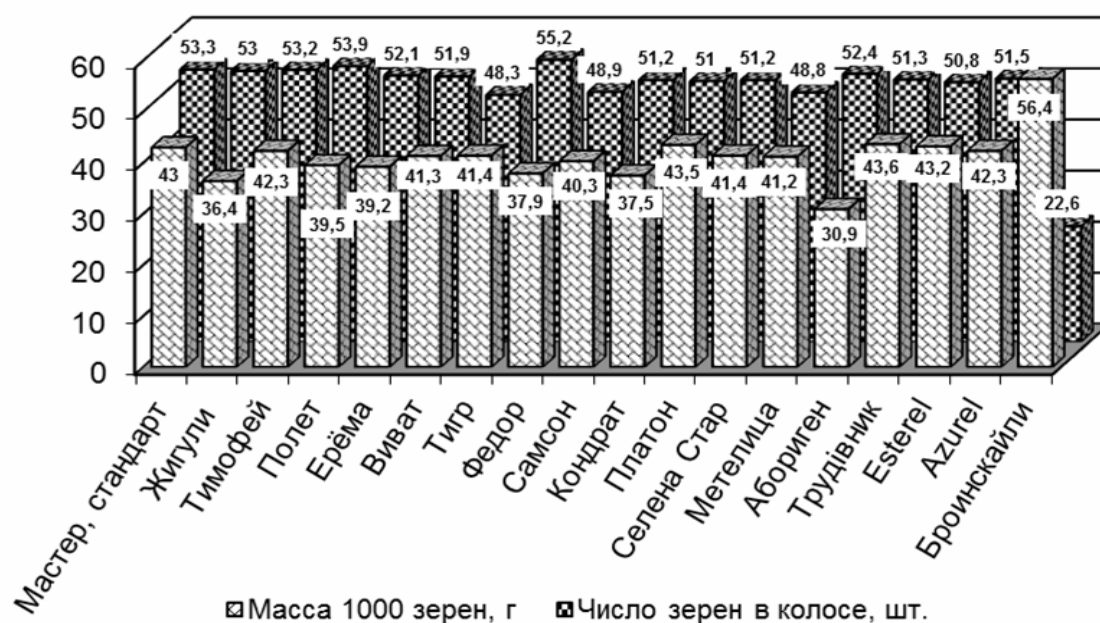


Рис. 2. Масса 1000 зерен (г) и количество зерен в колосе (шт.) (2013-2015 гг.)

У стандартного сорта Мастер количество зерен в колосе составило 53,3 шт. 22,2 % изучаемых сортов являлись высокоозерненными (количество зерен в колосе более 53 шт.) – Жигули, Тимофей, Полет, Федор (рис. 2).

Малое количество колосьев на 1 м² имели сорта Жигули, Тимофей, Тигр. Остальные сорта относились к группе со средним числом колосьев на 1 м².

Мучнистая роса и сетчатый гельминтоспориоз являются наиболее вредоносными патогенами в Ростовской области. В 2013-2015 гг. высокая устойчивость к поражению мучнистой росой была выявлена у сортов Жигули, Тимофей, Полет, Ерёма, Виват, Платон, Метелица. Устойчивость к сетчатой пятнистости проявили сорта Жигули, Тимофей, Полет (ВНИИЗК), Федор, Кондрат, Самсон, Платон (КНИИСХ) и Метелица (Украина). По комплексной устойчивости к поражению двумя патогенами были выделены сорта Жигули, Тимофей, Полет (ВНИИЗК) и Платон (КНИИСХ) (табл. 1).

1. Устойчивость к поражению листовыми болезнями сортов озимого ячменя (2013-2015 гг.)

Сорт	Происхождение	Устойчивость к поражению, балл	
		мучнистой росой	сетчатой пятнистостью
Мастер, стандарт	ВНИИЗК, РФ	2	1,5-2
Жигули	ВНИИЗК, РФ	0,1	1-1,5
Тимофей	ВНИИЗК, РФ	1,5	1-1,5

Тигр	ВНИИЗК, РФ	2	1,5-2
Полет	ВНИИЗК, РФ	0,1-1	1-1,5
Ерёма	ВНИИЗК, РФ	0,1	1,5-2
Виват	ВНИИЗК, РФ	1	1,5-2
Федор	КНИИСХ, РФ	2-2,5	1-1,5
Кондрат	КНИИСХ, РФ	1,5-2	0,1-1
Самсон	КНИИСХ, РФ	1,5-2	0,1-1,5
Платон	КНИИСХ, РФ	1-1,5	1-1,5
Абориген	Украина	2	2
Трудівник	Украина	2	1,5-2
Селена Стар	Украина	2	1,5-2
Метелица	Украина	1,5	2-2,5
Esterel	Франция	2	2,5
Azurel	Франция	2,5	2,5
Броинскайли	Франция	1,5-2	1,5

Урожайность – основной критерий значимости сорта в конкретных условиях [1].

В наших исследованиях этот показатель варьировал в пределах от 6,8 (Селена Стар) до 8,3 т/га (Виват). Достоверно ($НCP_{05} = 0,4$) превысили стандарт сорта Тимофей (+0,7 т/га), Виват (+1,0 т/га) и Самсон (+0,7 т/га). Сорта Селена Стар и Esterel уступили стандарту Мастер. Остальные изучаемые сорта находились на уровне стандартного сорта (рис. 3).

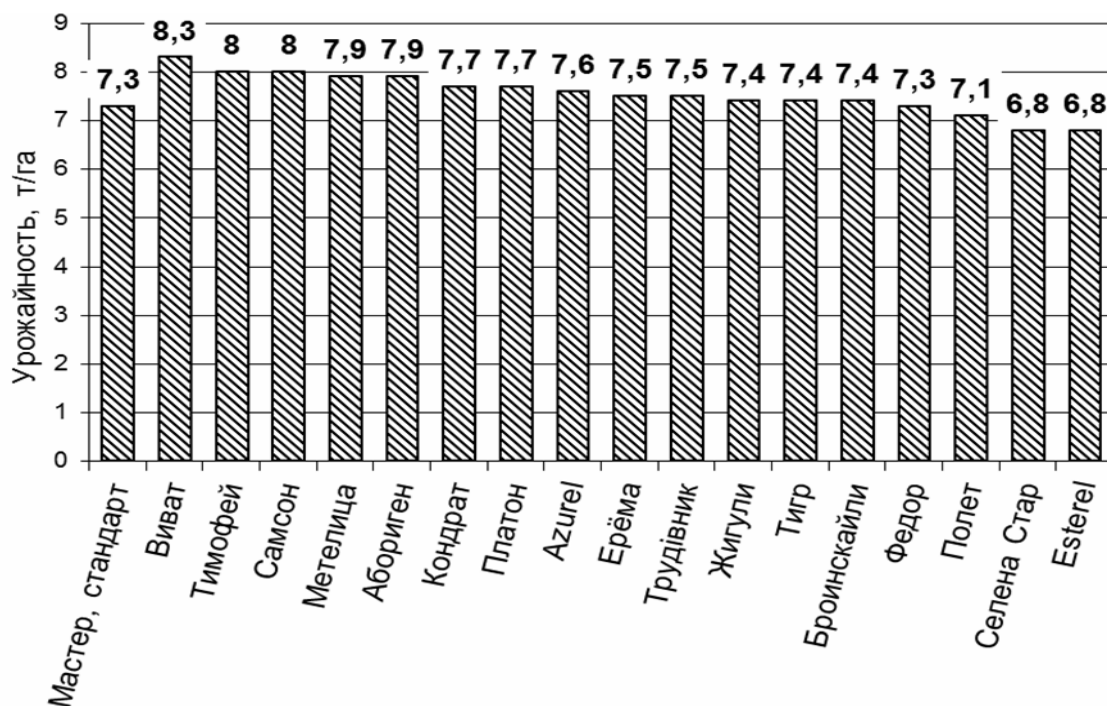


Рис. 3. Урожайность сортов озимого ячменя, 2013-2015 гг.

Наиболее эффективным и надежным методом оценки сортов озимых культур на зимостойкость является их оценка в полевых условиях. В годы исследований в период зимовки показатели температурного режима воздуха были выше среднееголетних данных, в связи с чем повреждения посевов озимого ячменя от действия низких температур не наблюдалось. Поэтому все изучаемые сорта показали высокий уровень зимостойкости (9 баллов).

Выводы. В результате изучения сортов озимого ячменя разных селекционных учреждений удалось выявить сорта, сочетающие несколько хозяйственно-ценных признаков:

- Жигули – устойчивость к полеганию, поражению листовыми болезнями и высокая озерненность колоса;
- Тимофей – высокие урожайность и озерненность колоса, устойчивость к полеганию и поражению листовыми болезнями;
- Виват - высокая урожайность, устойчивость к полеганию и поражению мучнистой росой;
- Федор – высокая озерненность колоса, устойчивость к поражению сетчатой пятнистостью;
- Самсон – высокая урожайность, устойчивость к полеганию и поражению сетчатой пятнистостью;
- Бройнскэйли – крупнозерность, устойчивость к поражению листовыми болезнями.

Литература

1. Алабушев, А.В. Состояние и пути эффективности отрасли растениеводства / А.В. Алабушев. – Ростов- на-Дону: ЗАО «Книга», 2012. – 384 с.

2. Алабушев, А.В. Производство зерна в России / А.В. Алабушев, С.А. Раева. – Ростов- на-Дону: ЗАО «Книга», 2013. – 144 с.
3. Грабовец, А.И. Некоторые аспекты адаптивной селекции озимой пшеницы на Дону /А.И. Грабовец, М.А. Фоменко, С.П. Фоменко // Сб. науч. тр. – Саратов, 2004. – С.48 – 53.
4. Донцова, А.А. Состояние производства и сортовой состав в Ростовской области / А.А. Донцова, Е.Г. Филиппов, С.А. Раева // Зерновое хозяйство России. – № 4 (34). – 2014. – С. 40-44.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 336 с.
6. Международный классификатор СЭВ. – Ленинград: ВИР, 1983. – 52 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – Вып. 2. – 250 с.
8. Методические указания ВИР. – Ленинград, 1977.
9. Филиппов, Е.Г. Технология возделывания ячменя озимого / Е.Г. Филиппов, Н.Г. Янковский, А.А. Донцова. – Ростов- на-Дону, 2009. – 32 с.
10. Филиппов, Е.Г. Селекция озимого ячменя / Е.Г. Филиппов, А.А. Донцова. – Ростов- на-Дону: ЗАО «Книга», 2014. – 208 с.

Literature

1. Alabushev, A.V. The state and efficient methods of plant-growing branch / A.V. Alabushev. – Rostov-on-Don: ZAO “Kniga”,2012. – 384 p.
2. Alabushev, A.V. Grain production in Russia/ A.V. Alabushev, S.A. Raeva. – Rostov-on-Don: ZAO “Kniga”,2013. – 144 p.
3. Grabovets, A.I. Some aspects of adaptive breeding of winter wheat in Don area / A.I. Grabovets, M.A. Fomenko, S.P. Fomenko// Collection of Sc.W.. - Saratov, 2004. – PP.48 – 53.
4. Dontsova, A.A. The state of production and varietal composition in the Rostov region / A.A. Dontsova, E.G. Filippov, S.A. Raeva // Grain Economy of Russia. – № 4 (34). – 2014. – PP. 40-44.
5. Dospekhov, B.A. The methodology of a field trial / B.A.Dospekhov. – М.: Kolos,1985.-336p.
6. International classifier COMECON. – Leningrad: ARIP, 1983. – 52 p.
7. Methodology of the State variety testing of crops. – М., 1989. – Iss. 2. – 250 p.
8. Methodical recommendations of ARIP. – Leningrad, 1977.
9. Filippov, E.G. Cultivation technology of winter barley / E.G. Filippov, N.G. Yankovsky, A.A. Dontsova. – Rostov-on-Don, 2009. – 32 p.

10. Filippov, E.G. Winter barley breeding / E.G. Filippov, A.A. Dontsova. – Rostov-on-Don: ZAO “Kniga”, 2014. – 208 с.

УДК 633.174:631.52

Е.А. Шишова, научный сотрудник;
С.И. Горпиниченко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;
А.Е. Романюкин, кандидат сельскохозяйственных наук старший научный сотрудник;
Г.М. Ермолина, кандидат сельскохозяйственных наук старший научный сотрудник,
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур имени И.Г. Калиненко
(347740, г. Зерноград, Научный городок, д. 3; vniizk30@mail.ru)

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ СОРГО ТРАВЯНИСТОГО

Травянистое сорго возделывают на сено, зеленый корм, сенаж. К сорго травянистому относят суданскую траву и сорго-суданковые гибриды. Целью работы являлось выявление основных направлений селекционной работы по сорго травянистому и отразить результаты работы в ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко. Главным направлением в селекции суданской травы является создание раннеспелых сортов суданской травы, обладающих высокой кустистостью, хорошей облиственностью (27-30%), с высокой урожайностью и качеством зеленой массы. В селекции сорго-суданковых гибридов основным направлением является создание высокоурожайных, различных по продолжительности вегетационного периода гибридов с хорошим качеством зеленой массы на основе раннеспелых холодостойких низкорослых, устойчивых к полеганию ЦМС-линий и опылителей. Для решения задач селекции сорго травянистого создана рабочая коллекция раннеспелых, высокооблиственных с крупными размерами листа, кустистых образцов, которые будут включены в гибридизацию. Среди новых сортов сорго травянистого по урожайности зеленой массы в сумме за 2 укоса выделились сорта Веста, Миледи, Красава и Аркадия, по сбору переваримого протеина, кормовых единиц и содержанию обменной энергии в 1 кг абсолютно сухого вещества – Аркадия и Красава. Созданы новые сорго-суданковые гибриды. По урожайности зеленой массы выделились гибриды АПВ 1115 х Землячка, А-63 х Красава и Гермес, по сбору кормовых единиц и содержанию обменной энергии в 1 кг абсолютно сухого вещества – Гермес, А-63 х

Аркадия и АПВ-1115 х Землячка. Новые сорта и гибриды сорго травянистого позволяют получать 55-56 и 68-76 т/га зеленой массы за 2 укоса соответственно.

Ключевые слова: *сорго травянистое, суданская трава, сорго-суданковый гибрид, урожайность, зеленая масса.*

E.A. Shishova, research associate;
S.I. Gorpinichenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading research associate;
A.E. Romanyukin, Candidate of Agricultural Sciences, senior research associate;
G.M. Ermolina, Candidate of Agricultural Sciences, senior research associate,
FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko
(347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3, vniizk30@mail.ru)

THE MAIN TRENDS AND RESULTS OF GRASS SORGHUM BREEDING

Grass sorghum is cultivated especially for hay, green feed (chop) and haylage. Sudan-grass and sorghum-Sudan hybrids belong to grass sorghum. The purpose of the work was to determine the main problems of the grass sorghum breeding and to present the results in FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko. The main problem in the Sudan grass breeding is the development of early maturing varieties of Sudan grass with high tillering capacity, good leaf formation, high productivity and qualitative green chop. In the sorghum-Sudan hybridization the main task is to grow highly productive hybrids of various term of vegetation with qualitative green chop on the basis of early maturing, low-height, resistant to lodging and cold CMS-lines and pollen parents. To solve these tasks we developed the working collection of early maturing samples with good tillering capacity, with large leaf formation, which are going to be introduced into the hybridization. Among the new varieties of grass sorghum we identified 'Vesta', 'Miledy', 'Krasava' and 'Arkadiya' due to total green chop productivity for two cuttings; and 'Arkadiya' and 'Krasava' due to the yield of digestible protein, fodder units and contents of exchangeable energy per kg of absolutely dry matter. New sorghum-Sudan hybrids have been developed. The hybrids 'APV 1115xZemlyachka', 'A-63xKrasava' and 'Germes' were identified due to green chop productivity; 'Germes', 'A-63x Arkadiya' and 'APV 1115xZemlyachka' were identified due to the productivity of fodder units and contents of exchangeable energy per kg of absolutely dry matter. The new varieties and hybrids of grass sorghum allow obtaining 55-56 and 68-76 t/ha of green chop for two cuttings respectively.

Keywords: *grass sorghum, Sudan grass, sorghum-Sudan hybrid, productivity, green chop.*

Введение. Развитие кормопроизводства является стратегическим направлением сельского хозяйства, к которому относятся животноводство, растениеводство и земледелие. Источником пополнения концентрированных сочных и грубых кормов

может стать сорго [1, 2]. Это обусловлено высоким качеством листостебельной массы, разнообразием использования в кормопроизводстве, способностью формировать высокую урожайность в условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения. Травянистое сорго возделывают на сено, зеленый корм, сенаж. К сорго травянистому относят суданскую траву и сорго-суданковые гибриды.

Суданская трава широко используется на зеленый корм и приготовление высококачественного сена. В 1 кг зеленой массы, убранной до начала выметывания, содержится 0,18-0,22 к.ед., 28-32 г переваримого протеина [3]. Сено суданской травы характеризуется также высокой питательной ценностью. В 1 кг содержится 0,51-0,57 к.ед., 60-67 г переваримого протеина [4]. Современные сорта суданской травы имеют ряд недостатков: позднеспелость, грубостебельность, невыравненность по высоте и срокам созревания, склонность к полеганию. Поэтому главным направлением в селекции суданской травы является создание раннеспелых сортов суданской травы, обладающих высокой кустистостью, хорошей облиственностью (27-30%), быстро отрастающих после скашивания, с тонкими стеблями, с высокой урожайностью и качеством зеленой массы [5].

Гибриды значительно превышают лучшие сорта суданской травы по урожайности зеленой массы (на 20-30%) и качеству корма [6]. Недостатки существующих сорго-суданковых гибридов определяются главным образом недостатками их родительских форм. Материнские ЦМС-линии гибридов – высокорослые, с недостаточно высокой степенью стерильности, склонны к полеганию. В селекции сорго-суданковых гибридов основным направлением является создание высокоурожайных, различных по продолжительности вегетационного периода гибридов с хорошим качеством зеленой массы на основе раннеспелых холодостойких низкорослых, устойчивых к полеганию ЦМС-линий и опылителей.

Целью работы являлось выявление основных направлений селекционной работы сорго травянистого и отражение результатов работы в ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г.Калиненко.

Материалы и методы. Работа выполнена в ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко, расположенном в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения зерноградского района Ростовской области. Предшественник – озимая пшеница. Опыты проводили в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [7]. Обработку почвы, уход за посевами проводили в соответствии с технологией возделывания суданской травы [8].

Результаты. В настоящее время в Государственном реестре селекционных достижений на 2016 год находится 36 сортов суданской травы, из них 2 — селекции ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко; 27 сорго-суданковых гибридов, из них 1 гибрид создан в ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко. В сельскохозяйственном производстве наиболее широко используются сорта суданской травы ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко Александрина и Анастасия [9].

