

## МЕТОДЫ ОТБОРА И ХАРАКТЕР СОПРЯЖЕННОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ В СЕЛЕКЦИИ ПРОСА ПОСЕВНОГО

**А.К. Антимонов**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр.

**О.Н. Антимонова**, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.

**Л.Ф. Сыркина**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр.

**Л.А. Косых**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр.

**Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова**  
(Россия, г. Кинель)

DOI: 10.24411/2500-1000-2018-10175

**Аннотация.** В данной статье показаны различные схемы скрещиваний для создания сортов, устойчивых к пыльной головне: простые, насыщающие, конвергентные. Отражены результаты по выявлению сопряженности и наследственности важнейших количественных хозяйственно-биологических признаков проса посевного методом параметрической корреляции. Определение корреляционной зависимости элементов продуктивности повышает надежность отбора по этим ценным признакам. Средняя положительная корреляционная связь между количеством растений по всходам определяется только лишь с сохранностью растений перед уборкой ( $r=0,510$ ;  $d=26$ ). Сохранность растений к уборке имеет отрицательную взаимосвязь со всеми элементами продуктивности. Высота растения имеет среднюю положительную корреляционную связь с продуктивностью ( $r = 0,566$ ;  $d=32$ ), количеством ( $r = 0,485$ ;  $d=24\%$ ) и массой зерна с одной метелки ( $r = 0,556$ ;  $d=31\%$ ). Слабая сопряженность наблюдалась с длиной метелки ( $r = 0,325$ ;  $d=10,6\%$ ). Масса зерна с одной метелки имеет высокую положительную корреляцию с урожайностью ( $r = 0,710$ ;  $d=50\%$ ), с количеством зерен в одной метелке ( $r = 0,917$ ;  $d=84\%$ ) и среднюю – с высотой растения ( $r = 0,556$ ;  $d=31\%$ ). Коэффициент детерминации равный 50 и 84% показывает значительную меру влияния именно генотипа на изменчивость признака. Признак массы 1000 зерен имел слабую и среднюю отрицательную корреляционную связь с другими элементами продуктивности. Значительная достоверная корреляционная связь по признаку количество зерен в метелке отмечалась с урожайностью и достигала до  $r = 0,861$  и  $d=74\%$ . На основании изучения сопряженности корреляционных связей путем параметрической корреляции, следует сделать вывод, что главными элементами продуктивности растений являются количество растений по всходам, высота растения, количество зерен в одной метелке, масса зерна с одной метелки, поэтому, начиная с ранних стадий селекционного процесса, необходимо вести строгий отбор именно по этим признакам структуры урожая.

**Ключевые слова:** просо, сорт, корреляция, продуктивность, урожайность, селекция.

На всех этапах селекционной работы с просом посевным основное внимание уделяется созданию сортов не только с высокой урожайностью, но и устойчивых к патогенам пыльной головни (вызываемая грибом *Sphacelotheca rarisii* – *milisei* (pers) Bub.), которая является самым вредоносным заболеванием для проса, так как поражает репродуктивный орган растения – метелку, образуя из нее спороносный мешок. Многими учеными доказано, что единственный результативный метод се-

лекции на устойчивость сортов проса к головне – создание инфекционных фондов [1-3].

Создание новых сортов проса с различными генами устойчивости к головне наряду с «генетической» составляющей имеет важное значение в качестве единственно возможного вклада селекционеров в экологию [4].

Перед селекционерами нашего института так же ставится задача выведения сортов, устойчивых к пыльной головне, по-

этому весь гибридный материал изучается на фоне искусственного заражения семян патогеном с жестким последующим отбором устойчивых форм. Простые, насыщающие, конвергентные скрещивания позволяют объединить в одном генотипе устойчивость к болезням, высокую продуктивность и другие хозяйственно-ценные признаки. Определение корреляционной зависимости элементов продуктивности повышает надежность отбора по этим ценным признакам.

