

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ
В РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВАВ.А. МИХКЕЛЬМАН¹, Р.К. КАДИКОВ², А.В. МЕЛЬНИКОВ¹¹ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;² Башкирский государственный аграрный университет)

Работа выполнена на кафедре селекции и семеноводства полевых культур РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. За 35 летний период селекционной работы по ячменю обобщаются данные об оценке исходного материала и гибридных популяций, о сравнении способов отбора (по колосу и растению), о способах оценки сортов ячменя в конкурсном сортоиспытании, об эффективности визуальной оценки линий ярового ячменя по урожайности на разных этапах селекционной работы. Показано, что из 72-х комбинаций 27 (39%) популяций, имеющих самую низкую продуктивность колоса, массу 1000 зёрен за 3-х летний период репродуцирования и получивших наименьшую оценку на заключительном этапе размножения в питомнике отбора, могут быть забракованы без риска потери ценных генотипов, так как ни один образец из этих комбинаций не дошел даже до контрольного питомника.

Из двух способов отбора по колосу и по растению наиболее эффективным является отбор элитного материала по растению. Он позволяет заложить селекционный питомник первого года с повторениями и тем самым значительно увеличить точность опыта, свести к минимуму потерю перспективного материала из-за необоснованной браковки. Однако, учитывая большую трудоёмкость, отбор по растению целесообразно проводить из гибридных популяций, получивших за годы репродуцирования максимальную оценку по продуктивности колоса, массе 1000 зёрен и визуальной оценке.

Показано, что, создавая специальные условия при испытании сортов в конкурсном сортоиспытании (2 срока посева: обычный и поздний; применение водного раствора реглона), можно изучить реакцию материала на них и отобрать формы с устойчивой высокой урожайностью, что позволит надеяться на получение сортов интенсивного типа с хорошей экологической пластичностью. Наряду с многолетним изучением материала, надо иметь сорта-маркеры разного происхождения. Это позволит селекционеру лучше ориентироваться в оценке своих сортов при меняющихся метеоусловиях. В КСИ сопряженность урожайности и визуальной оценки была положительной и высокой. комплексное использование выше изложенных приемов позволило получить такие сорта как Михайловский, ТСХА-4, ТСХА-10.

Ключевые слова: селекция ячменя, селекционная ценность, тип питомника, визуальная оценка.

Введение

Селекция ярового ячменя в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева началась в конце 70-х годов под руководством Ю.Б. Коновалова. Кроме авторов этой работы в разное время трудились С.С. Аль-Сабахи, С.А. Апенников, Е.Ф. Осипова, Н.А. Козлова,

Н.Н. Скорняков, Н.В. Зайцева, И.В. Бессарабенко, В.С. Рубец, В.Н. Игонин, Т.И. Хуцапария, В.В. Пыльнев, В.С. Сидоренко, Е.В. Березовский.

Несмотря на соседство головного НИИСХ Центральных районов Нечерноземной Зоны, сотрудники академии взяли на себя смелость заняться селекцией ярового ячменя с целью выведения сортов интенсивного типа с хорошей экологической пластичностью. Этому способствовал ряд обстоятельств. Во-первых, доскональная проработка накопленного научного материала и тщательное изучение на практике основных методических вопросов, связанных с селекцией полевых культур [7, 9, 10, 11, 13]. Во-вторых, наличие посевных площадей с полной материально-технической обеспеченностью. И последнее – кадры: научные сотрудники, аспиранты и студенты, которые упорно трудились над выполнением поставленных задач. Все это дало в дальнейшем хорошие результаты.

В задачи наших исследований входило:

1. Изучить критерии определения селекционной ценности исходного материала и гибридных популяций.
2. Определить надежность оценки линий ярового ячменя в зависимости от способа отбора из гибридных популяций F₅.
3. Для повышения точности оценки применить дополнительные приемы при испытании материала в конкурсном сортоиспытании.
4. Проследить эффективность визуальной оценки линий ярового ячменя по урожайности на разных этапах селекционной работы.

Материал и методика

В настоящее время потенциал современных сортов ячменя достиг высокого уровня. Для создания более совершенных сортов нужно, чтобы каждое звено в селекционном процессе работало с максимальной отдачей. Поэтому с учётом возможностей конкретного научного подразделения необходимо определить схему селекционного процесса, объём и методику испытания таким образом, чтобы оценка материала была бы достоверной, объективной. В нашем случае селекционную работу с ячменём проводили в двух местах – на кафедре генетики, селекции и семеноводства полевых культур МСХА и в секторе селекции и семеноводства полевых культур межфакультетской лаборатории Тимирязевской академии (УОХ «Михайловское» – Московская обл., Подольский р-он). На кафедре в коллекционном питомнике изучали образцы из 36 стран мира. После двух-трёх летнего исследования составляли план гибридизации, согласно которому проводили скрещивания и получение в дальнейшем семян F₁. Затем материал передавали в сектор селекции и семеноводства. Учитывая многие достоинства отбора из поздних гибридных поколений [12,14,24,33], за основу была взята схема селекционного процесса, которая была разработана и с успехом применялась на кафедре при селекции яровой пшеницы. Селекционная проработка материала в «Михайловском» включала репродуцирование гибридных популяций до F₄ путём массового отбора лучших по продуктивности колосьев (модификация метода пересева) в питомниках массового отбора 1, 2 и 3-го года (ПМО-1, ПМО-2 и ПМО-3). Индивидуальный отбор элитных колосьев проводили из питомника индивидуально отбора (поколение F₅, ПО), испытание потомства проходило в селекционных питомниках 1-го и 2-го года (СП-1 и СП-2), контрольном питомнике (КП) и конкурсном сортоиспытании (КСИ). Площадь делянок в КП – 5 м², в ПМО 1–3, ПО и КСИ – 10 м². Норма высева в ПО – 3, в остальных питомниках – 5 млн всхожих семян на 1 га. В КП и КСИ размещение образцов рандомизированное, повторность 4-х кратная. Посев проводили сеялкой СН-10Ц. Способ уборки ПМО 1–3 и ПО – вручную, в КП

и КСИ – комбайном «Сампо-130». Для посева СП-1 и СП-2 использовали сеялку СКС-6-10, норма высева 20 и 80 шт./ячейку соответственно питомникам, повторность в СП-2 3–4-х кратная, уборка вручную.