Сдерживающим фактором широкого внедрения суданской травы в сельскохозяйственное производство является отсутствие сортов, совмещающих скороспелость с высокой продуктивностью. Для решения этих проблем селекционеру нужно стремиться к возможно полному изучению имеющегося генофонда сорго с тем, чтобы включить в селекционный процесс новые источники и доноры ценных признаков [10, 11]. На первом этапе необходимо сформировать рабочие коллекции образцов по каждому селекционно-ценному признаку.

Сокращение вегетационного периода, а именно периода «всходы-1 укос (выметывание)» — важное условие успешной работы по созданию и подбору новых сортов [12, 13, 14]. Рабочая коллекция суданской травы включает скороспелые образцы с продолжительностью периода «всходы-выметывание» до 40 дней, у них данный период на 11-15 дней короче, чем у стандарта сорта Александрина (табл. 1).

1. Скороспелые образцы суданской травы (2013-2015 гг.)

Сорт, образец	Происхождение	Период «всходы-выметывание», дн.	Высота главного стебля, см	Длина листа, см	Ширина листа, см	Диаметр стебля, мм	Кусти- тость, стеблей/ растении
Александрина, st	Россия	48	277	74	6	10	2
Саратовская 1183	Россия	34	249	45	3	6	3
К-392	Россия	34	149	46	3	8	2
Многоукосная Россиянка	Россия	35	239	45	4	10	3
Туран	Россия	36	156	64	4	7	2
МногоРос	Россия	36	211	58	3	6	2
Сенокосный	Россия	36	195	66	3	7	3
Желтозерная 754	Россия	36	229	66	4	10	3
Тополек	Россия	36	237	67	4	10	2
К-299	Конго	36	243	56	5	9	2
И:0145479	Россия	37	209	52	4	8	2

На продуктивность зеленой массы оказывают влияние, в первую очередь, размеры и количество листьев, кустиность. Листья являются наиболее ценной частью растений

при использовании на зеленый корм, сено, поэтому наиболее ценными в кормовом отношении являются хорошо облиственные сорта (более 9 листьев). В таблице 2 представлены образцы, сочетающие крупный лист (длиной 75-82 см, шириной 6,0-6,5 см) и высокую облиственность (10-11 листьев).

2. Образцы суданской травы, сочетающие большой лист и высокую облиственность
(2013-2015 гг.)

Сорт, образец	Происхождение	Период "всходы-выметывание", дн.	Высота главного стебля, см	Длина листа, см	Ширина листа, см	Количество листьев, шт.	Диаметр стебля, мм
Александрина, st	Россия	48	277	74	6,0	9	10
М/12	Россия	48	320,0	75	6,0	11	10
Суданка М/2	Россия	47	272,0	77	6,5	10	13
М4/9	Россия	46	273,0	77	6,0	10	9
Топольная 8	Россия	50	287,0	79	6,5	10	11
Коричнево-пленчатая	Россия	48	317,0	80	6,0	10	12
К-347	Россия	55	250,0	80	6,0	10	10
К-120	Украина	55	228,0	82	6,0	10	10

Образцы с высокой кустистостью и тонкостебельностью более урожайные и обладают более высоким качеством зеленой массы. В таблице 3 представлены образцы с высокой кустистостью (5-6 стеблей), они имеют высоту главного стебля 169-259 см, подгона – 120-241 см, листья длиной 52-72 см, шириной – 3-6 см, тонкий стебель – 6-10 мм.

3. Образцы суданской травы с повышенной кустистостью (2012-2015 гг.)

Сорт, образец	Происхождение	Высота главного стебля, см	Высота подгона стебля, см	Длина листа, см	Ширина листа, см	Диаметр стебля, мм	Кустистость, стеблей/растении
Александрина, st	Россия	277	200	74	6	10	2
М3/5	Россия	164	162	72	5	6	5
М1/8	Россия	224	216	56	6	7	6
К-95	Россия	169	157	57	3	7	5
К-201	США	219	156	62	4	7	6
К-230	Польша	210	160	50	3	6	6
К-250	США	254	241	52	4	8	6
К-264	Сомали	259	196	58	3	7	6
К-279	Индия	182	171	66	6	10	5
К-475	Россия	230	120	76	5	9	6

Наиболее урожайные сорта представлены в таблице 4. Сорта относятся к среднеспелой группе созревания. В сумме за 2 укоса выделились сорта: Веста, Миледи, Красава и Аркадия, они превосходят стандартный сорт Александрина на 9-10 т/га или 19,6-21,7%. Наибольший сбор переваримого протеина наблюдался у сортов Аркадия и Красава. Эти же сорта имели наибольший сбор кормовых единиц и содержание обменной энергии в 1 кг абсолютно сухого вещества.

4. Характеристика сортов суданской травы (2013-2015 гг.)

Сорт	Высота растений, см		Площадь листовой поверхности, см ²		Продолжительность периода, дн.		Урожайность зеленой массы, т/га		
	1 укос	2 укос	1 укос	2 укос	«всходы-1 укос»	«1-2 укос»	1 укос	2 укос	сумма
Александрина, st	233	160	109,3	129,9	44	58	28	18	46
Красава	248	178	115,3	145,6	45	58	33	23	56
Аркадия	249	170	119,7	136,6	41	57	34	22	56
Миледи	250	172	111,3	136,8	46	58	32	23	55
Веста	259	181	112,6	140,3	42	60	34	21	55
НСР ₀₅							2,5	1,7	2,9

У сорго-суданковых гибридов урожайность зеленой массы в сумме за 2 укоса у колебалась от 67 до 76 т/га (табл. 5). Гибриды относятся к среднеспелой группе созревания. По урожайности зеленой массы выделились гибриды: АПВ 1115 х Землячка, А-63 х Красава и Гермес, которые превосходят стандарт Густолистный на 6-9 т/га. Наибольший сбор кормовых единиц обеспечили гибриды: Гермес, А-63 х Аркадия и АПВ-1115 х Землячка. Эти же гибриды имели наибольшее содержание обменной энергии в 1 кг абсолютно сухого вещества.

5. Характеристика сорго-суданковых гибридов, 2013-2015 гг.

Гибрид	Урожайность зеленой массы, т/га				Урожайность абсолютно-сухого вещества	
	1 укос	2 укос	сумма за 2 укоса	± к стандарт у	т/га	± к стандарту
Густолистный, st	43	24	67	-	11,3	-
Гермес	50	26	76	+9	14,5	+3,2
А-63 х Красава	49	24	73	+6	14,2	+2,9
А-63 х Аркадия	44	26	70	+3	15,0	+3,7
А-63 х Аюша	45	23	68	+2	13,4	+2,1
АПВ-1115 х Землячка	46	25	71	+6	16,7	+5,4
АПВ-1115 х Миледи	45	23	68	+1	13,3	+2,0
АПВ-1115 х Веста	44	25	69	+2	12,8	+1,5
НСР ₀₅	2,4	1,1	2,5	-	1,5	-

Таким образом, для решения главной задачи селекции сорго травянистого создана рабочая коллекция раннеспелых, высокооблиственных с крупными размерами листа, кустистых образцов, которые будут включены в гибридизацию. Созданы новые сорта и сорго-суданковые гибриды, относящиеся к среднеспелой группе созревания и позволяющие получать 55-56 и 68-76 т/га зеленой массы за 2 укоса соответственно.

Литература

1. Горпиниченко, С.И. Результаты селекции сорго сахарного в ГНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко / С.И. Горпиниченко, Е.А. Шишова. – Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 4. – С. 21-25.
2. Метлина, Г.В. Агроэнергетическая эффективность возделывания новых сортов и гибридов сорго сахарного / Г.В. Метлина, С.И. Горпиниченко, Н.А. Ковтунова, С.А. Васильченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – №114. – С. 288-297.
3. Малиновский, Б. Н. Селекция гибридов сорго на стерильной основе // Селекция растений с использованием ЦМС [Текст] / Б.Н. Малиновский. – Киев: 1966. – С. 216 – 228.
4. Томмэ, М. Ф. Корма СССР. Состав и питательная ценность [Текст] / Томмэ М.Ф. – М: Колос, 1964. – 446 с.
5. Ковтунова, Н.А. Сорта травянистого сорго для Ростовской области / Н.А. Ковтунова, Г.М. Ермолина, Е.А.Шишова // Кормопроизводство. – 2012. – № 10. – С. 27-28.
6. Ковтунова, Н.А. Сорго-суданковые гибриды селекции ВНИИЗК / Н.А. Ковтунова, Е.А.Шишова // Зерновое хозяйство России. – 2013. – №3. – С. 38-41.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Выпуск 2- й. – М.: Колос, 1985. – 194 с.
8. Горпиниченко, С.И. Технология возделывания суданской травы / С.И. Горпиниченко, Г.В. Метлина, В.В. Ковтунов, С.А.Васильченко. – Зерноград, 2014. – 20 с.
9. Ковтунов, В.В. Анализ динамики сортосмены сорго зернового, сахарного и суданской травы / В.В. Ковтунов, С.И. Горпиниченко, О.А. Лушпина // Зерновое хозяйство России. – 2014. – №3. – С. 15-18.
10. Ковтунов, В.В. Коллекция источников и доноров основных хозяйственно-ценных признаков сорго зернового / В.В. Ковтунов, Н.А. Ковтунова // Зерновое хозяйство России. – 2013. – №1. – С. 13-17.
11. Ковтунов, В.В. Исходный материал для селекции сорго зернового / В.В. Ковтунов, С.И. Горпиниченко, Н.А. Беседа // Вестник аграрной науки Дона. – 2010. – №2. – С. 76-80.

12. Беседа, Н.А. Подбор исходного материала для селекции сорго зернового на скороспелость / Н.А.Беседа // Молодые ученые – агропромышленному комплексу Поволжья, 2010. – С. 17-20.

13. Алабушев, А.В. Основные направления селекционной работы по сахарному сорго / А.В. Алабушев, Н.А. Ковтунова, Е.А. Шишова // Кормопроизводство. – 2015. – №11. – С. 33-36.

14. Ковтунов, В.В. Оценка коллекционных образцов сорго зернового на скороспелость / В.В. Ковтунов, О.А. Лушпина, Н.Н. Сухенко // Зерновое хозяйство России. – 2015. – №4. – С. 15-18.

Literature

1. Gorpinichenko, S.I. The results of sweet sorghum breeding in SSI ARRIGC named after I.G. Kalinenko / S.I. Gorpinichenko, E.A. Shishova. – Grain Economy of Russia. – 2014. - № 4. – PP. 21-25.

2. Metlina, G.V. Agroenergetic efficiency of the cultivation of new varieties and hybrids of sweet sorghum / G.V. Metlina, S.I. Gorpinichenko, N.A. Kovtunova, S.A. Vasilchenko // Polythematical of the net e-journal of Kuban State Agrarian University. – 2015. – №114. – PP. 288-297.

3. Malinovsky, B.N. The breeding of sorghum hybrids on a sterile basis // Plant-breeding with the use of CMS [text] / B.N. Malinovsky. – Kiev: 1966. – PP. 216 – 228.

4. Tomme, M.F. The fodders of the USSR. The contents and nutrition value [text] / Tomme M.F. – M: Kolos, 1964. – 446 p.

5. Kovtunova, N.A. Grass sorghum varieties for the Rostov region / N.A. Kovtunova, G.M. Ermolina, E.A. Shishova // Fodder production. – 2012. – № 10. – PP. 27-28.

6. Kovtunova, N.A., Shishova E.A. Sorghum-Sudan hybrids selected in ARRIGC/ N.A. Kovtunova, E.A. Shishova // Grain Economy of Russia. – 2013. – №3. – PP. 38-41.

7. Methodology of the State variety testing of crops. – Issue 2. – M.: Kolos, 1985. – 194 p.

8. Gorpinichenko, S.I. Cultivation technology of Sudan grass / S.I. Gorpinichenko, G.V. Metlina, V.V. Kovtunov, S.A. Vasilchenko. – Zernograd, 2014. – 20 p.

9. Kovtunov, V.V. The analysis of dynamics of crop rotation of grain sorghum. Sweet sorghum and Sudan grass / V.V. Kovtunov, S.I. Gorpinichenko, O.A. Lushpina // Grain Economy of Russia. – 2014. – №3. – С. 15-18.

10. Kovtunov, V.V. The collection of the sources and donors of the main economic-valuable traits of grain sorghum / V.V. Kovtunov, N.A. Kovtunova // Grain Economy of Russia. – 2013. – №1. – PP. 13-17.

11. Kovtunov, V.V. Initial material for grain sorghum breeding / V.V. Kovtunov, S.I. Gorpinichenko, N.A. Beseda // Vestnik of Agrarian Science of Don. – 2010. - №2. – PP. 76-80.
12. Beseda N.A. The choice of initial material for grain sorghum breeding on early ripeness / N.A. Beseda // Young scientists to agroindustrial complex of Povolzhie, 2010. – PP. 17-20.
13. Alabushev, A.V. The principle trends of breeding work with sweet sorghum / A.V. Alabushev, N.A. Kovtunova, E.A. Shishova // Fodder production. – 2015. – №11. – PP. 33-36.
14. Kovtunov V.V. The assessment of collection samples of grain sorghum on early ripeness / V.V. Kovtunov, O.A. Lushpina, H.H.Сухенко // Grain Economy of Russia. – 2015. – №4. – PP. 15-18.

УДК 633.31:631.559

С.А. Игнатьев, кандидат сельскохозяйственных наук;
Т.В. Грязева, кандидат сельскохозяйственных наук;
Н.Г. Игнатьева, старший научный сотрудник,
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур им.
И.Г. Калининко
(347740, г. Зерноград, Научный городок 3, vnizk30@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СКАШИВАНИЯ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ЛЮЦЕРНЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЕЕ КОРМОВУЮ ЦЕННОСТЬ

Производство продовольствия для человека и корма для животных, их количество и качество должны быть гарантированы в любых экономических ситуациях, так как обеспечивают продовольственную безопасность страны. На юге России эффективное кормопроизводство невозможно без разностороннего использования и расширения посевных площадей основной кормовой культуры – люцерны. В полевых опытах во ВНИИЗК им. И.Г. Калининко проведено изучение продуктивности зеленой массы, сухого вещества, кормовой ценности сорта люцерны сенокосного назначения Ростовская 90 в зависимости от срока скашивания. Сорт Ростовская 90 внесен в Государственный реестр селекционных достижений и принят на Государственном сортоиспытании в качестве стандарта в Северо-Кавказском регионе. В опыте сроки скашивания были привязаны к основным фазам вегетации растений люцерны: стеблевание, бутонизация, начало и полное цветение. Растения люцерны сорта Ростовская 90 скошенные в разные сроки существенно различались по важным хозяйственно-биологическим признакам – высоте и облиственности растений, продуктивности зеленой массы и сухого вещества, содержанию в сухом веществе сырого протеина, клетчатки, кормовых единиц и обменной энергии, сбору питательных веществ с 1 га. Урожайность зеленой массы и сухого вещества в период скашивания и по годам, особенно при ранних сроках (стеблевание, бутонизация),

различались незначительно. Наибольшие различия в величине урожайности отмечены при скашивании в начале цветения. Урожайность люцерны Ростовская 90 закономерно возрастала от стеблевания до начала цветения и составляла по срокам учета в среднем за годы исследований 15,2; 22,6; 27,1 и 27,3 т/га зеленой массы в первом укосе и 9,8; 12,5; 14,1 и 13,8 т/га во втором укосе. Урожайность сухого вещества соответственно в первом укосе составила 2,1; 3,5; 6,8; 6,2 т/га и 1,3; 2,4; 3,4 и 3,1 т/га во втором. Достоверно наибольшие урожайности зеленой массы и сухого вещества получены при их учете в начале цветения. В среднем за годы исследований содержание сырого протеина в растениях наивысшее в период стеблевания как в первом (25,24 %), так и во втором (24,11 %) укосах. В полное цветение оно значительно снижалось и составляло в первом укосе 16,3, а во втором – 17,09 %. Подобная же закономерность отмечена и в изменении обменной энергии и кормовых единиц в 1 кг сухого вещества растений люцерны. В стеблевании в 1 кг сухого вещества содержалось 0,94 к.ед. в первом укосе и 0,91 к.ед. во втором. Содержание обменной энергии при этом составило соответственно 10,76 и 10,51 МДж. Наименьшее содержание обменной энергии в сухом веществе было в полное цветение – 8,63 МДж в первом укосе и 8,21 МДж во втором укосе, а кормовых единиц – соответственно 0,56 и 0,52. Снижение кормовой ценности связано с увеличением содержания в растениях клетчатки. В полное цветение оно значительно превосходит физиологически необходимое для КРС количество. Кормовая масса люцерны, скошенная в фазе стеблевания и бутонизации, позволяет заготавливать высокоэнергетический корм с содержанием в 1 кг сухого вещества 0,84 – 0,94 к.ед. и 10,05 – 10,76 МДж обменной энергии. При скашивании зеленой массы люцерны в начале фазы цветения в первом и во втором укосах отмечался наибольший сбор с 1 га кормовых единиц (5304 и 2846), сырого протеина (1457 и 792 кг) и обменной энергии (64260 и 30838 МДж).

Ключевые слова: люцерна, зеленая масса, сухое вещество, корм, кормовая единица, обменная энергия, урожайность.

S.A. Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences;
T.V. Gryazeva, Candidate of Agricultural Sciences;
N.G. Ignatieva, senior research associate,

*FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko
 (347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vniizk30@mail.ru)*

THE EFFECT OF THE CUTTING TIME OF GREEN CHOP OF ALFALFA ON ITS PRODUCTIVITY AND ITS FODDER VALUE

The production of food for people and fodder for animals, their quality and quantity must be guaranteed in any economic situation as it provides security of the country. In the south of Russia the efficient fodder production becomes impossible without a versatile use and increase

of the arable lands for the main fodder crop alfalfa. In the field trials of ARRIGC after I.G. Kalinenko we carried out study of green chop, dry matter and fodder value of the alfalfa hay variety 'Rostovskaya 90' according to the time of cutting. The variety 'Rostovskaya 90' was introduced into the State List of the breeding achievements and accepted to the State Variety Testing as a standard variety in the North-Caucasus region. In the experiment the time of cutting were connected with the main vegetation phases of alfalfa, i.e. stem formation, bud formation and blooming. The alfalfa plants of the variety 'Rostovskaya 90' which were cut in different time differed a lot in a plant height, leaf formation, productivity of green chop and dry matter, contents of raw protein, fiber, fodder units and exchangeable energy in dry matter, the amount of nutrients per hectare. The productivity of green chop and dry matter in the period of cutting and at the early stages of stem and bud formation had a slight difference. The largest differences in the productivity increase were seen during the cutting at the beginning of blooming. The productivity of 'Rostovskaya 90' naturally increased in the period from stem formation to the beginning of blooming and on average produced 15.2, 22.6, 27.1 and 27.3 t/ha of green chop during the first cutting and 9.8, 12.5, 14.1 and 13.8 t/ha during the second cutting. The productivity of dry matter was 2.1, 3.5, 6.8 and 6.2 t/ha during the first cutting and 1.3, 2.4, 3.4 and 3.1 t/ha during the second cutting. The largest productivity of green mass and dry matter was obtained at the beginning of blooming. On average during the years of study the amount of raw protein in the plant was the largest in the period of stem formation both during the first cutting (25.24%) and during the second one (24.11%). In the period of full blooming the index significantly reduced and was 16.3% during the first cutting and 17.09% during the second one. The similar regularity was seen with exchangeable energy and fodder units per kg of dry matter. During the stem formation there was 0.94f.u. in one kg of dry matter during the first cutting and 0.91f.u. during the second one. The content of exchangeable energy was 10.76 and 10.51 MJ respectively. During the full blooming the content of exchangeable energy in dry matter and fodder units was 8.63 MJ and 0.56f.u. during the first cutting; and 8.21 MJ and 0.52 f.u. during the second one. The decrease of fodder value is caused by the increase of fiber contents in the plants. During the full blooming it significantly surpassed the quantity required for cattle. The fodder amount of alfalfa, cut during the period of stem and bud formation, allows yielding the fodder with 0.84 – 0.94 f.u. and 10.05 – 10.76 MJ in one kg of dry matter. The largest yield of fodder units (5304 and 2846), raw protein (1457 and 792 kg) and exchangeable energy (64260 and 30838 MJ) per one hectare was noticed at the beginning of blooming both during the first cutting of green mass of alfalfa and during the second one.