**Цель исследования.** Создание сортов проса, устойчивых к нескольким расам пыльной головни в сочетании с высокой продуктивностью, крупнозерностью, устойчивостью к стрессовым погодным факторам.

**Материал и методы исследований.** Экспериментальная работа ведется с использованием литературных источников: «Методические рекомендации по селекции проса на устойчивость к головне» [5], «Методика полевого опыта» (с основами статистической обработки результатов исследований) [6].

Ежегодно в лабораторных условиях нами проводится структурный анализ на 25-ти растениях по каждой перспективной линии проса по следующим количественным признакам: число растений по всходам (шт.), сохранность растений к уборке (шт.), высота растения (см), длина метелки (см), масса зерна с 1 растения (г), масса зерна с 1 метелки (г), масса 1000 зерен (г), количество зерен в метелке (шт.), урожайность растений (т/га). Для выявления взаимосвязи между важнейшими хозяйственно-биологическими признаками, нами был проведен корреляционный анализ между этими признаками методом параметрической корреляции на просе Л – 1974 из контрольного питомника 2 года, что повышает надежность отбора растений.

Коэффициент корреляции статистически значим при  $r \leq 0,33$ ;  $0,33 < r < 0,66$ ;  $r \geq 0,66$ .

$d$  – коэффициент детерминации (наследуемости  $h^2$ ), показывает долю (%) тех изменений, которые в данном явлении зависят от изучаемого фактора [6].

#### Результаты исследований

При создании сортов, устойчивых к пыльной головне используются различные схемы скрещиваний: простые, насыщающие, конвергентные. Любая из этих схем включает в себя следующие действия: скрещивание с сортом или формой, устойчивой к головне; выращивание гибридного материала  $F_1$  в теплице, а, начиная с  $F_2$ , в полевых условиях на фоне искусственного заражения семенного материала спорами пыльной головни. Во втором и последующих поколениях проводится отбор лучших генотипов, обладающих наиболее лучшей комбинацией свойств и признаков растений. В контрольном питомнике первого года изучение константных семей проводится так же на фоне искусственного заражения семенного материала спорами пыльной головни, а материал контрольного питомника второго года и конкурсного сортоиспытания выращивается без заражения, но при параллельном испытании этих перспективных сортов на инфекционном фоне. На стадии контрольного питомника 2 года и конкурсного испытания все сорта изучаются по показателям химического состава зерна проса, технологических качеств. Для примера мы приводим три принципиальные схемы работы с селекционным материалом для выведения новых сортов проса посевного, устойчивых к возбудителям пыльной головни (рис. 1-3).

Применяя любой тип скрещивания, в качестве отцовской формы желательно использовать не только головнеустойчивую форму, но и обладающую одним или несколькими внешнемаркированными доминантными признаками, как например: антоциановая окраска растений, кремевая окраска зерна и другие. Это позволяет уже в первом поколении увидеть истинные гибриды. В последующем, все отборы селекционного материала проводятся на фоне искусственного заражения спорами головни, что исключает из дальнейшего изучения большинство форм, гетерозиготных по устойчивости.

Селекционная работа ведется с использованием образцов К-518, К-9545, К-8658 и др.