Результаты и их обсуждение

1. Селекционная ценность исходного материала и гибридных популяций.

Важным этапом в селекционной работе является подбор исходного материала для скрещивания. В 1980–1986 годах в коллекционном питомнике изучалось 502 образца ячменя из 36 стран мира, которые различались по экологическим, ботаническим и хозяйственно-биологическим признакам. В качестве стандарта использовали сорт Московский 121 (К-19417). Делянки были трёхрядковые с нормой высева 60 шт. семян на погонный метр, повторность трёхкратная. Девять образцов и один стандарт представляли блок. Устойчивость образцов оценивали в баллах. Статистическую обработку данных структуры урожая проводили по методике, изложенной Б.А. Доспеховым (1979).

Наши исследования показали, что из всех изученных образцов 72 постоянно превосходили стандарт по урожайности. 22 сорта были устойчивы к поражению шведской мухой, 20 образцов отличались короткостебельностью и хорошей устойчивостью к полеганию, а 17 были отмечены как скороспелые (созревание наступало на 4 и более дней раньше, чем у стандарта Московский 121). Однако не у всех выделенных образцов высокая продуктивность была стабильной. Был проведён расчёт коэффициента вариации продуктивности за годы испытания. По полученным значениям сорта условно разбили на три группы: со стабильной ($V = 4\text{--}12\%$), со средней ($V = 13\text{--}21\%$) и сильно варьирующей ($V > 21\%$) массой зерна с рядка. Таким образом, при составлении плана гибридизации мы имели ясное представление об исходном материале. На основании результатов анализа структуры урожая было установлено, что урожайность положительно коррелировала с продуктивностью растений ($r = 0,84$), продуктивной кустистостью ($r = 0,64$) и массой зерна с главного колоса ($r = 0,45$). В то же время на урожайность в значительной степени оказывала влияние масса зерна с боковых колосьев. Так, при соотношении массы зерна с главных и боковых колосьев 50 на 50% масса зерна с делянки равнялась $74,9 \pm 1,8$ г, при соотношении 44 и 56% – $92,5 \pm 2,3$ г. Кроме того, масса зерна с боковых колосьев тесно коррелировала с урожайностью ($r = 0,77$ при P_{001}). Следовательно, интерес для селекции представляют формы с высокой массой зерна, как с главного, так и с боковых колосьев, что является предпосылкой для проведения отбора из гибридных популяций по растению, а не по колосу, хотя и в последнем случае возможно выделение высокоурожайных линий [5].

Ошибки, допущенные как при подборе пар для скрещивания, так и в конце при испытании перспективных номеров в конкурсном сортоиспытании (КСИ), делают работу не эффективной. В коллекционном питомнике даже при изучении материала 2–3 года из-за маленькой площади делянок с небольшим числом повторений не всегда удаётся установить достоверное отличие между сортами, особенно по такому комплексному показателю, как урожайность. Кроме того, как на яровой пшенице [7, 9, 10], так и на ячмене [26, 28] было показано, что в разных селекционных питомниках урожай формируется за счёт разных признаков, которые, в свою очередь, меняют свои значения в зависимости от типа питомника. Всё это затрудняет прогноз реализации показателей отобранного для скрещивания исходного материала. Поэтому важно знать степень соответствия значения признаков (урожайности и её элементов) у генотипов на начальном и заключительном этапах селекционного процесса.

Для выяснения этого вопроса в исследованиях были использованы сорта ярового ячменя Носовский 9, Зазерский 85 и 6 сортообразцов нашей селекции. Работа проводилась в двух местах – на кафедре в Москве и в секторе селекции и семеноводства в УОХ «Михайловское». На кафедре в МСХА площадь делянки в коллекционном питомнике – 0,5 м², повторность – 3-х кратная, в Михайловском – 2 м² и 4-х кратная повторность. В конкурсном сортоиспытании площадь делянки на кафедре составляла 5 м² при 6-и кратной повторности, в секторе – 10 м², повторность 4-х кратная, при этом посев КСИ проводили в 2 срока: первый – по достижении физической спелости почвы, второй – через 10–12 дней. Норма высева в двух местах испытания была одинаковой – в коллекционном питомнике 75–80 шт. семян на 1 погонный метр, в КСИ – 5 млн всхожих семян на 1 га.

Результаты исследований были неоднозначные. В «Михайловском» установлена тесная связь урожайности, полученной в коллекционном питомнике и КСИ первого и второго сроков сева. Коэффициенты корреляции составили 0,86** и 0,84**, тогда как в опытах, проводимых в МСХА, $r = -0,45$. Возможно, на такой исход результатов повлияли маленький размер делянок и меньшее число повторений в коллекционном питомнике, чем в опытах, проведенных в «Михайловском» [29].

Поэтому, планируемые сорта для скрещивания на заключительном этапе их изучения в коллекционном питомнике желательно высевать на делянках с площадью не менее 2 м² в 4-х кратной повторности.