Keywords: *alfalfa, green chop (mass), dry matter, fodder, fodder unit, exchangeable energy, productivity.*

Введение. Продовольствие для человека и корма для животных – это товары особого рода [1], уровень производства, ритмичность их поступления и их качество должны быть гарантированными. В любых экономических ситуациях производство кормов обеспечивает экономическую и продовольственную безопасность страны.

При значительном снижении поголовья КРС, овец, коз обеспеченность кормами 1-й условной головы КРС во многих регионах остается низкой и в лучшем случае составляет 70 – 80 % от нормы [2, 3, 4]. Даже в сравнительно благополучных по количеству и качеству заготовленных кормов, площади посева важнейшей кормовой культуры на юге Ростовской области - люцерны на 20 % меньше, чем теоретически необходимо для увеличения производства молока и мяса крупного рогатого скота [5]. В рационах кормления резко возросло количество концентрированных кормов, что привело к повышению себестоимости животноводческой продукции, а зеленых кормов и сена используется и заготавливается явно недостаточно, низкого качества [6, 7].

Количество и качество зеленой массы, сена, сенажа, травяной муки и др. кормов в большей степени зависит от распространенности посевов люцерны, времени и способов заготовки кормов. Эта культура в основном составляла фундамент кормопроизводства на юге страны [8, 9] и занимала большие посевные площади в каждом хозяйстве.

Люцерна по-прежнему обеспечивает наибольший среди бобовых культур выход растительного белка с 1 га и является лидером по накоплению органических остатков в почве, улучшению ее физико-химических свойств.

Цель настоящей работы – показать продуктивность люцерны в зависимости от срока уборки и связанное с этим количество и качество получаемого корма.

Материалы и методы. В качестве изучаемого сорта использовали сорт люцерны сенокосного направления Ростовская 90, принятый на Государственное сортоиспытание в качестве стандарта в Северо-Кавказском регионе.

Сроки скашивания устанавливали, исходя из наиболее часто применяемых в производстве для получения кормовой продукции для конкретных целей, с минимальной потерей качества и урожайности [12, 13, 14] и привязанные к основным фазам вегетации растений люцерны: стеблевание, бутонизация, начало и полное цветение. Основной контрольный срок скашивания – фаза начала цветения растений.

Полевые опыты проводили на полях ВНИИЗК согласно «Методическим указаниям по селекции многолетних трав» по двум закладкам (циклам) посева 2010 и 2012 годов.

Посев осуществляли весной. Норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га, площадь делянки – 25 м², повторность – шестикратная.

Почвенный покров участка представлен черноземом обыкновенным, мощным, карбонатным, тяжелосуглинистым. Содержание гумуса в слое 0 – 20 см – 3,6 %, подвижного фосфора – 18 мг/кг, обменного калия – 320 мг/кг почвы.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием компьютерных программ Excel, Statistica 6.0.

Погодно-климатические условия в годы исследований были различными и отражали неустойчивый и изменяющийся климат зоны.

Из наблюдаемых 5 лет в период активной вегетации три года отмечался недобор осадков, в один год осадков выпало на уровне среднемноголетних и один год их количество на 18 % было выше среднемноголетних. По сезонам осадки распределялись крайне неравномерно. В летний период они носили ливневый характер и на фоне более высоких, чем среднемноголетние температуры воздуха они мало оказывали влияния на пополнение запасов продуктивной влаги. Особенно острый недостаток влаги (почвенной и воздушной) наблюдался в июле, августе и сентябре в 2010, 2011, 2014 гг.

Условия перезимовки люцерны в эти годы были благоприятными. Критически низких температур не наблюдалось.

Результаты. В разные сроки скашивания зеленой массы растения люцерны изучаемого сорта существенно различались по таким хозяйственным признакам, как высота и облиственность растений, продуктивность зеленой массы и сухого вещества (табл. 1).

1. Основные хозяйственные показатели люцерны в зависимости от срока скашивания (2011 – 2014 гг.)

Срок скашивания	Высота растений по фазам вегетации, см		Облиственность растений по фазам вегетации, %		Урожайность, т/га			
					зеленой массы		сухого вещества	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Стеблевание	58	45	76	69	15,2	9,8	2,1	1,3
Бутонизация	69	51	58	55	22,6	12,5	3,5	2,4
Начало цветения	92	67	51	49	27,1	14,1	6,8	3,4
Полное цветение	97	81	45	42	27,3	13,8	6,2	3,1
НСР ₀₅					2,23	1,32	0,78	0,31

*Примечание: 1 – первый укос; 2 – второй укос

При скашивании в фазу стеблевания растения люцерны в первом укосе, в среднем за годы наблюдений, имели высоту 58 см, во втором - 45 см. Коэффициенты вариации этого признака в укосах были близки и составляли соответственно 8,3 и 13,7 %.

Более ранние наблюдения показали, что с фазы стеблевания до начала цветения в условиях Ростовской области у растений люцерны отмечаются наибольшие суточные приросты в высоту. Они достигают 1,7 – 2,0 см/сутки [14]. Это время наибольшего изменения высоты растений. При учете зеленой массы в фазу бутонизации высота растений в первом укосе составляла 69 см, а в начале цветения – 92 см. Во втором укосе изменение высоты ниже из-за дефицита влаги, высокой температуры воздуха, освещенности посева. В фазу бутонизации высота растения составляла 51 см, а в начале цветения – 67 см. Коэффициенты вариации этого признака в начале цветения значительно выше (18,3 % в первом укосе и 29,3 % во втором), что свидетельствует о более высоком влиянии на высоту растений погодно-климатических условий.

В фазу полного цветения отмечалась у растений люцерны наибольшая высота: в первом укосе – 97 и во втором – 81 см. С высотой растений люцерны тесно связан важный показатель – облиственность растений.

Облиственность растений люцерны оказывает существенное влияние на кормовую значимость культуры.

Наибольшая облиственность растений люцерны приходится на фазу стеблевания как в первом (76 %), так и во втором (69 %) укосах, а в фазу полного цветения – наименьшая (45 % в первом укосе и 42 % во втором). Коэффициенты вариации изменчивости признака в годы проведения опыта изменялись незначительно и были более высокими во втором укосе. Так, в первом укосе по годам они составляли 25,2 – 30,7, во втором – 45,2 – 50,1 %.

Величина урожайности зеленой массы и сухого вещества по укосам, и особенно во втором, обуславливалась запасами влаги в почве накопившимися в осенне-зимний период. Для формирования высокой урожайности зеленой массы люцерны в первом укосе в условиях Ростовской области вполне достаточно осенне-зимних осадков, а для второго их уже часто недостаточно. Выпадающие летние осадки малоэффективны в силу их ливневого характера. Коэффициенты корреляции между урожайностью зеленой массы и количеством осадков, выпавших в осенне-весенний период, в исследованиях составили по годам $r=0,28-0,36$ в первом укосе и во втором $r=0,53-0,68$. Рассчитанные коэффициенты детерминации урожайности зеленой массы показали, что в первом укосе она на 11 – 18 %, а во втором – на 28 – 46 % определялась выпавшими осадками.

Урожайности зеленой массы и сухого вещества в период скашивания и по годам, особенно в ранних сроках (стеблевание и бутонизация), различались незначительно. Наибольшие различия в величине урожайности отмечены при скашивании в начале цветения. В абсолютных величинах урожайность зеленой массы и сухого вещества закономерно возрастали от стеблевания до начала цветения и составляли по срокам учета в среднем за годы исследований 15,2; 22,6; 27,1 и 27,3 т/га зеленой массы в первом укосе и 9,8; 12,5; 14,1 и 13,8 т/га во втором укосе. Урожайность сухого вещества соответственно в первом укосе была 2,1; 3,5; 6,8; 6,2 и 1,3; 2,4; 3,4; 3,1 т/га во втором. Достоверно наибольшая урожайность зеленой массы и сухого вещества получены при учете их в начале цветения растений люцерны.

По мере роста и развития растений люцерны изменялась и кормовая ценность растений (табл. 2).

2 Кормовая ценность люцерны в зависимости от срока скашивания
(2011 – 2014 гг.)

Срок скашивания	Содержание в АСВ, %				Питательность сухого вещества			
	сырой протеин		сырая клетчатка		обменная энергия, МДж/кг		кормовых единиц, кг	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Стеблевание	25,21	24,11	19,3	19,7	10,76	10,51	0,94	0,91
Бутонизация	23,41	22,63	24,5	25,9	10,11	10,03	0,86	0,84
Начало цветения	24,43	20,39	28,6	29,7	9,45	9,07	0,78	0,69
Полное цветение	16,31	17,09	32,7	33,9	8,63	8,21	0,56	0,52

* Примечание: 1 – первый укос; 2 – второй укос

Содержание сырого протеина в растениях наивысшее в период стеблевания как в первом (25,24 %), так и во втором (24,11 %) укосах. В фазу полного цветения оно значительно снижалось и составляло в первом укосе 16,31 и во втором – 17,09%.

Подобная закономерность отмечена и в изменении обменной энергии и кормовых единиц в 1 кг сухого вещества растений люцерны. Так, в фазу стеблевания в 1 килограмме сухого вещества содержится 0,94 к.ед. в первом укосе и 0,91 к.ед. во втором. Содержание обменной энергии при этом соответственно составляло 10,76 и 10,51 МДж. Наименьшее содержание обменной энергии в 1 кг сухого вещества было в фазе полного цветения (8,63 МДж в первом и 8,21 МДж во втором укосе), кормовых единиц соответственно 0,56 и 0,52.

Снижение кормовой ценности связано с увеличением содержания клетчатки в растениях и в полное цветение оно значительно превосходила физиологически необходимую для КРС (27 %) величину. В среднем содержание сырой клетчатки в сухом веществе растений люцерны при скашивании в полное цветение растений составляло по укосам 32,7 – 33,9 %. Снижается также качество корма из-за уменьшения облиственности растений и содержания сырого протеина к этому времени скашивания растений.

Таким образом, кормовая масса люцерны, скошенная в фазы стеблевания и бутонизации позволяет заготавливать высокоэнергетический корм с содержанием в 1 кг сухого вещества 0,84 – 0,94 к.ед. и 10,03-10,76 МДж обменной энергии.

Сбор кормовых единиц, сырого протеина, обменной энергии с 1 га в большей степени зависит от срока скашивания (табл. 3).

3. Сбор питательных веществ с 1 га и обеспеченность кормовой единицей, сырым протеином в зависимости от срока скашивания

Срок скашивания	Сбор питательных веществ с 1 га						Обеспеченность кормовой единицы сырым протеином, г	
	кормовых единиц,кг		сырого протеина, кг		обменной энергии, МДж			
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Стеблевание	1974	1883	529	513	22596	19663	286	272
Бутонизация	3010	2016	784	543	35385	24072	260	269
Начало цветения	5304	2846	1457	792	64260	30838	274	278
Полное цветение	3472	1612	1011	529	49786	25451	291	328

* Примечание: 1 – первый укос; 2 – второй укос

При скашивании зеленой массы люцерны в начале фазы цветения в первом и во втором укосах в опыте отмечается наибольший сбор кормовых единиц (5304 и 2846), сырого протеина (1457 и 792 кг) и обменной энергии (64260 и 30838 МДж). Более раннее и позднее скашивание люцерны приводило к снижению этих показателей. В то же время обеспеченность кормовой единицы сырым протеином оказалась в опыте при скашивании люцерны в фазу полного цветения наивысшей и составила 291 г/к.ед. в первом укосе и 328 г/к.ед. во втором. При скашивании в более ранние сроки обеспеченность кормовой единицы составила в первом укосе 260 – 274 г сырого протеина, а во втором 269 – 278 г.

Выводы. Растения люцерны сорта Ростовская 90, скошенные в ранние сроки на корм, существенно различались по важнейшим хозяйственно – биологическим признакам – высоте и облиственности растений, продуктивности зеленой массы и сухого вещества,

содержанию в сухом веществе сырого протеина, клетчатки, кормовых единиц и обменной энергии, сбору питательных веществ с 1 га.

При скашивании зеленой массы люцерны в начале фазы цветения в первом и во втором укосах отмечался наибольший сбор с 1 га кормовых единиц (соответственно 5304 и 2846), сырого протеина (1457 – 792 кг), и обменной энергии 64260 и 30838 МДж. Более раннее и позднее скашивание люцерны приводило к снижению этих показателей.

Литература

1. Жученко, А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России / А.А. Жученко. – М.: ООО «Издательство Агрус», 2004. 109 с.
2. Володин, А.Б. Пути интенсификации полевого кормопроизводства в Ставропольском крае / А.Б. Володин, С.И. Капустин, М.А. Саворцов // Кормопроизводство. – 2015. – № 8. – С. 3-6.
3. Уваров, Г.И. Полевое кормопроизводство в Белгородской области / Г.И. Уваров, А.Г. Демидова // Кормопроизводство. 2014. – № 11. С. 3-6.
4. Котова, З.П. Состояние и пути развития полевого кормопроизводства в республике Карелия / З.П. Котова, С.И. Смирнова, Г.В. Евсеева // Кормопроизводство. 2014. – № 2. – С. 30-32.
5. Горлов, И.Ф. Оптимизация кормопроизводства для обеспечения молочного скотоводства кормами собственного производства / И.Ф. Горлов, О.П. Шахбазов, В.В. Губарева // Кормопроизводство. – 2014. – № 4. – С. 3-7.
6. Шпаков, А.С. Развитие животноводства в России / А.С. Шпаков, В.Т. Воловик // Земледелие. – 2009. – № 6. – С. 22-24.
7. Косолапов, В.М. Основные направления улучшения качества зернофуража / В.М. Косолапов, А.П. Гаганов // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 5. – С. 49-53.
8. Ермоленко, В.П. Заготовка, переработка и использование кормов / В.П. Ермоленко, А.Ф. Кайдалов. – Ростов-на-Дону: Книжное изд-во, 1982. – 176 с.
9. Макарова, Л.И. Питательность кормов и растений Ростовской области / Л.И. Макарова, В.П. Ермоленко, В.И. Продан, М.И. Лопатко, В.И. Брикман, А.Ф. Кайдалов, В.М. Неговора. – Ростов – на – Дону: Книжное изд-во, 1990. – 330 с.
10. Гончаров, П.Л. Биологические системы возделывания люцерны / П.Л. Гончаров, П.А. Лубинец. – Новосибирск: Наука, 1985. – 252 с.
11. Зональная система земледелия в Ростовской области на 1991 – 1995. Ростов – на – Дону, 1991. – 225с.
12. Система ведения агропромышленного производства в Ростовской области (на период 1996 – 2000 гг.). Часть 1. – 423с. Часть 2. – 319 с.

13. Методические указания по селекции многолетних трав. – М.: Всесоюзный научно-исследовательский институт кормов им. В.Р. Вильямса, 1985. – 188 с.

14. Чесноков, И.М. Изучение исходного материала люцерны в условиях Ростовской области / И.М. Чесноков: автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук. – Зерноград, 2010. – 24 с.

Literature

1. Zhuchenko, A.A. Ресурсный потенциал производства зерна в России / A.A. Zhuchenko. – М.: ООО «Publ. Agrus», 2004. 109 p.
2. Volodin, A.B. The methods of intensification of field fodder production in the Stavropol Area / A.B. Volodin, S.A. Kapustin, M.A. Savortsov // Fodder production. – 2015. – № 8. – PP. 3-6.
3. Uvarov, G.I. Field fodder production in the Belgorod region / G.I. Uvarov, A.G. Demidova // Fodder production. – 2014. – № 11. – PP. 3-6.
4. Kotova, Z.P. The state and ways of development of field fodder production in the Republic of Kareliya / Z.P. Kotova, S.I. Smirnova, G.V. Evseeva // Fodder production. – 2014. – № 2. – PP. 30-32.
5. Gorlov, I.F. Optimization of fodder production to provide milk cattle with fodders of domestic production / I.F. Gorlov, O.P. Shakhbazov, V.V. Gubareva // Fodder production. – 2014. – № 4. – PP. 3-7.
6. Shpakov, A.S. The development of animal husbandry in Russia / A.S. Shpakov, V.T. Volovik // Agriculture. – 2009. – № 6. – PP. 22-24.
7. Kosolapov, V.M. The main tasks of the improvement of grain forage quality / V.M. Kosolapov, A.P. Gaganov // Grain Economy of Russia. – 2010. – № 5. – PP. 49-53.
8. Ermolenko, V.P. Harvesting, processing and use of fodder / V.P. Ermolenko, A.F. Kaydalov. – Rostov-on-Don: Book Publ., 1982. – 176 p.
9. Makarova, L.I. Fodder and plant nutrition in the Rostov region / L.I. Makarova, V.P. Ermolenko, V.I. Prodan, M.I. Lopatko, V.I. Brikman, A.F. Kaydalov, V.M. Negovora. – Rostov-on-Don: Book Publ., 1990. – 330 p.
10. Goncharov, P.L. Biologic systems of alfalfa cultivation / P.L. Goncharov, P.A. Lubinets. – Novosibirsk, Nauka. 1985. – 252 p.
11. The regional system of agriculture in the Rostov region in 1991 – 1995. Rostov-on-Don. 1991. – 225p.
12. The system of agroindustrial production in the Rostov region in 1996 – 2000. Part 1, 423p.; Part 2. – 319 p.
13. Methodical recommendations on the breeding of perennial grasses. – М.: All-Russian research Institute of fodders after V.R. Viliyams, 1985. – 188 p.