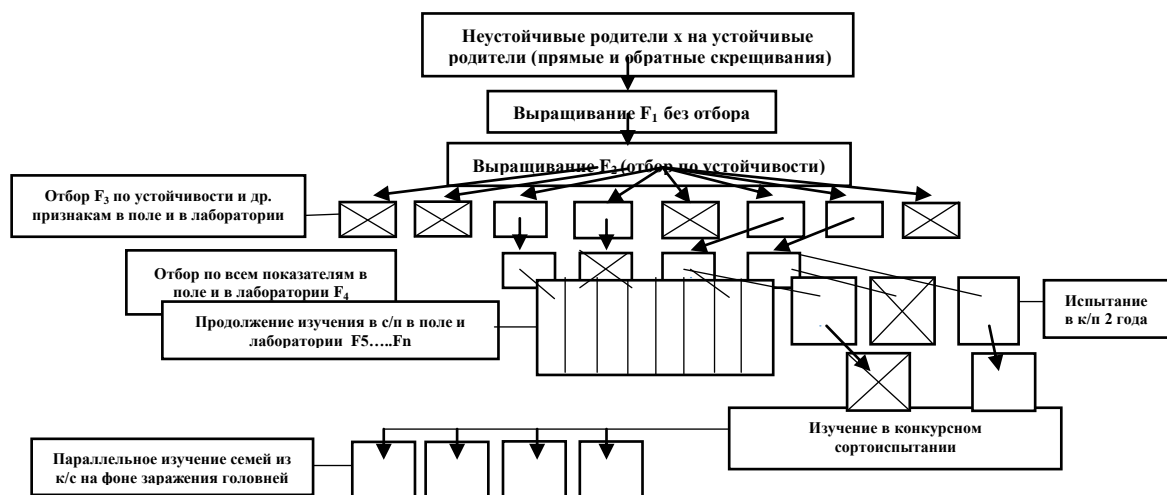


Рис. 1. Схема создания сортов проса, устойчивых к головне, при простых скрещиваниях

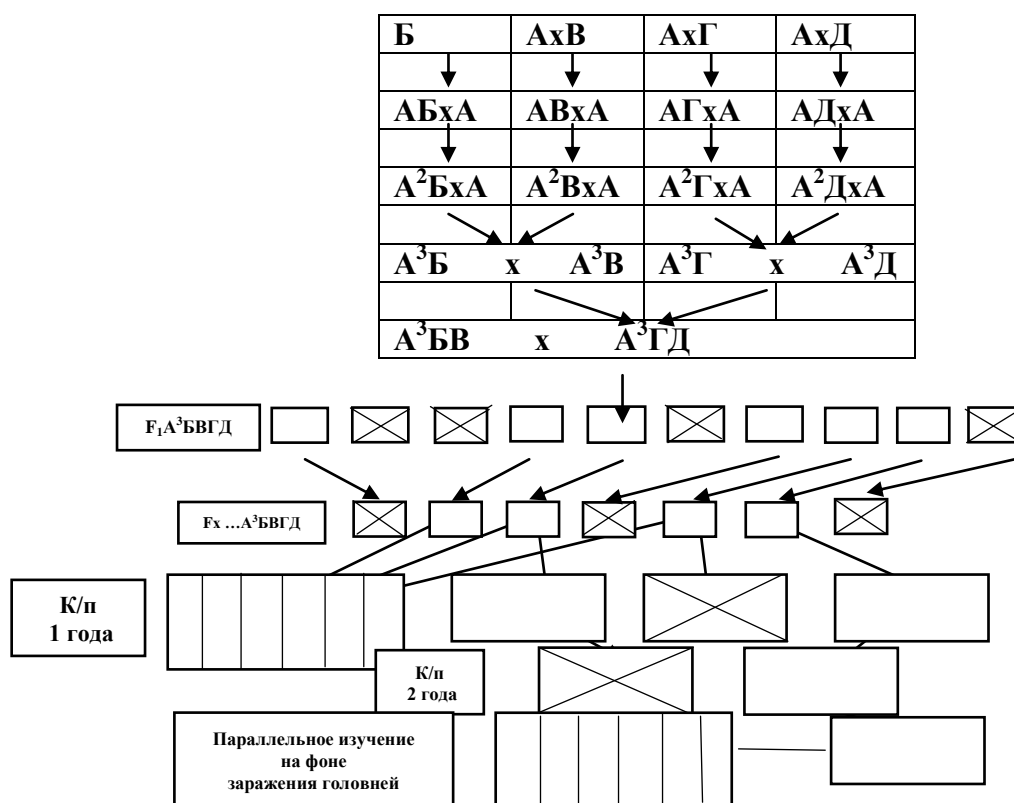


Рис. 2. Схема создания сортов проса, устойчивых к пыльной головне, с применением конвергентных скрещиваний

Близкие по биологическим, морфологическим и хозяйственным признакам объединяются для создания синтетических сортов с устойчивостью к трём, четырём расам головни и изучаются в конкурсном сортоиспытании.