Прогнозы селекционной ценности гибридных популяций растений-самоопылителей не обладают достаточной надёжностью. Даже при репродуцировании гибридных популяций до F₄, когда имеется возможность проследить некоторые закономерности формообразовательного процесса [33], а также использовать урожайность как относительно надёжный показатель потенциала комбинации [42, 43], не всегда эти показатели имеют корреляционную связь с селекционной ценностью популяций [15]. В нашем случае в качестве показателей ценности комбинаций на этапах ПМО использовали среднюю продуктивность отобранных колосьев. С каждой комбинации отбирали 450 колосьев, интенсивность отбора составляла 10–15% от числа растений к уборке. Другим показателем служила масса 1000 зёрен отобранных колосьев. Эти элементы структуры урожая обладают высокой степенью наследуемости [4, 31, 42, 45] и играют большую роль в формировании урожайности [5, 25, 38]. Определение их не составляет трудности. Для характеристики популяций использовали коэффициент вариации V продуктивности колоса и массы 1000 зёрен за 3-х летний период как показатель экологической пластичности. Наконец, на последнем этапе пересева гибридных популяций (питомник индивидуального отбора) состояние посевов в начале восковой спелости оценивали визуально по урожаю зерна и его структуре и выражали в баллах (1 – минимальная, 5 – максимальная оценка). В итоге в качестве показателя селекционной ценности гибридных популяций использовали селекционный выход – число отобранных образцов из каждой комбинации, выраженное в процентах к общему числу линий, посеянных в питомнике (от СП-1 до КСИ). За 1980–1989 годы было изучено 72 комбинации в пяти циклах, каждый из которых начинался с ПМО-1, а заканчивался в КСИ.

Исследования показали, что из 72-х комбинаций 27 (39%) популяций, имеющих самую низкую продуктивность колоса, массу 1000 зёрен за 3-х летний период репродуцирования и получивших наименьшую оценку на заключительном этапе размножения в питомнике отбора, могут быть забракованы без риска потери ценных генотипов, так как ни один образец из этих комбинаций не дошел до контрольного питомника [16]. Это позволит более тщательно и в большем объёме проводить отбор элит из популяций, получивших максимальную оценку по изучаемым показателям.

2. Надёжность оценки линий ярового ячменя в зависимости от способа отбора из гибридных популяций F5

Целью наших исследований являлось изучение надёжности оценки линий ярового ячменя в селекционных питомниках 1-го и 2-го года в зависимости от способа отбора элит: по колосу или по растению и, как следствие, – проявление результатов при испытании материала в контрольном питомнике и КСИ.

Различия отборов по колосу и по растению можно рассматривать, по крайней мере, в двух отношениях. В первом случае это относится к структуре растения. Можно предположить, что отбор по колосу приведёт к формированию малокустящегося потомства с хорошо развитым главным колосом, а при отборе по растению возможен тип хорошо кустящихся, высокопродуктивных растений, что вполне вероятно окажет определённое влияние на результат испытания линий в СП-1. Второе различие касается точности сравнения образцов в СП-1. Поколосовой отбор даёт мало семян, поэтому возможен (в пределах разумного) только бесповторный посев. Отбор по растениям позволяет иметь повторность. А ргіогі посев СП-1 с повторностями должен давать более надёжную оценку образцов. Однако отбор элитных растений представляет собой гораздо более трудоёмкую операцию, чем отбор элитных колосьев, и посев СП-1 с повторностями, а потом и работа с таким питомником также требуют значительно больших затрат труда, чем бесповторный посев.

Вопросы об окупаемости данных затрат и надёжности оценки при отборе элитных растений и вследствие этого при посеве СП-1 с повторностями настолько, что данный способ получает существенное преимущество перед поколосовым отбором, явились предметом настоящего исследования.

Чтобы рассмотреть вопрос безотносительно к предполагаемому влиянию способа отбора на тип растения, вначале сопоставим результаты оценки варианта «отбор по растению» в 1-й повторности со средними по трём повторностям (1-я повторность здесь имитирует посев семян при поколосовом отборе, но без особенностей, свойственных отбираемому типу растений).

Урожайность оценивали двумя способами: по абсолютному значению – в граммах и в процентах к стандарту. Обычно селекционеры предпочитают последний, но возможен и первый способ оценки, например, при использовании метода скользящей средней. Согласно результатам расчётов, наибольшее варьирование урожайности линий получается при бесповторной оценке, как по абсолютным, так и по относительным показателям. Поскольку генетические отличия и в 1-й повторности и при оценке по среднему из трёх повторностей одинаковы, то различия в коэффициентах вариации связаны только с модификацией. Например, при оценке линий только по 1-й повторности и в разные годы испытаний коэффициент вариации абсолютных и относительных показателей колебался соответственно от 20 до 46% и от 30 до 78%, а по средним значениям трёх повторностей – от 17 до 27% и от 25 до 34%. Следовательно, характеристика линий в СП-1 без повторностей может сильно исказить оценки, поскольку модификационная изменчивость создаёт широкий диапазон вариабельности показателей и может вызвать иллюзию генетического разнообразия.

Таким образом, на однотипном материале в варианте «отбор по растению» при оценке в СП-1 установлено, что варьирование урожайности линий при бесповторном учете на 37–48% превышало варьирование средних её значений по повторностям. Это свидетельствует о целесообразности испытания линий в СП-1 с повторностями, т.е. об отборе в качестве элит – растений. Сравнение реального варианта «отбор по колосу» (и следовательно, бесповторного посева в СП-1) с вариантом «отбор по растению» дало такие же результаты.

Анализ связи урожайности линий в СП-1 и СП-2 в зависимости от способа отбора исходного материала и, следовательно, от способа испытания его в СП-1 показал большую надёжность оценки линий в варианте «отбор по растению» как при абсолютных, так и при относительных значениях рассматриваемого показателя. В варианте «отбор по колосу» (бесповторный посев) из выделенных в СП-1 высоко- (88 шт.) и низкоурожайных линий (66 шт.) в контрольный питомник попало 14 и 9, или 16 и 15% к исходному количеству, т.е. отбор из этих групп был одной и той же интенсивности.