14. Chesnokov, I.M. The study of the initial material of alfalfa in the Rostov region / I.M. Chesnokov: thesis on Cand. of Agr.Sc.. – Zernograd, 2010. – 24 p.

УДК 633.11:58.032.2

Е. И. Некрасов, младший научный сотрудник;
Е. В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук,
*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых
 культур им. И. Г. Калининко
 (347740, г. Зерноград, Научный городок, д.3; vniizk30@mail.ru)*

ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО И ТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССОВ НА ВОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

В связи с глобальными изменениями и усиливающейся континентальностью климата, резкими колебаниями метеорологических факторов необходимо повышение жаростойкости создаваемых сортов. Засухоустойчивые растения способны в процессе онтогенеза адаптироваться к действию засухи и осуществлять в этих условиях рост, развитие и воспроизведение. Правильный подбор сортов, имеющих высокий уровень засухоустойчивости для любой почвенно-климатической зоны, будет содействовать стабилизации урожая в регионе. Учеными предложен целый комплекс достаточно информативных показателей, позволяющих оценить степень выраженности признака «засухоустойчивость». Это и состояние листового аппарата, особенно в период налива и созревания зерна, водоудерживающая способность листьев, и удлинённое колеоптиле, и отношение надземной массы к количеству использованной воды и множество других показателей. В нашей работе изучены показатели водного режима растений (общая оводненность, водный дефицит, водоудерживающая и водопоглощающая способность), характеризующие состояние растений в период вегетации и позволяющие установить их реакцию на воздействие стрессовых факторов в различные фазы органогенеза. Определение показателей водного режима проводили в условиях провокационного фона «засушник» при искусственном моделировании засухи (30 % ПВ и ниже), при оптимальном увлажнении (70 % ПВ, полив) и в естественных условиях (50 % ПВ, поле). По комплексу показателей водного режима листьев выделились образцы озимой мягкой пшеницы, относящиеся к степному экотипу и имеющие высокую устойчивость и адаптивность к комплексной засухе: Адмирал, Изюминка, Лидия, Капитан, Лилит.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, водный режим, водоудерживающая способность, водопоглощающая способность, водный дефицит, общая оводненность растений.

E.I. Nekrasov, junior research associate;

E.V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences,
FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko
 (347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vniizk30@mail.ru)

THE EFFECT OF WATER AND TEMPERATURE STRESS ON THE WINTER WHEAT WATER POTENTIAL

Due to the global climate changes, increase of its continentality and sharp fluctuations of meteorological factors it is necessary to improve heat resistance of developed varieties. Drought tolerant plants can adapt to dry conditions during ontogenesis and grow, develop and give yields under such conditions. The proper selection of the varieties, being highly resistant to drought in any soil-climatic areas will help to obtain stable yields in the region. The researchers suggest a complex of informative indexes, which allow assessing a degree of drought resistance of the varieties. It concerns a state of leaves, especially in the periods of filling and ripening of grains, capacity of leaves to water retention (6), longer size of coleoptile, ratio of above-ground mass to the amount of consumed water and many other indexes. In our work we studied the indexes of water regime of plants, such as general water content, water deficit, water retention and water absorbing capacities, which determine the condition of plants during the vegetation and allow estimate their response to the stress factors in the various periods of ontogenesis. The assessment of the characteristics of water regime was carried out on the provocative background 'zasushnik' with the artificial drought (30% TMC and less), with the optimal moisture supply (70% TMC, irrigation) and with the natural moisture (50% TMC, field). According to all characteristics of leaf water regime we identified the samples of winter soft wheat 'Admiral', 'Izyuminka', 'Lidiya', 'Kapitan' and 'Lilit', which belong to the steppe ecotype and possess high resistance and adaptability to the complex drought.

Keywords: *winter soft wheat, water regime, water retention capacity, water absorbing capacity, water deficit, general water content.*

Введение. В настоящее время возрастает острота экологических проблем, связанная именно с увеличением аридности во многих регионах мира, где преобладают такие лимитирующие факторы развития растений, как дефицит влаги. Для южных и юго-восточных районов России повышенная температура и нехватка влаги в почве во время весенне-летней вегетации растений пшеницы нередко являются неблагоприятными факторами, существенно нарушающими нормальное протекание физиолого-биохимических процессов в растениях и приводящими к сокращению их продуктивности [2].

Способность растений за счет признаков или свойств противостоять неблагоприятным условиям вегетации и не понижать урожайность получили название засухоустойчивости [3].

Устойчивость растений к засухе большей частью определяется водным режимом, характерным данному сорту. Возможны различные аспекты влияния засухи на растение: на фотосинтез, дыхание, активность ферментов, рост и т. д. Но главным является влияние засухи на водный режим растений. Это, прежде всего, водоудерживающая и водопоглощающая способность, водный дефицит, изменение общей оводненности растений в процессе онтогенеза [4]. Изучение и учет одновременно ряда параметров водного режима расширяют представление о возможных вариантах реагирования растений на возрастание дефицита воды в почве и могут быть использованы в поиске новых критериев для отбора засухоустойчивых форм.

Целью исследований является определение засухоустойчивости образцов озимой мягкой пшеницы при различной влагообеспеченности.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2014-2015 г. В качестве исходного материала использовали 20 образцов озимой мягкой пшеницы селекции ВНИИЗК: Станичная, Дон 93, Ермак, Дон107, Лидия, Донской простор, Капитан, Аскет, Изюминка, Лилит, Капризуля, Адмирал, Находка, Аксиныя, Казачка, Краса Дона (488/07), 629/05, 771/09, 1210/10, 2023/10.

Вегетационные исследования выполняли на базе лаборатории физиологии и биотехнологии растений. На провокационном фоне (засушник) изучали 20 образцов озимой мягкой пшеницы. Развитие растения пшеницы до IV фазы органогенеза (начало формирования колосковых бугорков) проходили в опыте и в контроле в идентичных условиях. Начиная с IV фазы развития и до восковой спелости, растения в опыте выращивали в условиях нарастающей засухи (30 % ПВ и ниже), а в контроле – при оптимальном увлажнении (70% ПВ, полив). Образцы высевали в четырехкратной повторности. Площадь делянки – 0,45 м².

Оценку показателей водного режима растений (водный дефицит, оводненность, водоудерживающая и водопоглощающая способность) проводили по методике ВИР в изложении Н.Н. Кожушко,[5]. Оценку водного режима растений проводили в фазы колошения и цветения. В фазу молочной спелости зерна эти данные не определяли из-за отсутствия зеленых листьев на 55% растений.

Результаты. Поддержание оводненности тканей растений – одно из необходимых условий выживания растений и их приспособления к неблагоприятным факторам

окружающей среды. Оводненность листьев в условиях жесткой засухи колебалась в пределах 74-92% в фазу колошения и 59-77% в фазу цветения (рисунок 1).

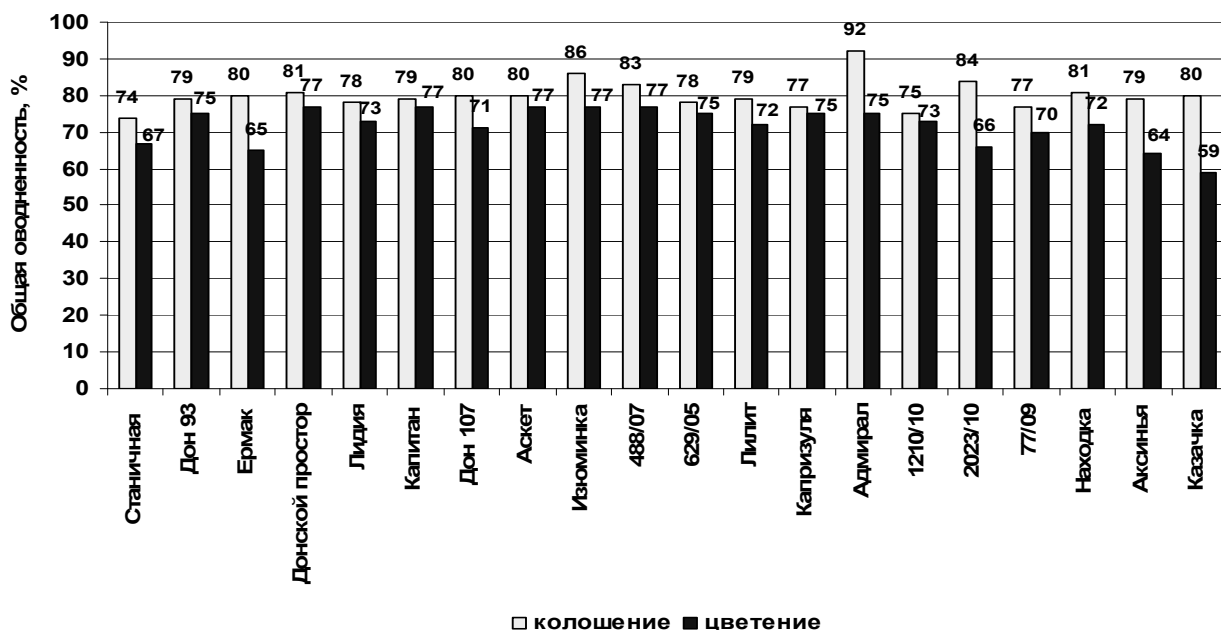


Рис. 1. Общая оводненность растений озимой мягкой пшеницы в условиях жесткой засухи, %

Минимальное снижение оводненности растений при нарастающей засухе (фаза цветения) зафиксировано у образцов Капитан (на 2%), Аскет (на 3%), 629/05 (на 3%), 1210/10 (на 2%) и Капризуля (на 2%).

Величина водного дефицита (ВД) составила 7-27% (фаза колошения) и 12-36% (фаза цветения) (рисунок 2). Наименьшее значение ВД в фазу колошения отмечены у образцов Изюминка, Лидия и 771/09 (8%), Аксинья (7%).

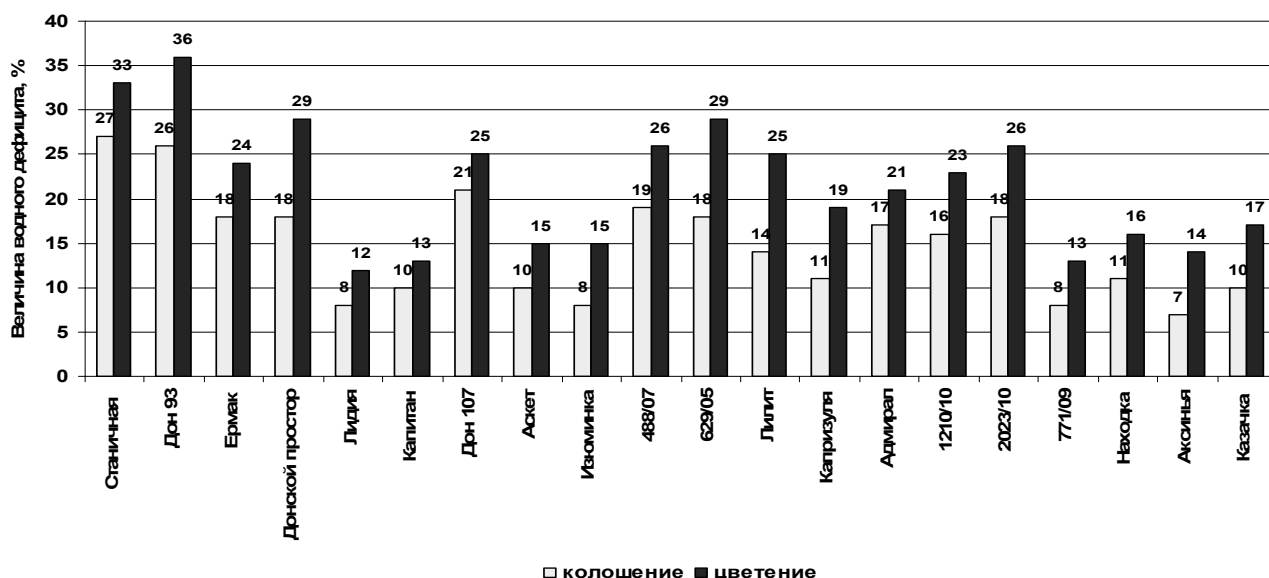


Рис.2. Величина водного дефицита растений озимой мягкой пшеницы в условиях жесткой засухи, %

Анализируя рисунок 2, можно также отметить, что в фазу цветения низкие значения ВД зафиксированы у образцов 771/09 (13%), Лидия (12%), Капитан (13%), Аксинья (14%). Минимальный прирост ВД отмечен у образцов 771/09 (на 5%), Лидия (на 4%), Капитан (на 3%), Находка (на 5%), Адмирал (на 4%).

Из показателей водного режима растений (оводненность, водный дефицит, водоудерживающая и водопоглощающая способность) водоудерживающие силы (ВУС) в большей степени отражают устойчивость растений к засухе.

По мере нарастания засухи устойчивые растения приспосабливаются к ее действию, в результате чего у них возрастают водоудерживающие и водопоглощающие способности. У некоторых образцов (Дон 93, Донской простор) увеличение водоудерживающей способности в фазу цветения по сравнению с фазой колошения было минимальным (на 2-6%). Максимальное увеличение водоудерживающей способности тканей от одной фазы к другой зафиксировано у образцов Изюминка (на 25%), 488/07 (на 20%), Лилит (на 23%). Высокие значения ВУС в фазу колошения (модельная засуха) отмечены у образцов Находка (87%), Казачка (89%), Аксинья (94%), а в фазу цветения – Аскет (90%), 488/07 (91%), Капризуля (91%), 2023/10 (91%), Лилит (93%) (рисунок 3).

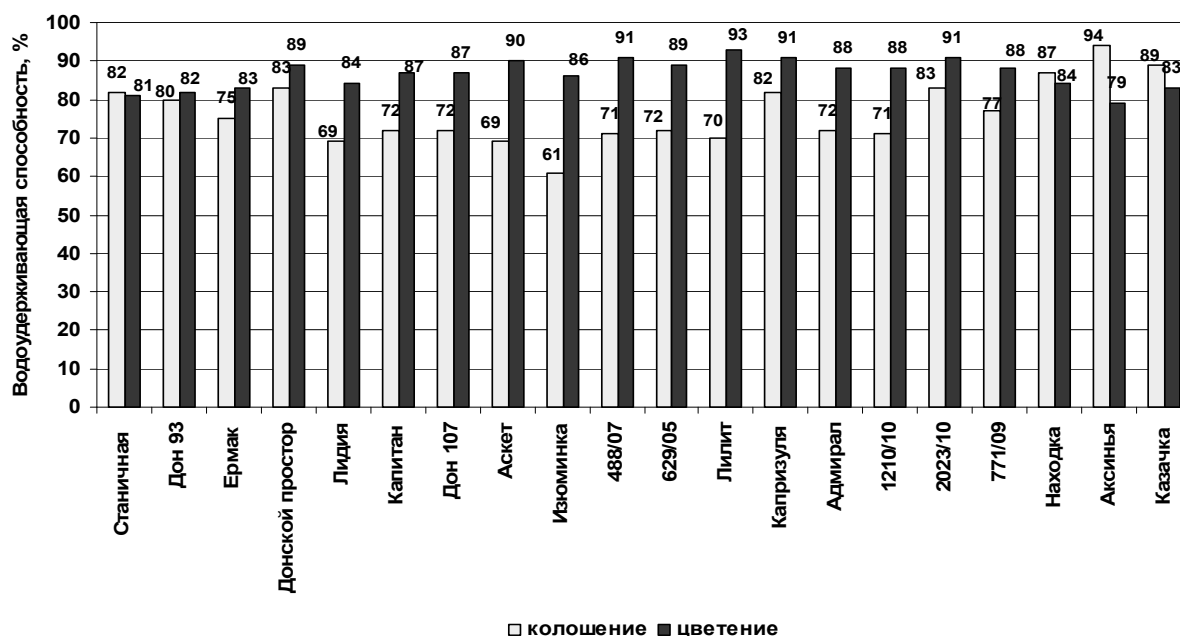


Рис. 3. Водоудерживающая способность растений озимой мягкой пшеницы в условиях жесткой засухи, %

Высокую водопоглощающую способность (ВПС) в фазы колошения и цветения в условиях жесткой засухи показали следующие сорта: Капитан (134 и 207%), Донской простор (132 и 224%), Изюминка (160 и 217%), Лидия (162 и 222%) (рисунок 4).

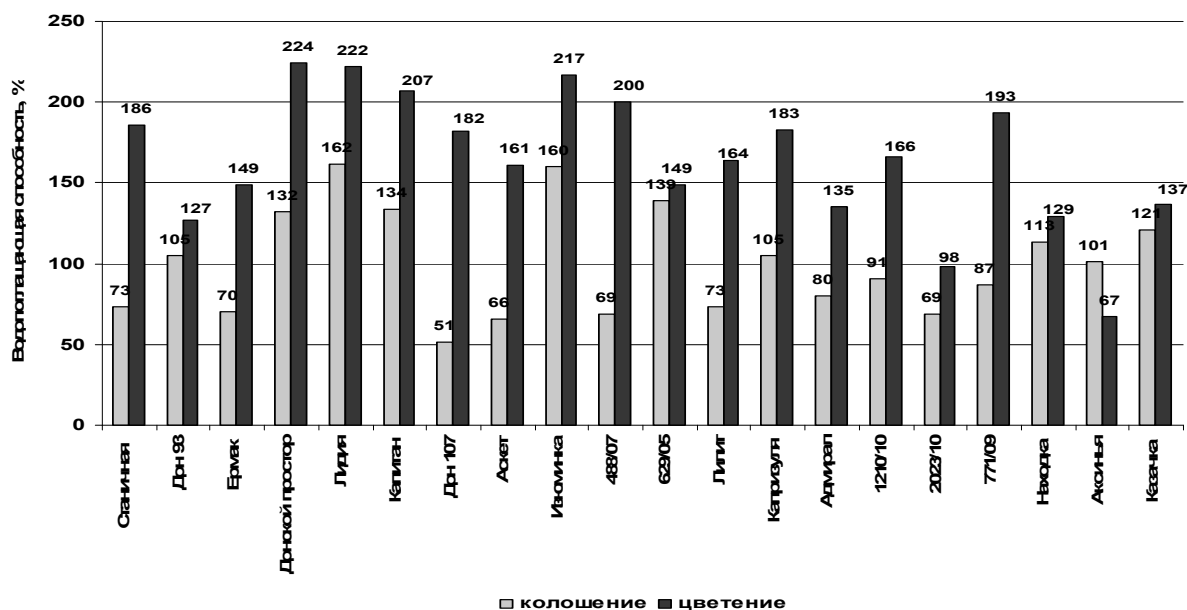


Рис.4. Водопоглощающая способность растений выделившихся сортов озимой мягкой пшеницы в условиях жесткой засухи, %

Следует отметить, что новые сорта Изюминка, Лидия, Адмирал, Лилит, Капитан и др. обладают большей устойчивостью водного режима к неблагоприятным условиям выращивания, нежели сорта с более ранним сроком районирования (Дон 93, Станичная). Все сорта с высокой устойчивостью к жесткой засухе относятся к I группе высокожаростойких и засухоустойчивых образцов.