Наибольший практический интерес представляет собой метод насыщающих скрещиваний (рис. 3).

В литературе метод имеет несколько названий: обратное скрещивание, насыщающие скрещивания, беккроссы. Этот метод применяется, когда одному сорту, обладающему в целом комплексом полезных признаков, хотят передать отдельный признак или несколько признаков другого сорта без нарушения целостности первого. Для придания желательных свойств про-

водится от 2-3 до 10 беккроссов с повторным (рекуррентным) родителем. Чтобы не потерять устойчивость,  $F_1$  высевается на инфекционном фоне, так что скрещивание проводится с гетерозиготными по устой-

чивости растениями. Сделав необходимое число беккроссов, гибридизация прекращается и материал выращивается с  $F_4$ , с отбором устойчивых к возбудителю растений с признаками повторного родителя.

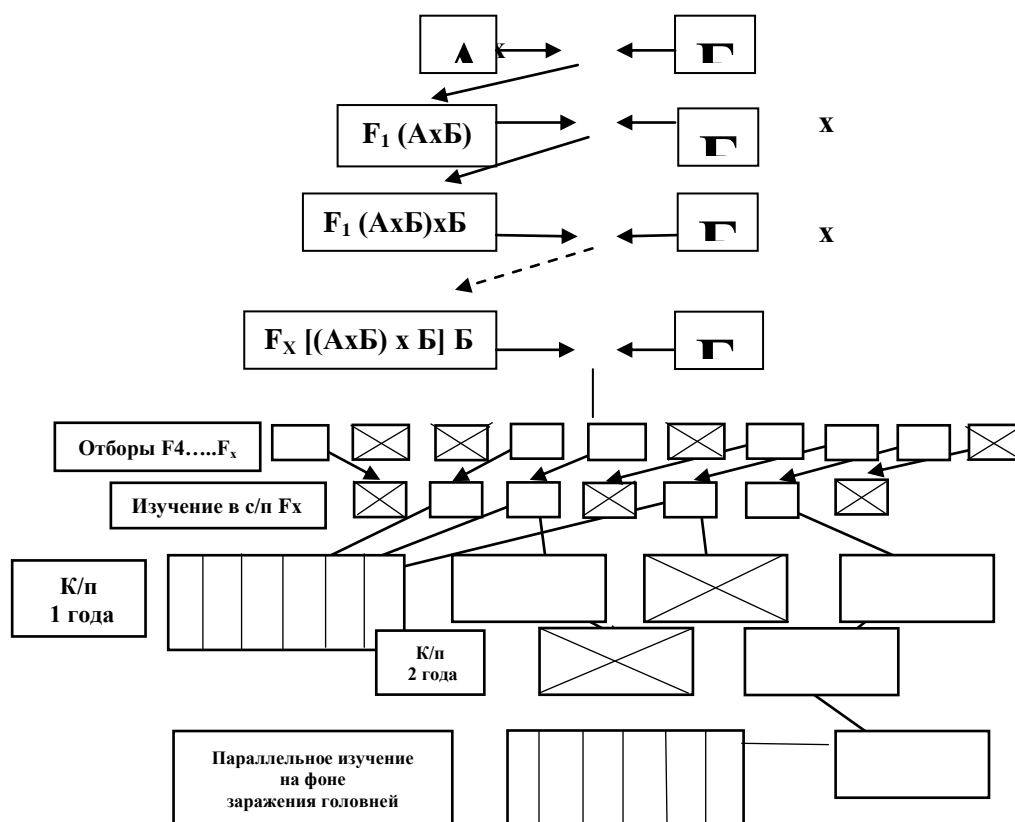


Рис. 3. Схема создания сортов проса, устойчивых к пыльной головне с применением насыщающих скрещиваний (беккроссов, обратное скрещивание)

В последние годы этот метод мы так же широко используем при получении из гибридов константных форм от сложных скрещиваний с использованием повторных родителей из числа районированных сортов Поволжской, Казахстанской и Украинской экологических групп.