В варианте «отбор по растению» (испытание с повторностью) интенсивность отбора в контрольный питомник из «плюс» и «минус» групп была различной – соответственно 18 и 5%, т.е. воспроизводимость «минус» линий при отборе по растению составила 95%, что гарантирует лучшую сохранность ценного материала при браковке.

Можно отметить также, что резкие различия по урожайности линий в СП-1 (это и явилось критерием для ранжировки) в варианте «отбор по колосу» на следующий год в СП-2 значительно сгладились. Так, если урожайность «минус» линий в СП-1 составляла 57–59% от «плюс» линий, то в СП-2 уже 85–91%. В варианте «отбор по растению» различия по урожайности в СП-2 были более значительными и составляли 78–80%, что подтверждает более правильную оценку, данную линиям в СП-1 при посеве с повторностями. Варьирование урожайности линий в СП-2 было больше при отборе по колосу, что также свидетельствует о менее точной оценке в СП-1 при использовании этого способа.

В заключение приведём результаты испытаний линий, полученных при поколовом отборе в обычном селекционном процессе. В СП-1 (1988 г.) из 15 гибридных комбинаций было выделено 103 линии, которые условно разделили на высокоурожайные (62 шт. со средней урожайностью 41 г) и низкоурожайные (41 шт., 29 г). В СП-2 (1989 г.) отобрано для КП из первой группы 5 линий (8% к числу высеванных «плюс» линий), а из второй – 8 (19%). Следовательно, испытание линий в СП-1 без повторностей не только снижает эффективность работы с отобраным материалом, но и повышает риск потери ценных генотипов.

Таким образом, из двух способов отбора по колосу и по растению наиболее эффективным является отбор элитного материала по растению. Он позволяет заложить селекционный питомник первого года с повторениями и тем самым значительно увеличить точность опыта, свести к минимуму потерю перспективного материала из-за необоснованной браковки [17]. Однако, учитывая большую трудоёмкость, отбор по растению целесообразно проводить из гибридных популяций, получивших за годы репродуцирования максимальную оценку по продуктивности колоса, массе 1000 зёрен и визуальной оценке.

3. Дополнительные приемы при испытании материала в конкурсном сортоиспытании

3.1. Два срока сева

Поиск методов, обеспечивающих более точную оценку сорта, является важным направлением в селекционной работе.

В задачу наших исследований входило изучить влияние метеорологических условий и срока сева на урожайность и хозяйственно-биологические характеристики разных сортов ячменя в конкурсном сортоиспытании. Работа проводилась в 1985–1997 гг. в секторе селекции и семеноводства полевых культур (УОХ «Михайловское»). На базе конкурсного сортоиспытания велись наблюдения за двумя селекционными

константными номерами и семью сортами ярового ячменя – Носовский 9, Зазерский 85, Московский 2, Московский 3, Московский 121, Надя и Винер. Данные сорта созданы в основном в условиях Нечернозёмной зоны, хорошо изучены, отработаны и поэтому представляют в известной мере типичный продукт в этой зоне. Они достаточно контрастны по многим хозяйственно-биологическим характеристикам, что позволяет находить существенные различия между ними. Агротехника была общепринятой для условий Московской области. Посев проводили в 2 срока: 1-й – по достижении физической спелости почвы (обычный срок), 2-й – через 10 дней для создания контрастности условий произрастания растений.

В трудах многих исследователей [21, 36, 37, 41] отмечается, что метеорологические условия наиболее существенно влияют на урожай ячменя в межфазный период всходы – колошение, который в нашей зоне выпадает на май и июнь. Нами установлена положительная корреляционная связь между урожайностью ячменя при 1-м и 2-м сроках с сумой осадков за май – июнь ($r = 0,81^{**}$, $r = 0,72^*$) и отрицательная со среднесуточной температурой за этот период ($r = -0,40$ и $0,69^*$ соответственно срокам сева). Зная среднюю многолетнюю урожайность и имея информацию о температуре и осадках за май – июнь, можно уже в начале июля получить надёжный прогноз урожайности в данном году [47]. За 11 лет наблюдений коэффициент корреляции между прогнозируемой и фактической урожайностью составил $0,91^{**}$, т.е. вероятность прогноза равнялась 83% (коэффициент детерминации).

За период наблюдений, с 1985 по 1995 гг., в конкурсном сортоиспытании сорта по урожайности составили три группы: в первую вошли сорта Носовский 9 и Зазерский 85 со средней урожайностью за этот период 40,7 ц/га; во вторую – сорта Московский 121 и Надя – 36,4 ц/га. У сорта Винер была самая низкая урожайность – 34,5 ц/га. В высокоурожайные годы, а их было три, когда средняя урожайность сортов ячменя превышала среднюю многолетнюю по КСИ, урожайность 2-й группы и сорта Винер по отношению к урожайности 1-й группы составила 84 и 81%. В годы низкой урожайности из-за засухи (1989, 1992 и 1995), данное соотношение уже составило 105 и 98%, т.е. среднеурожайные сорта выходили в лидеры. В таких условиях (это 27% лет в условиях Московской области) могут быть ошибочно отобраны средние по продуктивности формы. Следует отметить, что запаздывание с севом (в нашем случае на 10 дней) снизило урожайность за годы эксперимента на 19% (с 38,2 до 30,9 ц/га). В разные годы и у разных сортов это снижение происходило по-разному. Так как при 2-м сроке сева создаются менее благоприятные условия для растений, это приводит к уменьшению разности в урожайности и некоторому перераспределению рангов сортов, что соответствует реакции, отмеченной выше. При дефиците влаги и высокой среднесуточной температуре сорта попадают в так называемую «зону неопределённости» [39, 40], где трудно достоверно различить их по хозяйственно-биологическим характеристикам и провести правильный отбор. Отбор затруднён не только из-за небольших различий в урожайности испытываемых сортов, но также и из-за увеличения ошибки опыта, связанной с неблагоприятными погодными условиями. Если в обычные годы $НСР_{05}$ в относительном выражении колебалась при двух сроках сева от 5,3 до 11,7%, то в засушливые – от 14 до 25%.