Вывод. По комплексу показателей водного режима листьев выделились образцы озимой мягкой пшеницы, относящиеся к степному экотипу и имеющие высокую устойчивость и адаптивность к комплексной засухе: Адмирал, Изюминка, Лидия, Капитан, Лилит. Высокий уровень засухоустойчивости в разные фазы органогенеза, который демонстрируют эти сорта, объясняется быстрой реакцией их водного баланса на изменение условий внешней среды, то есть проявление адаптивных свойств при воздействии стресса. Это позволяет сортам Зерноградской селекции более длительное время переносить различные типы засух и формировать высокую продуктивность в условиях почвенного и воздушного стрессов.

Литература

1. Clarke, J. M. Excised-leaf water retention capability as an indicator of drought resistance of Triticum genotypes / J. M. Clarke, T. N. McCaig // Canadian Journal Plant Science. – 1982. – № 62. – P. 571-578.

2. Ионова, Е. В. Устойчивость сортов и линий пшеницы, ячменя и сорго к региональному типу засухи: автореферат диссертации доктора с.-х. наук / Е.В. Ионова. – Краснодар, 2011. – 49 с.
3. Ионова, Е. В. Физиологические методы оценки засухоустойчивости сортов и линий озимой пшеницы / Е. В. Ионова, Е. И. Некрасов // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 5. – С. 12-21.
4. Ионова, Е. В. Изменение водного режима растений озимой мягкой пшеницы в условиях провокационного фона (засушник) / Е. В. Ионова, Е. И. Некрасов // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 4 (12). – С. 42-45.
5. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. Л.: ВИР, 1988. – С.10-25.

Literature

1. Clarke, J. M. Excised-leaf water retention capability as an indicator of drought resistance of Triticum genotypes / J. M. Clarke, T. N. McCaig // Canadian Journal Plant Science. – 1982. – № 62. – P. 571-578.
2. Ionova E.V. The stability of the varieties and lines of wheat, barley and sorghum to a regional type of drought: thesis on Doctor of Agr.Sc. / E.V. Ionova. – Krasnodar, 2011. – 49 p.
3. Ionova, E.V. Physiological methods of the assessment of drought tolerance of the varieties and lines of winter wheat / E.V. Ionova, E.I. Nekrasov // Grain Economy of Russia. – 2013. – № 5. – PP. 12-21.
4. Ionova, E.V. The change of water regime of winter soft wheat in the conditions of provoking background (“Zasushnik”) / E.V. Ionova, E.I. Nekrasov // Legumes and groats. – 2014. – № 4 (12). – PP. 42-45.
5. Diagnostics of the plant resistance to stress factors. L.: ARIR, 1988. – PP.10-25.

УДК 633.11:631.51(631.422)

Е.Д. Кривошеева, старший научный сотрудник;
Н.В. Нехорошова, научный сотрудник;
А.А. Сухарев, кандидат сельскохозяйственных наук;
Г.В. Метлина, кандидат сельскохозяйственных наук,
 ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур
 им. И. Г. Калининко
 (347740, г. Зерноград, Научный городок, д.3; vniizk30@mail.ru)

**ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ
 И УРОЖАЙНОСТЬ В ПОСЕВАХ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В**

ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСНОВНОГО СПОСОБА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В длительном стационарном опыте в южной зоне Ростовской области изучали влияние способов основной обработки почвы на динамику содержания основных элементов питания в посевах мягкой озимой пшеницы. Опыт заложен в 2007 году на полях ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко. Исследования проводили в 4-х польном севообороте. Почва опытного участка – чернозём обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый. Изучали 3 способа основной обработки почвы – поверхностный, безотвальный и отвальный. Проанализированы данные 3-х лет исследований динамики содержания основных элементов питания (азот нитратный, фосфор подвижный, калий обменный) в слоях 0-10, 10-20, 20-30 см в течение вегетации сельскохозяйственной культуры при использовании данных обработок. Суммарное содержание основных элементов питания в слое почвы 0-30 см в течение вегетации культуры на вариантах опыта значительных различий не показало. При послойном анализе почвы было выявлено, что при поверхностной обработке почвы содержание подвижных форм азота и фосфора выше, чем при отвальной и безотвальной. В период колошения содержание нитратного азота в слое 0-20 см при поверхностной обработке превышало их содержание в вариантах с безотвальной и отвальной обработкой на 55, фосфора – на 17-16%. Высокая обеспеченность минеральным питанием при достаточной влагообеспеченности и благоприятном температурном режиме способствовала формированию максимальной урожайности культуры – 5,23 т/га при использовании поверхностного способа. За годы изучения большее содержание азота нитратного и фосфора подвижного выявлено в слоях 0-20 см при использовании поверхностного способа обработки, а калия – при использовании отвального способа. При минимальной обработке почвы обменный калий накапливался в основном в верхнем слое почвы, тогда как глубокая вспашка способствует процессам минерализации всего пахотного слоя и ведет к равномерному накоплению доступного калия в пахотном слое почвы. Экономическая и биоэнергетическая оценки эффективности влияния способов обработки на урожайность мягкой озимой пшеницы показали, что благодаря снижению затрат и росту продуктивности растений при поверхностной обработке рентабельность возделывания озимой пшеницы достигала 107,7 - 192,8 %, а коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) – 2,7 - 5,5 в зависимости от уровня урожайности, тогда как при отвальной обработке варьирование уровня рентабельности составило 52,5 - 163,5%, КЭЭ – 1,8 - 4,6 и при безотвальной – 70,0 - 72,4% и КЭЭ - 2,3 - 5,1.

Ключевые слова: почва, обработка, поверхностная, отвальная, безотвальная, азот, фосфор, калий, фаза вегетации, озимая пшеница.

E.D. Krivosheeva, senior research associate;
N.V. Nekhoroshova, research associate;
A.A. Sukharev, Candidate of Agricultural Sciences;
G.V. Metlina, Candidate of Agricultural Sciences,
FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko
(347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; vniizk30@mail.ru)

DYNAMICS OF THE CONTENTS OF THE MAIN ELEMENTS OF NUTRITION AND PRODUCTIVITY OF WINTER SOFT WHEAT DEPENDING ON THE PRIMARY METHOD OF TILLAGE

The long-term trials in the southern part of the Rostov region showed that the primary method of tillage had a great effect on the dynamics of the contents of the main elements of nutrition and productivity of winter soft wheat. The experiments were started with 4 crop rotation sequences in 2007 on the fields of FSBSI ARRIGC after I.G. Kalinenko. The soil of the plot was ordinary carbonate loam black earth (chernozem). There were studied three methods of tillage, surface, subsoil and moldboard. There were analyzed the data of three year research of the dynamics of the contents of the main elements of nutrition (nitrate nitrogen, movable phosphorus, exchangeable potassium) in the layers of 0-10, 10-20, 20-30 cm during the vegetation of the crop under the use of mentioned methods of tillage. There was no significant difference in the total contents of the main elements of nutrition in the layer 0-30 cm during the vegetation of the crop. In the precise analysis of the soil layers it was found that under the surface tillage the contents of the movable forms of nitrogen and phosphorus was larger than under the subsoil and moldboard tillage. During the stage of head formation, the contents of nitrate nitrogen and phosphorus in the layer 0-20 cm under the surface tillage was 55% and 16-17% more than under the subsoil and moldboard tillage. The high supply of mineral nutrition, sufficient moisture and favorable temperature regime formed the maximum productivity of the crop (5.23 t/ha) under the surface tillage. During the years of study the larger contents of nitrate nitrogen and movable phosphorus was found in the layer of 0-20 cm under the surface tillage and potassium under the use of moldboard tillage. Under the minimum tillage changeable potassium is accumulated in the top layer of soil, the subsoil and moldboard tillage promotes the process of mineralization of the whole arable layer and leads to a uniform accumulation of available potassium in the top layer of soil. The economic and bioenergetics assessment of the efficiency of the effect of the tillage methods on productivity of winter soft wheat showed that due to the decrease of the expenditures and the increase of crop productivity under the surface tillage the profitability of the winter wheat cultivation was 107.7-192.8%, the coefficient of the energetic efficiency (CEE) was 2.7-5.5% depending on the amount of productivity. Under the moldboard

tillage the profitability of the crop ranged from 52.5 to 163.5%, the energetic efficiency (CEE) was 1.8-4.6%; they were 70.0-172.4% and 2.3-5.1% respectively under the subsoil tillage.

Keywords: *soil, tillage, surface tillage, moldboard tillage, subsoil tillage, nitrogen, phosphorus, potassium, vegetation period, winter wheat.*

Введение. В настоящее время в сельском хозяйстве Ростовской области широкое распространение получили севообороты с короткой ротацией (4года). Преобладающая роль в таких севооборотах отводится таким культурам, как озимая пшеница и подсолнечник. К севообороту тесно привязаны технологии обработки почвы, которые должны создать лучшие условия для роста и развития культур и в меньшей степени влиять на физико-химические процессы почвы. Приёмы основной обработки почвы оказывают значительное влияние на водно - воздушный и пищевой режимы почвы, на сохранение и поддержание запасов органического вещества в пахотном слое [1,2]. Последствия обработок приводят к интенсивному воздействию машин на почву, уплотняя почву, что приводит к ухудшению её агрофизических свойств, влагообеспеченности, уровня минерального питания, как в целом и плодородия почвы [3], а также снижению продуктивности культуры [4,5]. Основным фактором, сдерживающим дальнейший рост урожайности, является недостаточное обеспечение растений влагой и элементами питания в течение вегетационного периода [6]. Наличие в почве подвижных форм питания и способность культурой их усвоить в течение вегетации зависят от насыщенности почвенного раствора, влагообеспеченности и благоприятного температурного режима [7]. Агротехнические приемы способствуют локализации элементов питания в определенном почвенном слое. Доступный количественный и качественный состав элементов в почве на определенных этапах развития культуры способствует получению продукции высокого качества.

Целью исследований было выявления наиболее эффективного способа обработки почвы для культуры озимой пшеницы, обеспечивающего сохранение агрохимических свойств почвы чернозема обыкновенного в условиях зоны недостаточного увлажнения Ростовской области.

Материалы и методы. Стационарный опыт был заложен в 2007 году на полях ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко в лаборатории технологии возделывания зерновых культур согласно Методике полевого опыта [8]. Исследования проводили в севообороте с короткой ротацией: черный пар, озимая пшеница, подсолнечник и яровой ячмень. Почва опытного участка – чернозём обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый. Содержание в пахотном слое гумуса –3,2%, рН – 6,9. Исследования проводили на посевах мягкой озимой пшеницы (сорт Танаис) при использовании 3-х способов основной

обработки почвы: 1 – поверхностная (АГ -2,4) с глубиной обработки почвы 10 - 12 см; 2 – безотвальная (КАО - 2) – 20 - 25см; 3 – отвальная (ПН -5 -35) – 20 - 25 см. Посев культуры проводили в оптимальные сроки с нормами, принятыми для южной зоны Ростовской области. Образцы почвы отбирали на посевах пшеницы в фазы всходов, возобновления весенней вегетации (отрастание), колошения и полной спелости. Анализы почвы выполнены в лаборатории агрохимической оценки согласно методикам: азот нитратный (NO_3) - по ГОСТу 26951-86 ионометрическим методом, фосфор подвижный (P_2O_5) и калий обменный (K_2O) - по ГОСТу 26205-91 фотометрическим и пламенно-фотометрическим методом.

Результаты. Различные виды обработок почвы оказывают влияние не только на плотность почвы и способность накапливать почвенную влагу, но и на способность накапливать питательные элементы почвы в доступных для растений формах на определенных этапах развития. Годы изучения (2011-2013) по влагообеспеченности и температурному режиму имели различия, которые существенно повлияли на формирование урожайности. Так, 2011 и 2013 года имели приблизительно одинаковое количество выпавших осадков – 487 и 497 мм, что ниже нормы среднемноголетних данных на 16-15%. Осадки весеннего и летнего периодов (наиболее значимых для фаз развития пшеницы – колошения и налива зерна) 2011года уступали среднемноголетним на 40 и 16% , а 2013 года – на 6 и 13% соответственно. Период налива зерна в 2011 году проходил при более высоких температурах – выше нормы на $3,4^0\text{C}$, что и повлияло на формирование урожайности (рис.1).

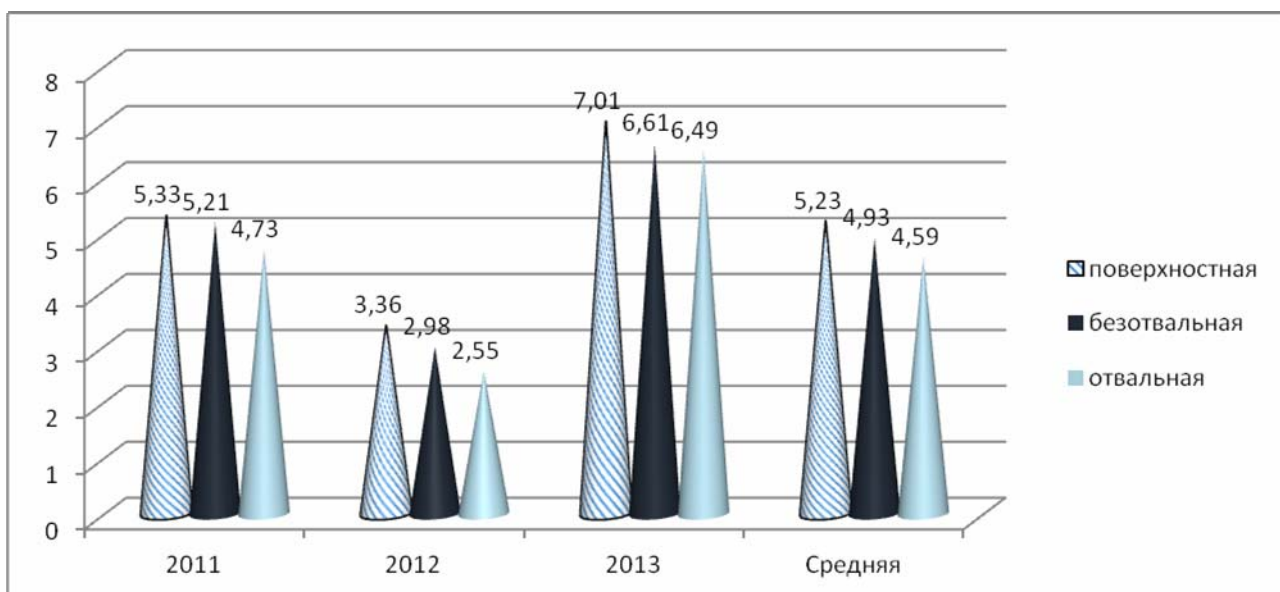


Рис.1. Урожайность мягкой озимой пшеницы сорта Танаис при различных способах обработки почвы, т/га

Осадки 2012 года были на уровне среднеемноголетних данных, но распределение их в течение вегетации было крайне неравномерным, особенно в периоды выхода в трубку, колошения (ниже нормы на 74%), цветения и налива зерна (ниже нормы на 50%) на фоне высокой среднесуточной температуры (выше нормы на 3,5- 4,5⁰С). Отсутствие влаги в почве в период формирования урожайности пшеницы не зависимо от способа обработки почвы привело к низким показателям урожайности – 2,55 - 3,36 т/га по вариантам опыта.

Проведенный агрохимический анализ почвы на содержание основных элементов питания в среднем за три года в пахотном слое имел незначительные различия по вариантам обработок с преобладанием в варианте с поверхностным способом подготовки почвы.

Рассматривая содержание азота нитратного послойно, выявили, что в фазу всходов слой почвы 0-10 см, в котором формируется корневая система культуры пшеницы, в варианте с поверхностной обработкой имел содержание азота нитратного 44,4 мг/кг почвы, что на 16,5% больше варианта с безотвальной обработкой и на 21,3% в сравнении с отвальной способом обработки почвы (рис.2).

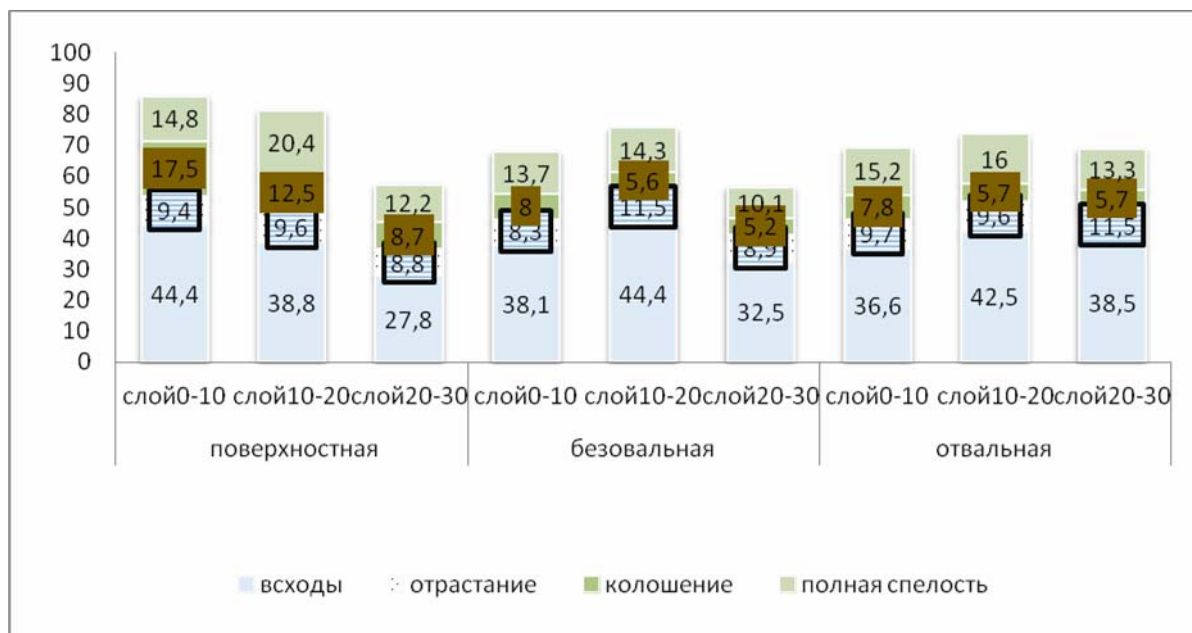


Рис. 2. Динамика содержания азота нитратного в почве при способах обработки почвы, мг/кг (2011-2013 гг.)