Необходим постоянный поиск новых доноров устойчивости к более агрессивным расам пыльной головни, имеющих полигенную горизонтальную форму устойчивости. Вертикальная устойчивость характеризуется моногенным (чаще всего парой генов) происхождением и через 4-5 лет теряет устойчивость к этому патогену при проявлении более агрессивной расы патогена.

Наряду создания сортов проса, устойчивых к болезням, первостепенной задачей является их высокая продуктивность, которая обуславливается взаимодействием

генотипа сорта с условиями внешней среды и формируется в результате взаимодействия внутренне скоординированных процессов фотосинтеза, дыхания, транспорта и распределения продуктов ассимиляции между органами растений в ходе их роста и развития. Поэтому, к важнейшим признакам, определяющим уровень продуктивности растений проса, относятся признаки их архитектоники и в особенности те, которые являются элементами структуры и определяют конкурентоспособность [1]. Издревле искусственный отбор играет главную роль в селекции растений и является её неотъемлемой частью. Чтобы распознать отобранное растение с наиболее выгодным сочетанием генов и хромосом необходимо провести анализ всех компонентов, характеризующих хозяйственно-ценные признаки и свойства с учетом их

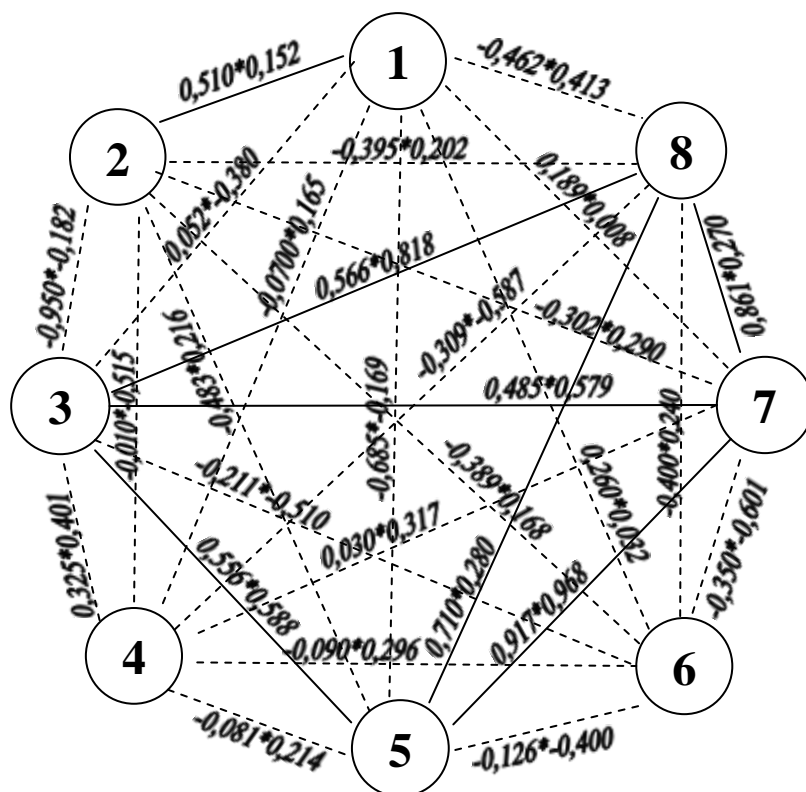
модификационной изменчивости во внешней среде.

Вопрос на какие элементы продуктивности следует обратить внимание при отборе растений решается проведением корреляционного анализа между этими элементами и определении их связи друг с другом. Характер зависимости количественных признаков между собой достаточ-

но наглядно показывает корреляционная плеяда (рис. 4)

Проведенный корреляционный анализ показал, что степень зависимости между урожайностью растений и элементами их продуктивности имела разный характер.