Во многих работах установлена связь между урожайностью и наиболее важными её элементами [5, 22, 37, 38]. Поскольку каждый элемент вносит свою долю в формирование урожая, важно знать их совместный вклад. Значение таких показателей, как устойчивость растений к полеганию, число растений к уборке на единице площади, продуктивная кустистость, число зерен, масса зерна и масса 1000 зёрен

главного колоса, масса зерна с растения, переведём в индексы соответствующих показателей (отношение значения признака данного сорта к среднему значению признака по опыту, выраженное в единицах [46]). Произведение их даст значение общего индекса, комплексно характеризующего сорт. Именно произведение индивидуальных признаков, а не их сложение.

На первый взгляд всё это кажется громоздким и сложным. Однако информативность и лаконичность получаемых данных стоят того. Например, обширный материал по структуре урожая преобразуется в краткий перечень общих индексов, характеризующих сорта в разных (например, метеорологических) условиях и при разных сроках сева. В благоприятные годы (8 лет, 40 пар значений) коэффициент корреляции между общим индексом сорта и урожайностью при первом сроке сева составил $0,61^{**}$, при 2-м – $0,66^{**}$, в засушливые годы (3 года, 15 пар значений) – соответственно срокам сева – $-0,32$ и $-0,05$. Это говорит о том, что в условиях Московской области в каждом 3-м или 4-м году объективную информацию о сорте получить очень трудно.

Для решения этой задачи необходимо обеспечить выполнение как минимум 3-х условий. Первое – это наличие критерия, по которому можно судить о типе года для ячменя. Таким критерием служит общий метеорологический индекс за первую половину вегетации (май – июнь). Если его значение $0,77$ и меньше, год можно отнести к разряду экстремальных. Второе – необходимо на месте создавать ситуацию, имитирующую неблагоприятные условия для роста и развития ячменя – это поздний (второй) срок сева. Третье – наличие сортов-маркёров, т.е. хорошо изученных в течение многих лет сортов, которые в отличие от «положительных» сортов-стандартов могут нести и явно отрицательные признаки.

Итак, когда в отмеченные годы ориентиры для отбора лучших форм утрачиваются, остаётся метод сравнения реакции испытываемых сортов на меняющиеся условия с реакцией сортов-маркёров. Здесь возможны 2 варианта.

Вариант первый – сорта испытывают в течение 2-х лет. При этом условия одного года должны быть аналогичными условиям так называемых благоприятных лет. Информация о сортах в такой год будет основной, базисной, поскольку в этих условиях сортовые различия по урожайности хорошо дополняются значениями структуры урожая.

В засушливый год при 1-м сроке сева разница в урожайности была незначительной: минимум у сорта Винер – $25,7$ ц/га, максимум у сорта Носовский $9-27,4$ ц/га. Поэтому результаты этого года не отразятся на ранжировку сортов по средним значениям урожайности. Но именно в такие годы возрастает роль 2-го срока сева для установления степени интенсивности изучаемых сортов. У сортов типа Носовский 9 и Зазерский 85 урожайность снизилась на 23% , тогда как у среднеурожайных сортов – на 17% . У первых в большей степени снизилась продуктивность колоса и особенно масса 1000 зёрен, чем у последних. Кроме того, нужно иметь в виду, что высокорослый сорт экстенсивного типа Винер и в засушливых условиях был выше других. Поэтому по результатам 2-х летних испытаний можно не только провести браковку, но и выявить группу лидеров – у высокоурожайных сортов в большей степени снижаются значения показателей.

Вариант второй – сорта испытываются один год в засушливых условиях для нашей зоны. Вряд ли тогда удастся провести надёжный отбор. Сравнивая изучаемый материал с сортами-маркёрами, можно ограничиться только осторожной браковкой высокорослых сортов со средней и ниже средней для этого года урожайностью при 1-м сроке сева и незначительном снижении её при 2-м. Эти параметры присущи экстенсивным и среднеурожайным сортам ячменя [27].

3.2. Использование реглона как способ выделения устойчивых к абиотическим факторам форм ячменя.

Несмотря на многие положительные моменты, связанные с посевом КСИ в два срока, у данного приёма есть и недостатки. Во-первых, способ трудоёмок, так как предусматривает повторный посев КСИ, во-вторых, при позднем сроке сева снижение урожайности наблюдается не каждый год, к тому же при этом сроке сева значительно возрастает относительная ошибка опыта. Поэтому на кафедре генетики, селекции и семеноводства полевых культур МСХА была начата поисковая работа, связанная с изучением реакции сортов ячменя на обработку растений разными дозами реглона, т.е. была сделана попытка искусственно воспроизвести ситуацию, близкую к стрессовой, имитирующую, например, воздушную засуху с частичным поражением листового аппарата. Опытным путём было установлено, что опрыскивание посевов ячменя в фазу предколошения в дозе менее 1,5 л/га является недостаточной для проявления эффекта, а доза выше 2 л/га может быть летальна в засушливые годы. Эффект, достигаемый при обработке растений реглоном в дозе 1,5–2,0 л/га при первом сроке сева, аналогичен полученному при посеве КСИ во второй срок сева. Это объясняется тем, что запаздывание с посевом приводит к ускоренному развитию растений, т.е. к сокращению вегетационного периода и снижению фотосинтетического потенциала [6], усиливает отрицательное действие засухи, частота встречаемости которой в нашей зоне 33–42% [15]. Под влиянием засухи резко сокращается размер листового аппарата, подавляется активность фотосинтеза и усиливаются процессы дыхания [35], возрастает количество моносахаридов вследствие гидролиза полисахаридов, подавляется синтез белка, уменьшается содержание ростовых веществ и белкового азота [19, 23]. При обработке растений дефолиантами резко снижается водоудерживающая способность клеток, уменьшается содержание хлорофилла и воды, нарушается обмен веществ, т.е. замедляется процесс образования органического вещества, увеличивается количество продуктов распада белков и других соединений, перемещаемых из листового аппарата в растение. Коэффициенты корреляции между урожайностью, полученной после обработки реглоном и при позднем сроке сева, как по годам (1984–1989 и 2001–2002 гг.), так и в среднем за годы наблюдений (8 лет) были положительными, высокими и существенными ($r = 0,72$ до $r = 0,97$). Эффект, достигаемый при обработке растений реглоном в дозе 1,5–2,0 л/га, аналогичен эффекту, полученному при 2-м сроке сева. На данный приём был получен патент [34].