Растения до наступления зимнего покоя должны иметь развитую корневую систему с закладкой 3-5 продуктивных стеблей [9]. Это положительно повлияет на период перезимовки растений и последующего весеннего отрастания культуры. В период

весеннего отрастания с развитием мощной корневой системы большое значение имеет обеспеченность минеральным питанием почвы слоев 0-10 и 10-20 см посева культуры. По сумме двух слоев почвы по содержанию подвижной формы азота выделился вариант с безотвальной обработкой почвы. Он показал превышение над вариантами с отвальной и поверхностной обработкой на 0,5 и 0,8 мг/кг почвы, что составило 2,5 и 4% соответственно. Период колошения – это период максимального потребления элементов питания, обеспечивающий уровень формирования урожайности. Содержание нитратного азота в слое 0-20см почвы в этот период в варианте с поверхностной обработкой превысил варианты с безотвальной и отвальной на 16,4 и 16,5 мг/кг почвы, что составило 55%. Такое превосходство по содержанию нитратного азота в варианте с поверхностной обработкой наблюдалось до наступления полной спелости культуры.

Содержание подвижной формы фосфора при достаточной обеспеченности почвы продуктивной влагой в период закладки репродуктивных органов имеет большое значение. Вариант опыта с поверхностной обработкой значительно превышал по содержанию фосфора другие варианты во все основные фазы развития культуры (рис.3).



Рис. 3. Динамика содержания подвижного фосфора, мг/кг почвы
(2011-2013 гг.)

Максимальное содержание подвижного фосфора в варианте опыта с поверхностной обработкой отмечено в фазу отрастания в слое почвы 0-10 см, которое составило 54,7 мг/кг и в слое почвы 10-20 см – 43 мг/кг. Этот показатель был больше показателей подвижного фосфора в варианте с отвальной обработкой в таких же слоях почвы на 16,7 и 9,8 мг/кг соответственно. Минимальное содержание фосфора отмечено в слое почвы 20-30 см в варианте опыта с отвальным способом обработки, которое значительно уступало

содержанию фосфора в варианте с поверхностной обработкой (на 13-21мг/кг) и незначительно варианту с безотвальной обработкой (на 3-9 мг/кг) в течение всей вегетации культуры озимой пшеницы.

Динамика накопления калия по вариантам опыта отличается от динамики накопления подвижных форм азота и фосфора (рис. 4). Слой почвы 0-10 см в опыте с отвальным способом обработки имел значения содержания калия в течение всей вегетации культуры выше, чем на вариантах с более мелкой обработкой почвы. В период весеннего отрастания и период колошения озимой пшеницы максимальное содержание калия в слое почвы 10-20 см отмечено также в варианте с отвальной обработкой и составило 476 мг/кг и 445мг/кг почвы соответственно.

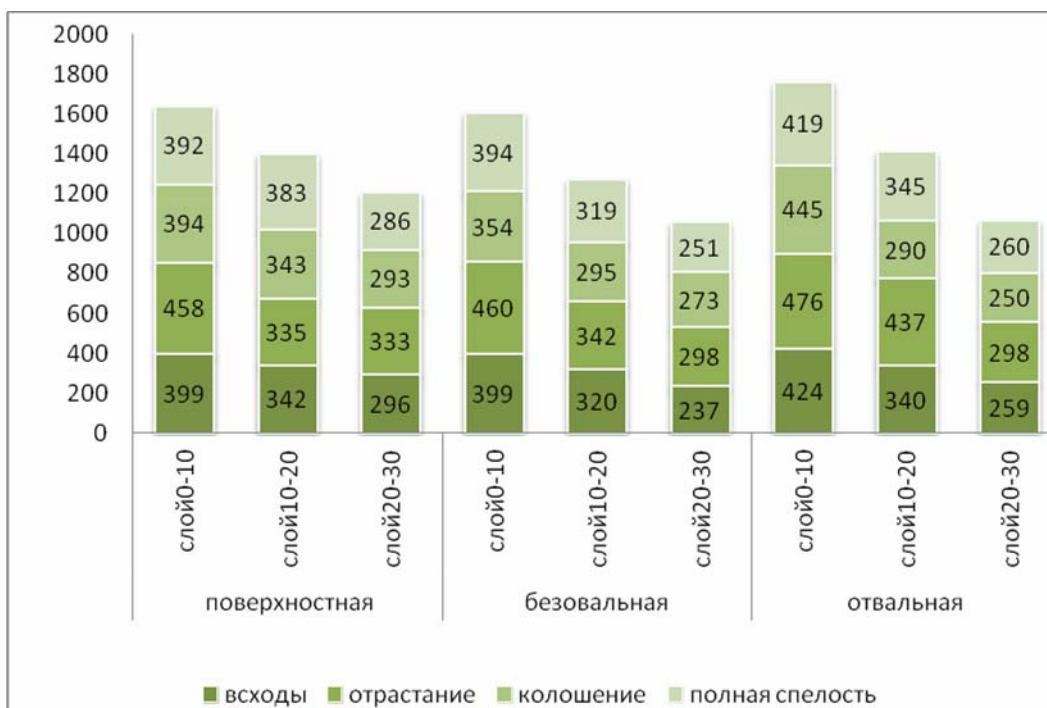


Рис. 4. Динамика содержания обменного калия в почве при различных способах обработки почвы, мг/кг (2011-2013 гг.)

В вариантах с более мелкой обработкой почвы динамика накопления калия в течение всей вегетации в слое 0-10 см почвы была практически одинакова – 399 мг/кг в период всходов культуры, 458-460 мг/кг – в период весеннего отрастания и 392-394 мг/кг – в период полной спелости культуры и только в период колошения наблюдается превышение в слое 0-10см в варианте с поверхностной обработкой на 40 мг/кг почвы.

Распределение основных элементов питания под посевами зерновых культур имеет свои особенности в зависимости от уплотнения пахотного слоя, который, в свою очередь, ведёт к изменению водного, воздушного и теплового режимов, влияет на развитие

корневой системы культивируемых растений и интенсивность процессов минерализации органического вещества.

В условиях зоны недостаточного и неустойчивого увлажнения Ростовской области, когда засушливые периоды сменяются периодами с обилием кратковременных осадков, динамика накопления основных элементов питания в слое почвы 0-30 см неравномерна и способствует увеличению и снижению показателей в течение вегетации культуры в зависимости от способа обработки почвы [10]. Так, азот нитратный, как наиболее подвижный элемент почвы, имеет максимальные показатели 36,6-44,4 мг/кг по вариантам в начале вегетации культуры в слое почвы 0-10 см, снижает показатели в фазу максимального потребления в период колошения до 7,8-17,5 мг/кг и незначительно повышает до 13,7-15,2 мг/кг при наступлении полной спелости культуры за счет процессов минерализации растительных остатков. Содержание фосфора и калия в почве характеризуется значительным повышением с началом весенней вегетации культуры, небольшим снижением к фазе колошения и небольшим повышением к фазе полной спелости пшеницы в вариантах с безотвальным и отвальным способом обработки.

Глубокая обработка почвы способствует более быстрой минерализации растительных остатков за счет лучшего водного и воздушного режима, чем мелкие обработки, что обеспечивает пополнение запасов питательных веществ и благоприятно влияет на агрофизические свойства почвы. Калия в корневых растительных остатках значительно меньше, чем в надземной части растений, поэтому максимальное его содержание складывается в слоях 0-10, 10-20 см почвы. При минимальных обработках почвы он накапливается в основном в верхнем слое почвы, тогда как глубокая вспашка способствует процессам минерализации всего пахотного слоя и ведет к равномерному глубокому накоплению калия, что имеет большое значение для питания культур с более мощной корневой системой.

Экономическая и биоэнергетическая оценка способов обработки почвы при возделывании озимой пшеницы показала, что наибольшие показатели рентабельности и биоэнергетической эффективности производства зерна озимой пшеницы стабильно подтверждают преимущество поверхностной обработки под эту культуру (рис. 5).

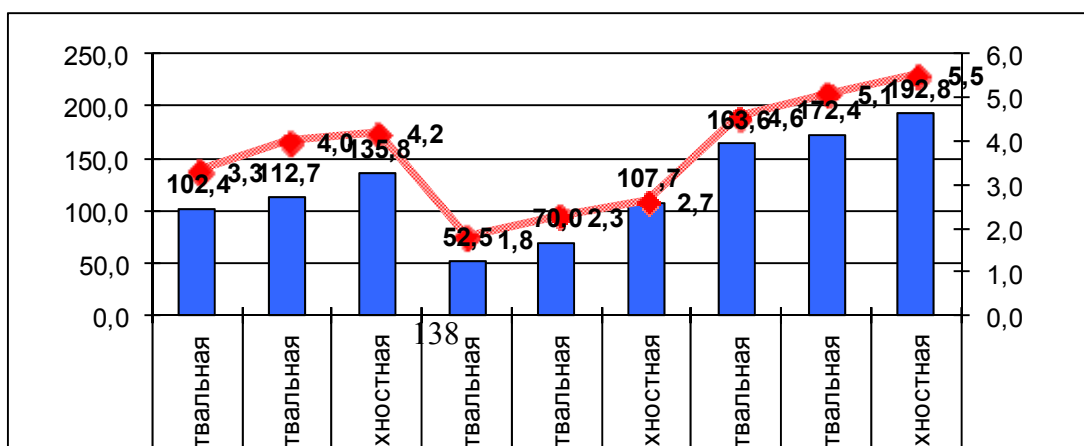


Рис.5. Экономическая и биоэнергетическая эффективность обработок почвы при возделывании озимой пшеницы (2011-2013 гг.)

Благодаря снижению затрат и росту продуктивности растений при поверхностной обработке рентабельность возделывания озимой пшеницы достигала 107,7-192,8 %, а КЭЭ – 2,7-5,5 в зависимости от уровня урожайности.

Выводы

1. Динамика содержания основных элементов питания в почве в течение вегетации озимой мягкой пшеницы свидетельствует о преимуществе поверхностного способа подготовки почвы. В период колошения – период максимального потребления элементов питания – содержание нитратного азота в слое 0-20 см почвы при поверхностной обработке почвы превышало содержание его в вариантах с безотвальной и отвальной обработкой на 55%, фосфора – на 17-16%, калия – на 12% с безотвальной обработкой и равной при отвальной обработке почвы.
2. В среднем за годы изучения урожайность мягкой озимой пшеницы сорта Танаис по поверхностной обработке почвы была выше в сравнении с безотвальной и отвальной обработками на 5,7 и 12,2% соответственно.
3. Расчёты экономической и биоэнергетической эффективности подтверждают преимущество применения поверхностной обработки почвы под озимую пшеницу, где рентабельность была на уровне 107,7-192,8%, а коэффициент энергетической эффективности – 2,7-5,5 в зависимости от уровня урожайности по годам.

Литература

1. Сухарев, А.А. Влияние длительного использования способов основной обработки почвы на урожайность озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области / А.А. Сухарев,

- А.Я. Логвинов // Иновационные разработки учёных – АПК России: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Казань: Фолиант, 2013. – С.235-239.
2. Анисимова, Т.Ю. Способы повышения плодородия пахотных склонов в Центральном Нечерноземье / Т.Ю. Анисимова // Земледелие. – 2015. – №1. – С.18-20.
 3. Никитин, В.В. Влияние севооборотов, способов обработки, удобрений на содержание гумуса / В.В. Никитин, С.И. Тютюнов, А.Н. Воронин, В.Д. Соловиченко, Е.В. Навольнева. // Земледелие. – 2015. – №7. – С.26-28.
 4. Сухарев, А.А. Влияние длительного использования различных способов основной обработки почвы на урожайность сельскохозяйственных культур в южной зоне Ростовской области / А.А. Сухарев, А.Я. Логвинов // Сб. науч. тр. 7-й Международной научно-практической конференции «Агроинженерная наука в повышении энергоэффективности АПК» (11-12 апреля 2012 г., Зерноград). – Зерноград: СКНИИМЭСХ, 2012. – С.135-141.
 5. Гармашов, В.М. Изменение свойств чернозёма обыкновенного при различных способах основной обработки почвы / В.М. Гармашов, В.И. Турусов, С.А. Гаврилова // Земледелие. – 2014. – №6. – С.17-19.
 6. Метлина, Г.В. Влияние водного и пищевого режимов почвы на продуктивность сои в зависимости от сроков посева / Г.В. Метлина, С.А. Васильченко, Е.Д. Кривошеева // Зерновое хозяйство России. – 2010. – №2(8). – С. 25-29.
 7. Гуреев, И.И. Функциональная диагностика потребности растений в питательных веществах / И.И. Гуреев, М.Н. Жердев, А.М. Брежнев, В.Г. Чесноногов, В.Н. Солоницкий // Земледелие. – 2015. – №4. – С.26-30.
 8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
 9. Бельтюков, Л.П. Сорт, технология, урожай / Л.П. Бельтюков. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2002. – 176 с.
 10. Овсянникова, Г.В. Влияние предшественников на урожайность озимой пшеницы в зависимости от обеспеченности почвы влагой и основными элементами питания / Г.В. Овсянникова, Е.Д. Кривошеева // Научное обеспечение стабильности производства зерновых и кормовых культур. – Ростов-на-Дону, 2008. – С. 332-337.

Literature

1. Sukharev, A.A. The effect of long-term use of the methods of primary tillage on the winter wheat productivity in the southern part of the Rostov region / A.A. Sukharev, A.Ya. Logvinov // "Innovative advances of researchers – AIC of Russia", materials of All-Russian Science-practical conference. – Kazan; Foliant, 2013. – PP.235-239.

2. Anisimova, T.Yu. The methods of fertility increase of the arable slops in the Central Non-Black earth / T.Yu. Anisimova // *Agriculture*.– 2015.– №1.– PP.18-20.
3. Nikitin, V.V. The effect of crop rotation, tillage methods and fertilizing on the contents of humus / V.V. Nikitin, S.I. Tyutyunov, A.N. Voronin, V.D. Solovichenko, E.V. Navolneva // *Agriculture*.– 2015.– №7.– PP.26-28.
4. Sukharev, A.A. The effect of long-term use of the methods of primary tillage on the winter wheat productivity in the southern part of the Rostov region / A.A. Sukharev, A.Ya. Logvinov // *Collection of sc.w. of the VII-th International Science-practical conference “Agroengineering in the increase of energy efficiency of AIC” (11-12 April, 2012, Zernograd)*.– Zernograd: NCRIMEA, 2012.– PP.135-141.
5. Garmashov, V.M. The change of black earth properties under various methods of primary tillage / V.M. Garmashov, V.I. Turusov, S.A. Gavrilova // *Agriculture*.– 2014.– №6.– PP.17-19.
6. Metlina, G.V. The effect of water and feeding regimes of soil on soybean productivity due to the sowing terms / G.V. Metlina, S.A. Vasilchenko, E.D. Krivosheeva // *grain Economy of Russia*. – 2010. – №2(8). – PP. 25-29.
7. Gureev, I.I. The functional diagnostics of plant needs in nutrients / I.I. Gureev, M.N. Zherdev, A.M. Brezhnev, V.G. Chesnonogov, V.N. Solonichkin // *Agriculture*.–2015.– №4.– PP.26-30.
8. Dospekhov, B.A. The methodology of a field trial / B.A. Dospekhov. – M.: Kolos,1985.–351 p.
9. Beltyukov, L.P. Variety, technology, yield / L.P. Beltyukov.– Rostov-on-Don, ZAO “Kniga”,2002.–176p.
10. Ovsyannikova, G.V. The effect of fore crops on productivity of winter wheat due to moisture and nutrients supply of soil / G.V. Ovsyannikova, E.D. Krivosheeva // *Scientific provision of stability of grain and forage crops production*. – Rostov-on-Don.– 2008.– PP.332-337.

УДК 633.11:632.913

А.М. Шпанев, доктор биологических наук, заведующий лабораторией и заведующий сектором агробиоценологии;
П.В. Лекомцев, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией;
А.В. Пасынков, доктор биологических наук, главный научный сотрудник;
Е.Н. Пасынкова, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник,
ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт
(195220, Санкт-Петербург, Гражданский проспект, 14;
+7 (812) 534-13-24, ashpanev@mail.ru
e-mail: pasynkova.elena@gmail.com plekomtsev@agrophys.ru
pasynkova.elena@gmail.com)

ФИТОСАНИТАРНАЯ ОБСТАНОВКА В ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

По результатам проведенных исследований оценено современное фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы на северо-западе Нечерноземной зоны. Фитосанитарная обстановка характеризуется, как правило, средней степенью засоренности, умеренным поражением листовыми болезнями, слабым повреждением вредными насекомыми. Уточнен видовой состав вредных организмов и виды сорных растений, имеющие экономическое значение при возделывании яровой пшеницы в данном регионе. К последним относятся 7 видов сорных растений, из вредителей – личинки жуков - щелкунов, шведская овсяная муха и злаковые тли, из болезней – мучнистая роса, септориоз, бурая листовая ржавчина. Показаны изменения в фитосанитарной обстановке под влиянием сорта, предшественника, сроков сева и норм высева, минеральных удобрений. Сорта зарубежной селекции более восприимчивы к местным расам возбудителей болезней, что проявляется в более сильном их поражении листовыми болезнями. Выбор предшественника оказывает влияние на засоренность посева яровой пшеницы и повреждаемость всходов проволочниками. Благоприятным и наиболее востребованным предшественником яровой пшеницы в регионе является картофель, неблагоприятным – многолетние травы. Поздние сроки сева культуры усугубляют ситуацию с фитопатогенами. Усиливается зараженность зерна грибами, вызывающими чернь колоса, плесень и корневые гнили. При заниженных нормах высева яровой пшеницы возрастает засоренность посевов. Под действием минеральных удобрений сорные растения формируют большую фитомассу, усиливается поражение культурных растений листовыми болезнями. Поля, окруженные лесным массивом, значительно слабее заселяются вредителями, но в большей степени здесь на растениях яровой пшеницы проявляются листовые болезни.