Рассмотрим особенности взаимосвязей изучавшихся признаков каждого по отдельности.



- 1 – количество растений по всходам;
- 2 – сохранность растений к уборке;
- 3 – высота растения;
- 4 – длина метелки;
- 5 – масса зерна с одной метелки;
- 6 – масса 1000 зерен;
- 7 – количество зерен в метелке;
- 8 – урожайность.

Рис. 4. Корреляционная плеяда парных зависимостей количественных признаков проса.

1. Количество растений по всходам и сохранность растений перед уборкой ( $r=0,510$ ;  $d=26$ ) показали среднюю положительную корреляционную зависимость. Низкий коэффициент детерминации сви-

детельствует о том, что на всходы растений больше влияют природные и агротехнические факторы, чем генотип сорта. С остальными элементами продуктивности, в том числе и с урожайностью, сопряжен-

ность показывает слабый и отрицательный характер.

2. Сохранность растений к уборке. Этот признак имеет отрицательную взаимосвязь со всеми элементами продуктивности и коэффициент детерминации колеблется в пределах 5 – 24%, что означает большее влияние на признак внешней среды, нежели генотипа.

3. Высота растения имеет более значительную роль в формировании урожая. Этот признак имеет среднюю положительную корреляционную связь с продуктивностью ( $r = 0,566$ ;  $d=32$ ), количеством ( $r = 0,485$ ;  $d=24\%$ ) и массой зерна с одной метелки ( $r = 0,556$ ;  $d=31\%$ ). Слабая сопряженность наблюдалась с длиной метелки ( $r = 0,325$ ;  $d=10,6\%$ ). И все же в селекции проса предпочтение отдается низкорослым и среднерослым сортам, так как высокорослые сорта имеют склонность к полеганию. Коэффициент детерминации низкий и признак сильно зависит от экологических условий.

4. Длина метелки по результатам наших наблюдений не влияет на формирование урожайности и в основном имеет отрицательную корреляционную связь со всеми элементами продуктивности за исключением слабой связи с высотой растений ( $r = 0,325$ ;  $d=11\%$ ).

5. Масса зерна с одной метелки. Продуктивная кустистость наших сортов проса в сплошном посеве равна 1, поэтому масса зерна с одной метелки является решающим элементом продуктивности и имеет высокую положительную корреляцию с урожайностью ( $r = 0,710$ ;  $d=50\%$ ), с количеством зерен в одной метелке ( $r =$

$0,917$ ;  $d=84\%$ ) и среднюю – с высотой растения ( $r = 0,556$ ;  $d=31\%$ ). Коэффициент детерминации равный 50 и 84% показывает значительную меру влияния именно генотипа на изменчивость признака.

6. Масса 1000 зерен не влияет ни на один элемент продуктивности и имеет с ними слабую и среднюю отрицательную корреляционную связь. Но несмотря на это в селекции проса нами уделяется большое внимание крупности зерна проса, так как крупнозерные сорта этой культуры при очистке зерна значительно легче доводить до высших посевных категорий семян, чем мелкие и средней крупности.

7. Количество зерен в метелке. Тесная достоверная корреляционная связь по этому признаку отмечалась с урожайностью и достигала до  $r = 0,861$  и  $d=74\%$ . Высокий коэффициент детерминации показывает, что 75% случая в формировании урожая зависит от количества зерен в метелке.

**Выводы.** Таким образом, наибольший практический интерес в селекции проса на продуктивность и устойчивость к головне представляет собой метод насыщающих скрещиваний. На основании изучения сопряженности корреляционных связей путем параметрической корреляции, следует сделать вывод, что главными элементами продуктивности растений являются количество растений по всходам, высота растения, количество зерен в одной метелке, масса зерна с одной метелки, поэтому, начиная с ранних стадий селекционного процесса, необходимо вести строгий отбор именно по этим признакам структуры урожая.