Дальнейшее изучение реакции сортов ячменя на обработку растений реглоном проводилось на материале, отобранном из КСИ в 2004 г. При средней урожайности в опыте, равной 52,4 ц/га, были выделены высоко-, средне- и низкоурожайные группы сортов по 4 шт. в каждой со средней урожайностью соответственно группам – 59,8; 52, и 45,4 ц/га. Установлено, что в среднем за 2005–2006 гг. снижение урожайности в вариантах с реглоном и при 2-м сроке сева по отношению к контролю было практически одинаковое – 34,7 и 30,0%. В то же время относительное снижение урожайности было большим в группе высокоурожайных сортов (39% в варианте с реглоном и 35,5% при 2-м сроке сева), чем в группе низкоурожайных – соответственно вариантам 33 и 26%.

Таким образом, наличие сортов маркеров разного происхождения, создание специальных условий при испытании материала в конкурсном сортоиспытании (сроки сева, применение водного раствора реглона) помогают отобрать формы с устойчивой высокой урожайностью, что позволяет надеяться на получение сортов интенсивного типа с хорошей экологической пластичностью.

4. Эффективность визуальной оценки линий ярового ячменя по урожайности на разных этапах селекционной работы

В задачу данной работы входило по результатам визуальной оценки линий ярового ячменя по урожайности зерна установить эффективность полевого отбора (процент отобранных линий от общего их количества), а также величину потери материала в зависимости от типа питомника, определить соответствие урожайности визуально отобранных линий их реальной урожайности.

Обобщение материала по данному вопросу проводили по результатам исследований за 25-летний период, который включает как обычный селекционный процесс, так и специально поставленные опыты.

Объектом исследования служили межсортовые гибриды ярового ячменя, полученные на кафедре селекции и семеноводства полевых культур МСХА. Селекционную проработку материала проводили по описанной выше схеме. В период восковой спелости проводили оценку материала в СП-1 и СП-2. Выбранные линии в поле отмечали в журнале знаком «в».

На протяжении всего периода исследований эту работу выполняли Ю.Б. Коновалов и В.А. Михельман. В конкурсном сортоиспытании перед уборкой сорта оценивали по 5-бальной шкале: 5 – отлично, 1 – очень плохо. Линии в СП-1 и СП-2 убирали полностью. После обмолота и взвешивания зерна по каждому блоку (в блоке 9 делянок) определяли так называемые «высокоурожайные» линии. Их урожайность должна быть равной или превосходить среднюю арифметическую по блоку в сумме со значением одного стандартного отклонения (S), рассчитанного для каждого блока. Таким способом определяли общее по опыту число «высокоурожайных» линий. По результатам полевого отбора линий легко определить, с одной стороны, сколько отмеченных в поле «в» относится к «высокоурожайным» (обозначим их знаком «в+») – процент от общего числа линий, выбранных в поле, и с другой – относительное количество «в+» к общему числу «высокоурожайных» линий по опыту (%), определённых инструментальным путём. Такой подход, во-первых, позволяет судить о соответствии выбранных визуально по урожайности линий в поле с их лабораторной оценкой, во-вторых, установить своего рода «потери» «высокоурожайных» линий в поле. Слово «потери» взято условно, так как неостребованность таких линий можно объяснить как несоответствием образца по хозяйственно-биологическим качествам, так и простым просмотром.

Как было отмечено, на ранних этапах селекции используется большое число линий, поэтому роль визуальной оценки значительная. В нашем случае было отмечено, что в годы с высокой урожайностью отбор линий в поле, по визуальной оценке, (процент от общего числа высеванных линий) увеличивается, а в годы с низкой урожайностью уменьшается. Коэффициент корреляции между средней урожайностью линий в селекционном питомнике первого года и процентом отбора составил 0,58*. В среднем за 6 лет работы из почти 2000 линий (отбор по колосу) эффективность полевого отбора составила 9,5%. По сути, все эти линии должны быть «высокоурожайными», но лишь половина (51,8%) были таковыми.

Следует отметить, что часть «высокоурожайных» линий осталась «незамеченной» или в результате просмотра, или по ряду причин (полегание, поражение болезнями, невыравненность и т.п.) неостребованной. Если принять за 100% общее число «высокоурожайных» линий (по результату взвешивания всех убранных линий), то только треть (30,3%) из этого количества была отобрана на основании визуальной оценки. Таким образом, 70% линий с высокой урожайностью на практике остаются в поле. Четкой связи между средней урожайностью линий в том или ином году

с процентом отбора «высокоурожайных» линий от общего числа не установлено, коэффициент корреляции составил 0,01.