***Ключевые слова:** яровая пшеница, Северо-Западный регион, фитосанитарный мониторинг, фитосанитарная обстановка, вредные организмы, видовой состав, многолетняя динамика численности, засоренность.*

A.M. Shpanev, Doctor of Biological Sciences, head of the laboratory and head of the department of agro biocenology;

P.V. Lekomtsev, Candidate of Biological Sciences, head of the laboratory;

A.V. Pasynkov, Doctor of Biological Sciences, main research associate;

E.N. Pasynkova, Doctor of Biological Sciences, leading research associate;
FSBSI Agrophysical Research Institute

(195220, Saint-Petersburg, Grazhdansky Pr., 14; tel.: +7 (812) 534-13-24; email: ashpanev@mail.ru; pasynkova.elena@gmail.com; plekomtsev@agrophys.ru; pasynkova.elena@gmail.com)

THE PHYTO SANITARY SITUATION OF SPRING WHEAT SOWINGS IN THE NORTH-WEST OF NON BLACK EARTH (NECHERNOZEMIE) AREA

The conducted researches estimated a present phyto sanitary situation of spring wheat sowings in the north-west of Non Black earth area. A phyto sanitary situation is usually characterized with an average level of weediness, moderate infection with leaf diseases, and slight damage with pests. The varietal composition of harmful organisms and the species of economic value for spring wheat cultivation have been clarified for the region. They are 7 kinds of weeds, larvae of click beetles, Swedish oats fly and cereal aphids, powdery mildew, septoriosiis, brown leaf rust. The article considers the change of the phyto sanitary situation under the influence of a variety, a forecrop, sowing terms and seeding rates, fertilizing. The varieties of foreign breeding are more susceptible to the local infectants that results in their strong infection with leaf diseases. The choice of a forecrop effects on a weediness of spring wheat and a damage of its sprouts with wireworms. The most favorable and popular forecrop for spring wheat is potatoes, the most unfavorable forecrop are perennial grasses. The late sowing terms of the crop worsen the situation with phyto pathogens. The grain infection with funguses increases that result in a black head, mold and root rot. The reduced sowing rates of spring wheat increase the weediness of spring wheat. Fertilizing promotes the formation of large phyto mass of weeds, increases the infection of plants with leaf diseases. The fields surrounded with forests are more resistant to pests, but less resistant to leaf diseases.

Keywords: *spring wheat, north-west region, phyto sanitary monitoring, phyto sanitary situation, pests, varietal composition, long-term dynamics of population, weediness.*

Введение. Яровая пшеница – важная зерновая культура для северо-запада Нечерноземной зоны. В последние годы отмечается повышение спроса на зерно этой культуры в регионе, что еще больше стимулирует сельхозпроизводителей на получение высоких урожаев. Добиться этого можно только с помощью внесения удобрений и проведения всего комплекса защитных мероприятий. Отсюда возникает потребность в точных данных по фитосанитарному состоянию посевов, которые отвечали бы самым современным условиям и тенденциям возделывания яровой пшеницы на северо-западе Нечерноземья.

Материалы и методы. Фитосанитарный мониторинг посевов яровой пшеницы проводили в течение 2010-2014 годов на полях Меньковского филиала Агрофизического

НИИ. Все учеты вредных видов были сосредоточены на постоянных площадках 0.1 м^2 , устанавливаемых в фазу всходов культурных растений в количестве не менее 30 штук на поле. Общее количество постоянных площадок составило 238. Вредных и полезных насекомых растительного яруса учитывали кошнями энтомологическим сачком, проводимыми на протяжении всего периода вегетации культуры, начиная с фазы выхода в трубку. Один учет состоял из 6 проб, одна проба – 10 взмахов сачком. Под наблюдениями находились сорта яровой пшеницы отечественной (Красноуфимская 100, Эстер) и зарубежной (Дарья, Тризо) селекции. На протяжении всех лет исследований изучали влияние разных норм азотных удобрений (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 кг д.в./га) в основное внесение на распространение и развитие вредных видов в посевах яровой пшеницы.

Результаты. Состав сорных растений в посевах яровой пшеницы на северо-западе Нечерноземной зоны насчитывает более 50 видов. При этом на единице площади посева присутствует от 8 до 13 видов/ м^2 . К числу массовых, среднесезонная плотность которых превышает 20 экз./ м^2 , относятся 7 видов. Это марь белая, звездчатка средняя, пастушья сумка, пикульник обыкновенный, ярутка полевая, фиалка полевая, торица полевая. На отдельных полях высокой численностью выделяются дымяннка лекарственная, ромашка непахучая, редька дикая, гречишка вьюнковая и яснотка пурпурная.

Таким образом, преобладающей группой сорных растений в посевах яровой пшеницы являются однолетние двудольные виды. На их долю приходится не менее 96% от общей численности сорняков, что указывает на малолетний тип засоренности посевов. Оставшаяся малая часть принадлежит многолетним сорнякам, среди которых по обилию и частоте встречаемости лидирует осот полевой. В значительно меньшей численности представлены мята полевая и бодяк щетинистый. Средняя плотность многолетних двудольных видов редко превышает 10 экз./ м^2 , однако на отдельных полях и небольших участках показатель может достигать и 30 экз./ м^2 . Редко случается, что посевы яровой пшеницы размещаются на полях, сильно засоренных пыреем ползучим. Происходит это в том случае, если в качестве предшественника используются не самые лучшие в фитосанитарном отношении культуры, например, многолетние травы. Тогда же в посевах яровой пшеницы в большей численности можно обнаружить и другие обычно редко встречаемые виды – мать-и-мачеху обыкновенную, одуванчик лекарственный, подорожник большой.

В то же время посевы яровой пшеницы, размещенные по основному предшественнику – картофелю, обычно засорены в средней степени. Это связано с особенностью предшественника, технология возделывания которого предполагает интенсивное проведение защитных мероприятий против сорной растительности. В итоге

количественный показатель засоренности посевов яровой пшеницы изменяется в пределах 260-420 экз./м² или 10-15% проективного покрытия в фазу кущения культуры. Именно в этот период достигается полнота присутствия сорных растений в посеве, тогда как в фазу всходов культуры прорастает только 50% сорняков. На некоторых полях можно обнаружить участки с высокой густотой стояния сорных растений, когда их насчитывается 700 экз./м², а проективное покрытие составляет 30%. Часто такие участки находятся в приграничной с лесом зоне.

Погодные условия на северо-западе Нечерноземной зоны в меньшей степени определяют засоренность посевов яровой пшеницы, чем исходный запас семян сорных растений в пахотном горизонте и результативность борьбы с сорняками на предшествующей культуре. Наличие необходимого запаса влаги в почве на протяжении большей части вегетационного периода благоприятным образом сказывается на произрастании сорных растений, которые формируют значительную вегетативную массу. Однако на момент проведения уборки урожая в общей фитомассе растений на сорняки приходится не более 15%. К этому времени многие виды успевают закончить вегетацию и в посеве остается от 20 до 60% сорняков в зависимости от их видового состава и погодных условий периода вегетации. При заниженных нормах высева яровой пшеницы усугубляется ситуация с сорными растениями, которые занимают все свободное от культуры пространство и формируют фитомассу, равную 30%.

Возрастает засоренность посевов яровой пшеницы при внесении минеральных удобрений. К примеру, в 2012 г. на вариантах с низкими дозами азотных удобрений в фазу кущения культуры в посеве насчитывалось 399, со средними – 418, а с высокими – 450 экз./м². В то же время под влиянием удобрений повышалась конкурентоспособность культурных растений, что приводило к угнетению и гибели сорняков. К уборке урожая их численность снижалась в 3,9; 4,9 и 6,5 раза соответственно на вариантах с низкой, средней и высокой обеспеченностью азотными удобрениями.

Состав растительноядных насекомых в посевах яровой пшеницы на северо-западе Нечерноземья представлен большим количеством видов, но только единицы из них способны вызывать потери урожая. К таковым относятся личинки жуков-щелкунов, шведская овсяная муха и злаковые тли. Проволочники присутствуют на большинстве полей, многие из которых имеют уровень заселенности, превышающий ЭПВ, равный 10-12 экз./м². Чаще всего такие ситуации возникают, когда в качестве предшественника для пшеницы используют многолетние травы или картофель, выращиваемый по пласту многолетних трав. Распространение в регионе имеют полосатый, посевной, темный и желтоусый щелкуны.

Поврежденность яровой пшеницы шведской овсяной мухой на протяжении всех лет исследований не превышала 5% стеблестоя. Доля поврежденных стеблей в посеве обычно возрастает в годы с затянутым начальным развитием культуры, которое случается под действием возврата холодов в первой половине мая. Тогда же существенно возрастает доля поврежденных главных побегов. Такая ситуация сложилась в 2014 г., когда поврежденность всходов яровой пшеницы увеличилась более чем в два раза, достигнув 3,6%.

Среди тлей наибольшую опасность для яровой пшеницы в регионе представляет черемухово-злаковая, для которой характерно раннее заселение растений и нанесение вреда в первой половине вегетации культуры. Самки-расселительницы появляются на всходах яровой пшеницы, а в фазу кушения на растениях уже хорошо заметны колонии вредителя. Более высокая численность и продолжительный период питания черемухово-злаковой тли наблюдается во влажные годы. Развитие большой злаковой и обыкновенной злаковой тлей приурочено к более поздним фазам фенологии культуры. По данным многолетних учетов, в фазу налива зерна этими видами заселяется 2-11% стеблей при численности 1,8-3,5 особи/стебель, или 27-185 экз./м². При этом основная часть тлей (87,3%) питается на колосьях, на самом верхнем листе – 9,1, на втором – 3,3, на третьем – 0,1% особей.

Высокой численностью в посеве яровой пшеницы характеризуются хлебный, травяной и полевой клопы. Плотность заселения посевов яровой пшеницы хлебным клопом в фазы молочной и молочно-восковой спелости не превышает 20 экз./10 взм., а суммарная численность травяного и полевого клопов – 10 экз./10 взмахов сачком.

Второстепенными фитофагами яровой пшеницы в условиях региона являются трипсы, пьявицы, цикадки, листовые пилильщики, минирующая муха, обыкновенная зерновая совка.

Видовое разнообразие трипсов включает несколько видов, а общая их численность не настолько велика, чтобы иметь хозяйственное значение. Данные кошений показывают, что плотность заселения посевов яровой пшеницы имаго в фазу колошения составляет 3-5 экз./10 взм. То же положение с пьявицами, из которых присутствует два вида – синяя и красногрудая. Соотношение между видами составляет 75/25%. Личинками пьявиц повреждается обычно не более 1% флаговых листьев с интенсивностью 15-35%. Листья среднего яруса повреждаются значительно реже и слабее. Среднемноголетняя повреждаемость второго, считая сверху, листа составила 0,3%, интенсивность – 17%. Доля поврежденных листьев в посеве возрастает на участках, примыкающих к полям многолетних трав. Здесь личинками пьявиц повреждается 3% флаговых листьев.

Минирующей мухой сильнее повреждается яровая пшеница во влажные годы, когда доля минированных личинками флаговых листьев достигает 3%, а интенсивность повреждения – 20-25%. В годы с засушливым вегетационным периодом доля поврежденных личинками флаговых листьев не превышает 0,5%. При откладке яиц минирующая муха отдает предпочтение флаговым листьям, тогда как 1-й подфлаговый повреждается в 0,6% случаев с интенсивностью 7,1%. То же можно отметить и в отношении листовых пилильщиков, которыми поверхность флагового листа повреждается на 35,9%, 1-го подфлагового – 28,1%. Обычно суммарная доля поврежденных листьев всех ярусов гусеницами листовых пилильщиков не превышает 1%, в редких случаях достигая 2% в посеве.

На полях яровой пшеницы выявлено несколько видов цикадок, пищевая специализация которых ограничена растениями семейства мятликовых. Их суммарная плотность в фазы молочной и молочно-восковой спелости не превышает 10-15 особей/10 взм. сачком.

Низкая численность обыкновенной зерновой совки в посевах яровой пшеницы на северо-западе Нечерноземья объясняет слабую поврежденность зерен вредителем, доля которых не превышает 0,1, интенсивность – 20-30%.

Следует отметить, что поля, окруженные со всех сторон лесом и изолированные тем самым от основных посевных площадей, значительно слабее заселяются всеми вредителями.

Среди полезных представителей энтомофауны наиболее заметна деятельность мух сирфид, которая приходится на период от фазы стеблевания до налива зерна. Массовое отрождение их личинок совпадает с пиком численности черемухово-злаковой тли, что отмечается в фазу стеблевания. К фазе колошения обилие личинок сирфид стремительно возрастает, достигая 20-25 экз./м². Численность черемухово-злаковой тли, наоборот, снижается, и в фазе цветения большие колонии вредителя обычно редкость. В годы массового размножения черемухово-злаковой тли повышается активность афидиид, которая заметно проявляется и на двух других видах в более поздний период. Паразитированность большой и обыкновенной злаковых тлей на колосьях в фазу налива зерна яровой пшеницы составляет 11% особей.

В травостое яровой пшеницы присутствуют и другие энтомофаги – имаго и личинки кокцинеллид, малашки, мягкотелки, хищные мухи и клопы, паразитические перепончатокрылые. Многочисленны напочвенные хищники, к которым относятся жуужелицы, стафилиниды и пауки.

Видовой состав фитопатогенов на яровой пшенице в условиях северо-запада Нечерноземной зоны составляют возбудители, вызывающие как болезни корневой системы, листьев и стеблей, так и колоса и зерна.

Корневая система повсеместно поражается корневыми гнилями смешанной этиологии, но с преобладанием фузариозной инфекции. По данным учетов, в фазу кущения культуры признаки проявления болезни имели 10-50% растений, развитие болезни по годам не превышало 10%.

На листьях яровой пшеницы ежегодно проявляются мучнистая роса, септориоз и бурая ржавчина. Развитие мучнистой росы на флаговом и первом подфлаговом листьях в фазу налива зерна пшеницы обычно составляет около 1%. При этом доля пораженных листьев в посеве насчитывает 5-15%. Септориоз всегда характеризуется более сильным развитием на 1 подфлаговом листе, но оно обычно не превышает 5% уровня. Доля листовой поверхности, занятая мицелием гриба, изменяется по годам в пределах 20-30%. Флаговый лист поражается реже и в более слабой степени. Отсюда и более слабое развитие болезни, которое в среднем составило 1,2%. Бурая ржавчина по силе проявления на флаговом листе превосходит два предыдущих заболеваний, что особенно хорошо заметно во влажные годы. В таких условиях в период налива зерна доля пораженных флаговых листьев может достигать 90% в стеблестое, а развитие – 5%. Обычно эти показатели не превышают 10 и 1% соответственно. В вегетационные периоды с выпадением осадков ниже многолетней нормы и повышенными среднесуточными температурами бурая ржавчина, как и в целом все листовые болезни, имеет более ограниченное распространение и развитие. На полях, защищенных со всех сторон лесным массивом, фиксируется более сильное поражение яровой пшеницы листовыми болезнями. По септориозу оно может достигать 13, по мучнистой росе – 9%.

Поражение яровой пшеницы листовыми болезнями усиливается под действием вносимых азотных удобрений. Согласно данным 2014 г., на контрольном варианте (N_0) развитие мучнистой росы, септориоза и бурой ржавчины составляло 0,1; 4,2 и 0,04%, тогда как на варианте с самой высокой дозой азотных удобрений (N_{180}) – 25,2; 14,8 и 1,1%. Более того, под влиянием азотных удобрений состав фитопатогенов пополняется темно-бурой пятнистостью. Если на делянках без азотных удобрений данная болезнь не выявлялась, то при внесении N_{30-150} ее развитие составляло 0,3-0,6%, а при N_{180} – 2,9%.

По нашим данным, листовыми болезнями значительно сильнее поражаются зарубежные сорта, особенно немецкой селекции. В своем генотипе они не имеют генов устойчивости к местным расам патогенов. Так, в условиях влажного 2012 года развитие бурой ржавчины на флаговом листе в фазу молочной спелости на немецком сорте Тризо

достигло 35, мучнистой росы – 10, септориоза – 5%, тогда как на отечественном сорте Эстер – 10, 2 и 1% соответственно.

Еще одно распространенное заболевание яровой пшеницы в условиях северо-запада Нечерноземья – септориоз колоса. Однако в большей степени оно проявляется только на посевах, где вносились высокие дозы азотных удобрений. Под их влиянием растения формируют излишнюю вегетативную массу, что приводит к полеганию посевов и еще большему поражению колосьев септориозом. Так, по данным 2014 г. на неудобренных вариантах развитие септориоза колоса составляло 2,4%, при дозе N_{30} – 7,9%, N_{60} – 10%, N_{90} – 18,2%, а при N_{180} оно достигло 24,5%.

На зерне яровой пшеницы формируется целый комплекс патогенов, доминируют в котором грибы рода *Alternaria*. Ими заражается ежегодно 35-50% зерен. Такими возбудителями, как *Epicoccum purpurascens* Ehrenb., *Bipolaris sorokiniana* Syn. и разными видами рода *Fusarium* заражается до 10% зерновок. В результате в общей сложности в урожае пшеницы инфицированными оказываются до 60% зерен. С этой группой патогенов ситуация может значительно усугубляться, если растягиваются сроки уборки, смещаясь на сентябрь. Повышаются риски высокой зараженности зерна патогенами, продуцирующими микотоксины. По нашим данным, задержка с уборкой яровой пшеницы на две недели приводит к тому, что общая зараженность зерна грибами достигает 70%. При этом грибы рода *Fusarium* увеличивают свое присутствие в убранном урожае в 5 раз, появляются плесень и серая гниль.

В отдельные годы в посеве яровой пшеницы заметной становится спорынья, образующаяся вместо зерна в колосьях. При этом доля склеротиев в общей массе зерна не превышает 0,02%.

Ежегодно в посевах яровой пшеницы небольшая доля стеблей уничтожается мышевидными грызунами. Таковых обычно насчитывается не более 1%.

Выводы.

В результате проведенных исследований определено, что в современных условиях возделывания яровой пшеницы на северо-западе Нечерноземья складывается вполне благополучная фитосанитарная обстановка. При этом посевы обычно имеют достаточно высокую степень засоренности, периодически случается умеренно сильное поражение растений болезнями.

Ухудшение фитосанитарной обстановки происходит в результате отклонений от принятой технологии возделывания культуры в регионе, когда допускаются более поздние сроки сева и уменьшенные нормы высева. К тем же последствиям приводят посев сортов иностранной селекции, недооценка роли предшественника, высокие дозы азотных

удобрений. В таких условиях все более востребованными становятся защитные мероприятия, направленные против сорных растений и болезней, и в исключительных случаях против вредителей.

УДК:633.112.1«321»:631.559:631.416.1:631.581/470.56

А.Г. Крючков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБНУ «Оренбургский НИИ сельского хозяйства»
(460051, г. Оренбург, пр-т Гагарина 27/1; тел. +7(3532) 71-04-88;
orniish@mail.ru)

РАСХОДЫ АЗОТА ИЗ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ПАРУ В ОРЕНБУРГСКОМ ЗАУРАЛЬЕ

Впервые для освоенных целинных земель Оренбургского Зауралья получены результаты, характеризующие изменчивость расходов азота из корнеобитаемых слоев почвы на разной глубине под посевами яровой твердой пшеницы и зависимость ее урожайности. Установлено, что при возделывании ее по почвозащитному пару на черноземах южных с солонцеватостью за ее вегетацию расходы азота из разных слоев почвы (до 1 метра) могут варьировать от 65,99 и 80,57% до 87,16 и 93,14% и от 57,43 и 45,18% соответственно по слоям 0-30см, 30-60см и 60-100 см по пару без удобрений и по пару с внесением P_{40} кг д.в. на 1 га. Средние величины расходов азота из почвенных слоев почвы составили по пару без удобрения 117,74; 115,22 и 174,48 кг с 1 га, а по фосфорному фону 116,93; 104,18 и 172,87 кг с 1 га при максимальных величинах 276,72; 295,85, 369,14 кг с 1 га и 327,6; 313,99 и 322,68 кг с 1 га соответственно. Оптимальными расходами для получения наибольшей урожайности были по пару без удобрений из слоя 0-30см 79,26 кг (3,13 т с 1 га), 30-60см – 50,3 кг с 1 га (3,20 т с 1 га), 60-100см – 64,54 кг с 1 га (3,25 т с 1 га) ($\eta_{yx}=0,880-0,968$), а по фону P_{40} кг д.в. на 1 га – 33,07 кг (3,50 т с 1 га), 0,01 кг с 1 га (3,71 т с 1 га) и 98,13 кг с 1 га (3,26 т с 1 га) ($\eta_{yx}=0,955-0,975$). Повышение расходов азота до максимальных величин сопровождалось снижением урожайности до 1,94-2,42 т с 1 га по пару без удобрений и 2,60-2,41 т с 1 га. Внесение фосфорного удобрения по пару здесь необходимо, азотные удобрения применять нецелесообразно.