#### Библиографический список

1. Сурков А.Ю. Селекция проса на устойчивость к головне в условиях Юго-Востока ЦЧЗ / А.Ю. Сурков, И.В. Суркова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 1 (13). – С. 83-87.
2. Антимонов А.К. Селекция проса посевного на фоне искусственного заражения пыльной головней / А.К. Антимонов, Л.В. Фадеева // Успехи современной науки и образования. – 2016. – Т. 9. – № 12. – С. 133-137.
3. Тихонов Н.П. Генетические основы, результаты и проблемы селекции проса посевного на устойчивость к головне / Н.П. Тихонов // Зональные особенности научного обеспечения сельскохозяйственного производства: сборник материалов II региональной науч.-практ. конф. (15-17 марта). Саратов: ГНУ НИИ Юго-Востока Россельхозакадемии, 2010. – С. 135-141.

4. Тихонов Н.П., Тихонова Т.В., Милкин А.А. Идентификация сортов проса по устойчивости к головне / Н.П. Тихонов, Т.В. Тихонова, А.А. Милкин // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 3 (27). – С. 72-77.

5. Ильин В.А. Методические рекомендации по селекции проса на устойчивость к головне / В.А. Ильин В.А., Н.П. Тихонов Н.П. и др. // НИИСХ Юго-Востока НПО «Элита Поволжья». – М.: – 1989. – 43 с.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

## METHODS OF SELECTION AND THE NATURE OF THE CONJUGATION QUANTITATIVE TRAITS IN BREEDING BROOMCORN MILLET

**A.K. Antimonov**, candidate of agricultural sciences, leading researcher

**O.N. Antimonova**, candidate of agricultural sciences, senior researcher

**L.F. Syrkina**, candidate of agricultural sciences, leading researcher

**L.A. Kosykh**, candidate of agricultural sciences, leading researcher

**Volga region research institute of breeding and seed production named after P.N. Konstantinova (Russia, Kinel)**

**Abstract.** This article shows the different schemes of crossing to create varieties resistant to dusty smut: simple, saturating, convergent. The results of identification of conjugation and heredity of the most important quantitative economic and biological signs of millet sowing by the method of parametric correlation are reflected. Determination of correlation dependence of productivity elements increases the reliability of selection on these valuable features. The average positive correlation association between the number of plants by germination is determined only with the safety of plants before harvesting ( $r=0,510$ ;  $d=26$ ). Preservation of plants for harvesting has a negative relationship with all elements of productivity. Plant height has an average positive correlation association with productivity ( $r = 0,566$ ;  $d=32$ ), quantity ( $r = 0,485$ ;  $d=24\%$ ) and weight of grain per panicle ( $r = 0,556$ ;  $d=31\%$ ). Weak coupling was observed with panicle length ( $r = 0.325$ ;  $d=10.6\%$ ). The mass of grain from one panicle has a high positive correlation with the yield ( $r = 0.710$ ;  $d=50\%$ ), with the number of grains in one panicle ( $r = 0.917$ ;  $d=84\%$ ) and the average – with the height of the plant ( $r = 0.556$ ;  $d=31\%$ ). The coefficient of determination equal to 50 and 84% shows a significant measure of the influence of the genotype on the variability of the trait. The sign of the mass of 1000 grains had a weak and average negative correlation with other elements of productivity. A significant correlation association on the basis of the number of grains in the panicle was observed with yield and reached up to  $r = 0.861$  and  $d=74\%$ . Based on the study of the conjugation of correlation relationships by parametric correlation, it should be concluded that the main elements of plant productivity appear are the number of plants by germination, plant height, the number of grains in one panicle, the mass of grain from one panicle, therefore, starting from the early stages of the breeding process, it is necessary to conduct a strict selection on these characteristics of the structure of the crop.

**Keywords:** millet, variety, correlation, productivity, yield, selection.