Как отмечалось выше, в варианте «отбор по растению» испытание линий было выполнено в 3-х кратной повторности. Эффективность отбора линий, выбранных по одной повторности, составила 15,4%, а по трём – 19,4%. В первом случае правильность отбора составила 51,1%, что очень близко к значению в варианте «отбор по колосу» – 51,8%. Если линия дважды или трижды положительно отмечалась при оценке на урожайность, то уже 73,2% таких линий были «высокоурожайными», т.е. имели урожайность выше средней по блоку в сумме со значением одного стандартного отклонения этого же блока. В то же время нельзя пренебрегать и теми линиями, у которых был отмечен хотя бы один рядок (одна повторность) из трёх. В сумме эти линии и линии, выбранные в поле по двум-трём повторностям, составили 60,9% от общего числа «высокоурожайных» линий по опыту. Таким образом, в варианте «отбор по растению» происходит более тщательный отбор «высокоурожайных» линий, так как в этом случае только 39% линий с высокой урожайностью остаются в поле, а не 70% как в варианте «отбор по колосу». Как и следовало ожидать, из-за наличия повторностей изменчивость урожайности линий в половине случаев была средней ($V = 19-20\%$).

При переходе материала в следующий питомник СП-2, интенсивность проработки материала увеличивается. Это связано с тем, что основная часть линий была забракована в СП-1. Кроме того, большая площадь делянки и большая норма посева в СП-2, чем в предыдущем питомнике, позволяет лучше ориентироваться на величину урожайности линий.

Селекционер должен знать ответ на вопрос, что делать с линией, у которой выбрана одна из четырёх повторностей. На практике, как правило, такие линии оставляли в поле и убирали те, у которых выбор «в» падал на две и большее число повторностей. В данном опыте из 1323 линий 25,4% имели отметку «в» в одной из четырёх повторностей, 17,6% линий отбирали по двум-четырёх, отмеченным знаком «в», повторностям. Несмотря на то, что одна из четырёх отобранных повторностей не может достаточно полно характеризовать урожайность линии, тем не менее треть материала (30,1%), отобранного по одной выделившейся повторности, была «высокоурожайной» – «в+», т.е. урожайность линии была равной или большей, чем средняя урожайность по блоку плюс одно стандартное отклонение.

При отборе линий по двум и более замеченным при визуальной оценке повторностям относительное количество высокоурожайных линий «в+» к общему числу отмеченных в поле линий «в» составляло 52,6%.

По общему числу «высокоурожайных» линий, определённых при взвешивании всего убранного материала, можно определить, какая часть (%) из них была зафиксирована в поле по одной из повторностей и по двум – четырём. В первом случае таких было 35,8, во втором – 44,0%. Так как коэффициент вариации массы зерна с линии значительно меньший, чем в СП-1, то имеет смысл отбирать линии, у которых отмечена в поле хотя бы одна из повторностей. Эти линии в сумме с линиями, отобранными по двум или более повторностям, составляют 79,8% «высокоурожайных» линий от общего их количества по опыту.

Селекционный материал, дошедший до конкурсного сортоиспытания, в основном уже отвечает требованиям, которые селекционер предъявлял в начале работы. Поэтому визуальная оценка номеров в этом питомнике ориентируется главным образом на урожайность. Выделение перспективных номеров, второстепенных и подлежащих браковке, является важным моментом в реализации стратегии и тактики предстоящей уборки КСИ, которая в большой степени зависит от соответствия

визуальной оценки номеров с фактическим результатом, полученным в дальнейшем. За годы наблюдений средняя урожайность в КСИ изменялась от 19 до 52 ц/га. Визуальная оценка сортов (среднее значение оценки по повторностям) хорошо соответствовала фактической урожайности. Например, из 10 случаев в 9 коэффициенты корреляции были высокими, положительными и колебались от 0,45 до 0,85. В связи с этим возник вопрос – в какой степени соответствие оценки зависит от средней урожайности по опыту? Оказалось, что чем меньше средняя урожайность, тем более точной была оценка. При урожайности 19–22 ц/га и 41–52 ц/га коэффициенты корреляции были соответственно уровням урожайности 0,70**-, 0,85** и 0,45*-0,53*.

Таким образом, интуитивное предположение об эффективности визуальной оценки урожайности линий и сортов нашло своё цифровое выражение в данном исследовании. Например, в питомниках СП-1 (отбор по колосу и растению) и СП-2 незамеченных высокоурожайных линий было соответственно питомникам – 69,7; 39,1; 20,2%, а в КСИ сопряженность урожайности и визуальной оценки была положительной и высокой [30].

5. Основные результаты

1. Сорт Михайловский.

Создание любого хорошего сорта требует огромного труда. Из 666 гибридных пар ячменя только одна Майя х Винер дала потомство, ставшее сортом Московский 121, и в два раза больше потребовалось провести скрещиваний для получения сорта яровой пшеницы Московская 35. Такой выход сортов на единицу комбинаций скрещивания в НИИСХ ЦРНЗ был не ниже, чем во многих известных институтах нашей страны и за рубежом: один сорт на 1–1,5 тыс. комбинаций [32].

Чтобы ориентироваться в этом количестве комбинаций, необходимо правильно выбранный курс, оснащенный методикой, направленной на получение высокой точности опыта на любом этапе селекционной работы. Мы старались придерживаться этого принципа, о чём изложено выше и, помня о том, что селекция – это творческий процесс, вносили свои элементы искусства, так как слепое копирование приёмов даже выдающихся селекционеров не приносит успеха.

Сорт ярового ячменя Михайловский создан в Государственном образовательном учреждении Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева. С 1998 года сорт Михайловский включен в Государственный реестр, рекомендован для использования в 4-х регионах РФ (Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский и Уральский). Авторы: Ю.Б. Коновалов, В.А. Михкельман, Е.Ф. Осипова, С.А. Апенников, Р.К. Кадилов и другие [1, 18].