Ключевые слова: расход, азот, пар, слои почвы, корреляционные отношения, урожайность, яровая твердая пшеница.

A.G. Kryuchkov, Doctor of Agricultural Sciences, professor,
FSBSI “Orenburg RI of Agriculture”
(460051, Orenburg, Gagarin Pr. 27/1; tel.: +7(3532) 71-04-88, email:
orniish@mail.ru;))

THE CONSUMPTION OF NITROGEN FROM SOIL AND PRODUCTIVITY OF SPRING DURUM WHEAT IN FALLOW LANDS OF THE ORENBURG ZAURALYE

For the first time we have received the results for the cultivated virgin lands of the Orenburg Zauralye, which characterized the changeability of nitrogen consumption from the root layers of soil at different depth, its effect on productivity of spring durum wheat. It has been determined that when the crop is cultivated in the fallow black earth lands with alkalinity, the nitrogen consumption from different soil layers (up to 1 m) during its vegetation can vary from 65.99-80.57% till 87.16-93.14% and from 57.43 and 45.18% in the layers of 0-30cm, 30-60cm and 60-100cm respectively in fallow lands without fertilizing and in fallow lands with fertilizing of P_{40} kg/ha. The average amounts of nitrogen consumption from the soil layers were 117.74, 115.22 and 174.48 kg per ha without fertilizing; 116.93, 104.18 and 172.87 kg per ha with phosphorus fertilizing; the maximum values of 276.72, 295.85 and 369.14 kg per ha and 327.6, 313.99 and 322.68 kg per ha respectively. The optimum amounts of nitrogen consumption to receive the most productivity were in the fallow lands without fertilizing: in the layer of 0-30cm – 79.26kg/ha (3.13 t/ha), in the layer of 30-60cm – 50.3kg/ha (3.20 t/ha), in the layer of 60-100cm – 64.54kg/ha (3.25 t/ha) ($\eta_{yx}=0.880-0.968$). The optimum amounts of nitrogen consumption to receive the largest amount of productivity were in the fallow lands with phosphorus fertilizing: in the layer of 0-30cm – 33.07 kg/ha (3.50 t/ha), in the layer of 30-60cm – 0.01kg/ha (3.71 t/ha), in the layer of 60-100cm – 98.13kg/ha (3.26 t/ha) ($\eta_{yx}=0.955-0.975$). The increase of nitrogen consumption up to maximum values was accompanied with the decrease of productivity till 1.94-2.42 t/ha in fallow lands without fertilizing and till 2.60-2.41 t/ha. The phosphorus fertilizing of fallow lands is necessary, but the use of nitrogen is beside the purpose.

Keywords: *consumption, nitrogen, fallow, soil layers, correlations, productivity, spring durum wheat.*

Введение. Оренбургское Зауралье – главный поставщик высококачественной твердой пшеницы. Возделывается она здесь, как правило, по почвозащитному пару [1,2]. Известно, что пары в условиях степной зоны отличаются повышенным содержанием азота в почве, а черноземы южные солонцеватые еще и широким отношением азота к фосфору из-за низкого содержания фосфора.

В «Системе ведения сельского хозяйства Оренбургской области» [3], указывается на необходимость внесения в парах, идущих под яровую пшеницу, фосфорных или азотно-фосфорных удобрений с увеличенной долей фосфора в смеси ($N_{20}P_{40-60}$).

В доступной литературе, как правило, указываются нормы, дозы внесения удобрений, рассчитанные по концентрации элементов питания в слоях почвы 0-30, 0-40 см без учета глубины проникновения корневой системы возделываемой культуры, причем определяемой в период сева, перед севом и в начале вегетации. Это не дает истинного представления о фактическом расходе элементов питания из почвы в период вегетации той или иной культурой, и в частности азота.

По современным представлениям основным источником азота является атмосфера, в которой содержится 70 тыс. тонн этого элемента над каждым гектаром земной поверхности. Из нее под действием грозových разрядов и с осадками ежегодно попадает в почву 3 – 5 кг на 1 га [4] и от 2 до 11 кг на 1 га [5] азота. Примерно 3-5 кг и менее [4] и 5-15 кг на 1 га [5] накапливается в год азотфиксирующими бактериями, живущими в почве. но нитраты могут в силу своей подвижности вымываться из почвы, а также под действием процессов денитрификации, превращаясь в газообразные формы (N_0 , N_{20} и N_2), теряться из нее.

При влажности почвы на уровне 60-70% капиллярной влагоемкости, температурах 25-32⁰С, рН-6,8-8,2 и достаточном доступе воздуха процесс нитрификации протекает интенсивно и за счет разложения органических остатков в ней может накопиться до 300 кг на 1 га азотной кислоты.

Поступление азота и зольных элементов у яровой пшеницы наиболее интенсивно происходит в период до ее цветения. Если до колошения оно равно 71%, то до цветения – 97%, а к полной спелости снижается до 90% от максимально возможного количества [4].

При урожайности яровой пшеницы 25 ц зерна с 1 га и таком же количестве соломы в урожае содержится 95 кг/га азота, 30 кг P_2O_5 и 43 кг K_2O . Вынос элементов питания из почвы связан с почвенно-климатическими условиями, примененными удобрениями, соотношениями зерна и соломы и другими факторами. При повышенных температурах (перед посевом) и выпадении достаточного количества осадков в течение вегетации процесс усвоения азота в почве протекает интенсивно. Это увеличивает урожайность и улучшает качество зерна. Содержание белка достигает 16-18% (21% и более при засухе) [4].

Вместе с тем, исследователи недостаточно уделяют внимания расходам азота из почвы за период вегетации яровой пшеницы из её корнеобитаемых слоев.

Вследствие этого отсутствует представление о том, как связаны эти расходы с жизнью растения и величинами формирующейся урожайности в засушливых степных регионах.

В целях выявления этих связей нами были изучены роль сроков сева, норм высева и фосфорного удобрения во влиянии на величину расходов азота, а также зависимость урожайности яровой твердой пшеницы от расходов азота из разноглубинных слоев почвы.

Материалы и методы. Материалами для этих впервые выполненных исследований послужили результаты единственного эксперимента на базе Восточного опорного пункта ФГБНУ «Оренбургского НИИ сельского хозяйства» (ГОНО «ОПХ «Советская Россия», Адамовский район), проведенного нами в 2001-2003 годах по схеме: $3A \times 3B \times 2C$, где фактор А – сроки сева (1,2,3 через 10 дней), В – нормы высева (2,5; 3,5; 4,5 млн всх. семян на 1 га), С – фоны (пар без удобрений и пар + P_{40} кг д. в. на 1 га). Сорт – Оренбургская 10.

Опыт закладывали в 4^х-кратной повторности. Площадь учетной делянки 180 кв.м. Посев сеялками СЗС-2,1. Удобрение – гранулированный суперфосфат. Метод определения азота – ионометрический в лаборатории массовых анализов института.

Методы исследований заключались в статистическом и корреляционном анализе опытных данных с помощью ПЭВМ по программе Statgrafiks.

Результаты. Результаты исследований показали, что за период вегетации яровой твердой пшеницы расходы азота подвержены значительным изменениям. Это определяется влиянием множества действующих факторов: деятельностью микрофлоры, выпадением осадков, возможным его перемещением по слоям почвы вслед за влагой, характером иссушения почвы, потреблением его корневой системой растений и другими. Поэтому мы ограничились поиском величины общих расходов азота из разных слоев почвы чернозема южного с солонцеватостью за вегетацию яровой твердой пшеницы по пару почвозащитному без удобрений и с внесением P_{40} кг д.в. на 1 га, влияющих на величину формирующейся урожайности.

Установлено, что общие расходы азота из почвы за вегетацию яровой твердой пшеницы на фоне пара без удобрений подвержены сильнейшей изменчивости. По слою 0-30 см их варьирование достигает 65,89%, по слою 30-60 см – 87,16% и по слою 60-100см – 57,43%.

На фоне пара с внесением 40 кг д.в. на 1 га фосфорного удобрения варьирование расходов азота достигает 80,57% по слою 0-30 см, 93,14% по слою 30-60см и 45,18% по слою 60-100см.

При этом из слоя почвы 0-30см расходовалось по пару без удобрений 117,74 кг на 1 га азота (пределы 0,0-276,72 кг с 1 га), слоя 30-60 см – 115,22 кг (пределы 3,63-295,85 кг на 1 га) и слоя 60-100 см – 174,48 кг (пределы 34,32-369,14 кг с 1 га).

По удобренному P_{40} пару из слоя 0-30 см расходовалось азота 116,93 кг с 1 га, (пределы 43,44-327,6 кг с 1 га), слоя 30-60см – 104,18 (пределы 0,0-313,99 кг с 1 га) и из слоя 60-100см -172,87 кг (пределы 54,34-322,68 кг с 1 га).

Корреляционно-регрессионный анализ показал на наличие между расходами азота сильных и тесных связей с урожайностью яровой твердой пшеницы. По пару без удобрений корреляционные отношения составили с расходами азота из слоя 0-30 см 0,880, слоя 30-60см – 0,968 и слоя 60-10см – 0,968 при коэффициентах детерминации 77,35%, 93,6 и 93,6%.

По удобренному пару связи оказались тесными для всех слоев ($\eta_{yx}=0,955$; 0,956 и 0,975) при детерминации 91,23; 91,92 и 95,15%.

Графическое изображение зависимостей урожайности от расходов азота из разных слоев почвы по обоим фонам представлено на рис. 1.

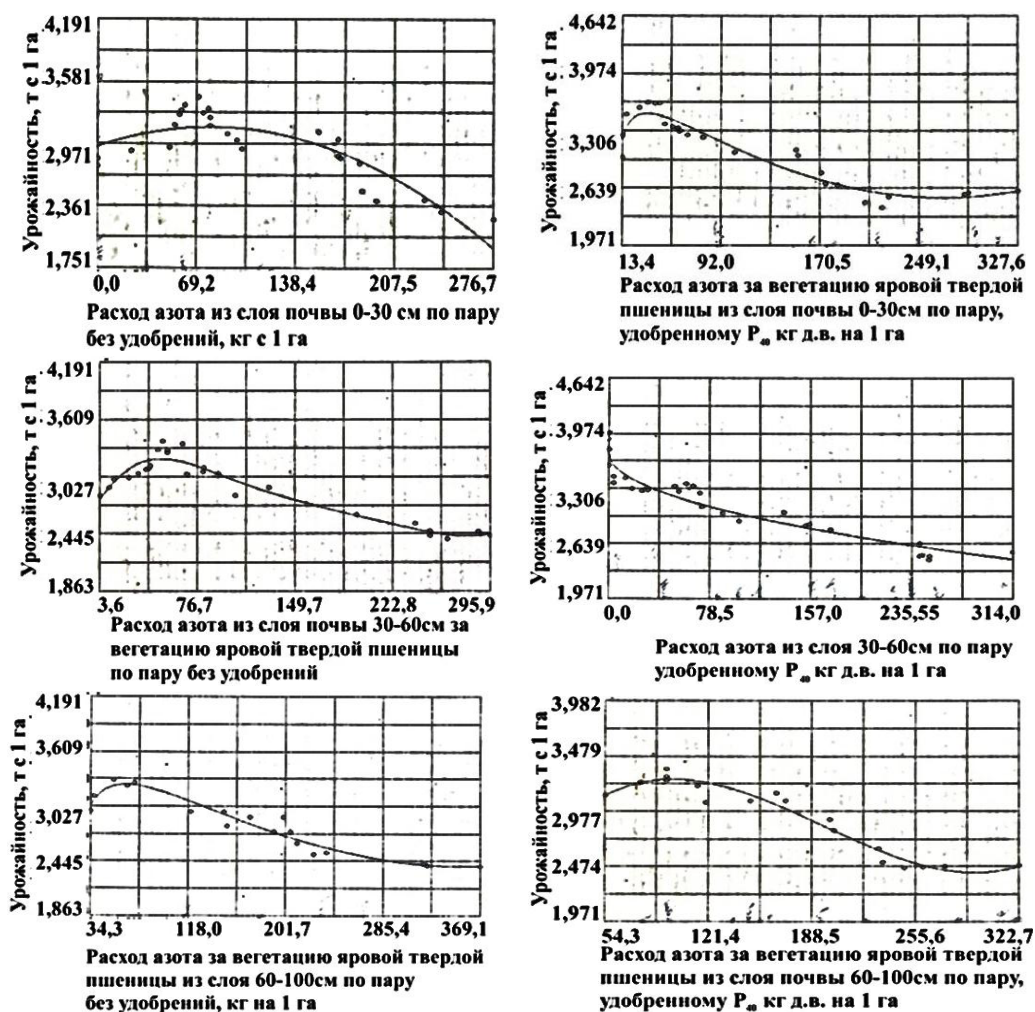


Рис. 1. Зависимость урожайности яровой твердой пшеницы от расходов азота из различных по глубине слоев почвы в Оренбургском Зауралье (2001-2003г.)

Анализ полученных уравнений позволяет считать, что яровая твердая пшеница сорта Оренбургская 10 на фоне без удобрений по почвозащитному пару формирует наибольшую урожайность зерна (3,13 т с 1 га) при расходах азота из слоя почвы 0-30 см на уровне 79,26 кг с 1 га. Дальнейшее увеличение этих расходов до 276,72 кг с 1 га сопровождается снижением урожайности до 1,94 т с 1 га.

При расходах азота из слоя почвы 30-60 см на уровне 50,3 кг с 1 га урожайность пшеницы составляет 3,2 т с 1 га, а при их увеличении до 279,1 – 295,8 кг на 1 га она падает до 2,42-2,44 т с 1 га.

Расходы из слоя почвы 60-100см в размере 64,54 кг с 1 га обеспечили сбор 3,25 т зерна с 1 га, тогда как их увеличение до 369,14 кг с 1 га снизило урожайности до 2,28 т с 1 га.

На фоне фосфорного удобрения в дозе P_{40} кг д.в. на 1 га по пару при расходе азота из слоя почвы 0-30см 33,07 кг на 1 га урожайность яровой твердой пшеницы достигла 3,50 т с 1 га, после чего она последовательно понизилась до 2,52-2,6 т на 1 га при повышении расходов азота до 268,7-327,6 кг с 1 га.

В дальнейшем при наращивании его расходов из слоя 30-60 см до 314 кг с 1 га она пропорционально снижалась до 2,44 т с 1 га.

При незафиксированных расходах азота из слоя 30-60 см вследствие того, что не учитывался азот, поступающий от деятельности микроорганизмов, выпадающий с осадками, перетекающий из других слоев почвы и других причин, урожайность этой культуры достигала 3,71 т с 1 га.

Оптимальные расходы азота из слоя 60-100см составили 98,13 кг с 1 га. Урожайность при этом была на уровне 3,26 т с 1 га. По мере возрастания расходов азота до 294,72 кг с 1 га она снижалась до 2,41 т с 1 га, при 322,68 кг/га оставалась на уровне 2,47 т с 1 га.

Заключение. Полученные данные позволяют считать, что на паровых полях засушливой степи Оренбургского Зауралья оптимальные учтенные расходы азота из разных слоев почвы чернозема южного на формирование урожайности зерна за период от посева до полной её спелости относительно невелики. По пару почвозащитному без фосфорного удобрения они для слоев 0-30,30-60,60-100 см составляют 79,26; 50,3; 64,54 кг с 1 га, а с внесением P_{40} кг д.в. на 1 га – соответственно 33,07-0,00-98,13 кг азота с 1 га.

Повышение расходов азота из разных (0-30, 30-60 и 60-100 см) слоев почвы до 268,7-369,14 кг с 1 га не приводит к повышению урожайности зерна. Она снижается до

1,94-2,42 т с 1 га по пару без удобрений, а по фосфорному фону – до 2,60-2,41 т с 1 га. Меньшее снижение урожайности яровой твердой пшеницы на удобренном фоне обеспечивается улучшением фосфорного питания растений путем снижения отношения азота к фосфору.

Литература

1. Сандакова, Г.Н. Научное обоснование зон оптимального размещения производства и глубокой обработки высококачественного зерна яровой пшеницы в степи Южного Урала / Г.Н. Сандакова. А.Г. Крючков. – Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», Оренбург, 2012. – 224с.
2. Крючков, А.Г. Твердая пшеница (Современные технологии возделывания) / А.Г. Крючков, П.П. Тейхриб, А.Н. Попов. – ООО «Оренбургское книжное издательство», Оренбург, 2008. - 704с., 60 илл.
3. Система ведения сельского хозяйства Оренбургской области. – Челябинск; Юж. Уральское книжное изд-во, 1981. – 300с. с илл.
4. Агрохимия. Изд.-е 3^е переработанное и дополненное. Под редакцией проф. П.И.Смирнова и А.В. Петербургского – М.: Колос, 1975. – 512 с. с илл.
5. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – М.: Колос. – 416 с. с илл.

Literature

1. Sandakova, G.N. Scientific substantiation of the areas of optimal location of production and deep processing of high-qualitative grain of spring wheat in the steppe of the Sourth Urals / G.N. Sandakova, A.G. Kryuchkov. – ООО ‘Agency “Pressa”, Orenburg, 2012. – 224p.
2. Kryuchkov, A.G. Durum wheat (modern cutivation technologies) / A.G. Kryuchkov, P.P. Teykhrib, A.N. Popov - ООО ‘Orenburg Book Publ.’, Orenburg, 2008. – 704p., 60 pic.
3. The system of agriculture in the Orenburg region. – Chelyabinsk; Sourth Urals Publ., 1981, 300 p. with pic.
4. Agrochemistry. Issue 3-d, app. and add. Edited by professor P.I. Smirnova, A.V. Peterburgsky. – М.: Kolos, 1975. – 512 p. with pic.
5. Pannikov, V.D. Soil, climate, fertilizing and yield / V.D. Pannikov, V.G. Mineev. – М.: Kolos. – 416 p. with pic.