Родословная сорта: Мамми х Свитязь. Ботаническая характеристика: разновидность нутанс. Куст прямостоячий. Высота растения 70–90 см. Соломина прочная. Колос рыхлый, полупрямостоячий. Зерно крупное, ромбическое. Биологические особенности: сорт среднеспелый (72–92 дня), экологически пластичен. Стеблестой выровнен. Конкурентоспособность обусловлена сбалансированностью хозяйственно-ценных свойств, таких как высокая урожайность при сравнительно коротком вегетационном периоде, технологичность, устойчивость к ряду болезней. Меньше, чем другие сорта, снижает урожайность при позднем посеве. Основное достоинство: сорт технологичен, так как довольно устойчив к полеганию. Его рыхлый колос быстро просыхает, ости хорошо отбиваются. Обладает высокой устойчивостью к твердой головне, среднеустойчив к мучнистой росе и пыльной головне. Сорт включен в список пивоваренных.

Эффект от внедрения: сорт Михайловский обладает хорошей конкурентоспособностью – высокая урожайность (4,8–6,6 т/га), пластичность, хорошие пивоваренные качества зерна, что делает его коммерческим ценным сортом [20], позволяющим получать дополнительный доход. Чистый доход при применении разработанных приемов технологии выращивания пивоваренного ячменя в условиях северной лесостепи Башкортостана составил 4,9 тыс. руб/га, уровень рентабельности – 86,9% [8].

Несмотря на то, что прошло уже 20 лет с момента включения сорта в Государственный реестр селекционных достижений, вызывают оптимизм результаты, полученные в 2016 году фирмой HEINEKEN из Уфы (Башкортостан). Изучались 12 сортов ярового ячменя на предмет использования их для пивоварения по таким показателям, как урожайность, масса 1000 зерен, озерненность, натура, выровненность, всхожесть, содержание протеина, экстрактивность. Средняя урожайность по опыту составила 26,3 ц/га. Урожайность сорта Михайловский – 27,3 ц/га. Три сорта KWS Asta, Eifel, Paustian превысили сорт Михайловский на 1,4 ц/га, а сорт Sangria на 3,9 ц/га, что существенно. Однако ценность пивоваренных сортов определяется не только урожайностью, но главным образом качеством зерна, пригодного для пивоварения. Если перевести значения выше перечисленных показателей в индексы (этот прием описан в разделе «Конкурсное сортоиспытание – два срока сева»), то произведение всех индексов признаков даст полную характеристику сорта в плане использования его для производства пива. В данном случае сорт Михайловский был лидером с большим отрывом от других сортов. Общий индекс его 1,51, у отмеченных выше сортов, соответственно 0,91; 1,08; 0,69 и у сорта Sangria – 1,21. Это говорит о том, что сорт Михайловский устойчиво сохраняет своё первоначальное качество.

2. Сорт ТСХА 4.

Сорт ярового ячменя ТСХА 4 выведен в Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева (кафедра генетики, селекции и семеноводства полевых культур и Полевая опытная станция) трёхкратным массовым отбором из F2, F3 и F4 с последующим индивидуальным отбором из популяции F5, полученной в 1995 году от скрещивания яровых сортов (Михайловский х (Архангельский х Викинг)). Сорт включен в Государственный реестр по Центральному (3) региону. Рекомендован для использования в Калужской области. Авторы: Ю.Б. Коновалов, В.А. Михельман, Н.А. Козлова, С.А. Апенников и другие. Авторское свидетельство № 53231. Патент на селекционное достижение № 6132 от 02. 11. 2011 [2].

Разновидность нутанс. Колос средней длины (6–8 см), пирамидально-цилиндрический, средней плотности, в период созревания полупрямостоячий – горизонтальный. Ости длинные, соломисто-желтые, параллельные колосу, средней грубости, зазубренные, хорошо отбиваются при уборке. Зерно крупное, желтое, ромбическое. Масса 1000 зерен 36–49 г. Щетинка у основания зерна волосистая, длинная. Переход цветковой чешуи в ость постепенный. Антоциановая окраска нервов наружной цветковой чешуи слабая. Куст промежуточный. Стебель средней толщины и прочности. Высота растений 55–80 см. Устойчивость к полеганию в год проявления признака на уровне стандартов Атаман, Эльф и на 0,5–1,5 балла уступает сортам Нур, Раушан. Время колошения среднее – позднее. Среднезрелый, вегетационный период 70–87 дней, созревает на 2–4 дня раньше сорта Атаман, на 1–3 дня позднее Эльфа. Среднеустойчив к сетчатому и полосатому гельминтоспориозу, мучнистой росе и пыльной головне. Обладает высокой устойчивостью к твердой головне. Засухоустойчивость на уровне стандартных сортов.

ТСХА 4 – сорт интенсивного типа. За годы изучения в конкурсном и государственном сортоиспытании урожайность его была от 2,7 до 6,0 т/га. При этом отмечена ее относительная стабильность в разные годы. Например, урожайность сортов ТСХА 4, Михайловский, Носовский 9 и Зазерский 85 в среднем за 4 года в КСИ составила соответственно сортам 4,54, 4,30, 3,75 и 3,91 т/га. При втором (позднем) сроке сева урожайность была 3,21, 2,95, 2,60 и 2,25 т/га. Таким образом, ТСХА 4 был не только лидером по урожайности при двух сроках сева, но и в меньшей степени снизил урожайность от позднего срока сева (29%) по сравнению с другими сортами, особенно с сортом Зазерский 85 (снижение на 42%). Возможно, такая особенность сорта связана с хорошей реализацией продуктивности боковых колосьев. Так, за 6 лет наблюдений вклад боковых колосьев в формировании урожая у ТСХА 4 составил 39%, у сортов Михайловский, Носовский 9 и Зазерский 85 соответственно сортам 36, 38 и 35%. Отмечается лучшее соотношение зерна к соломе. У ТСХА 4 оно составило 24%, у других сортов 19–22%.

В Калужской области средняя урожайность сорта ТСХА 4 за 5 лет (2013–2017 гг.) составила 30,5 ц/га, что на 2,6 ц/га превысила урожайность стандарта сорта Эльф.

Сорт ТСХА 4 отличается повышенным содержанием белка в зерне. За 8 лет исследований оно составило в среднем 13,4%, тогда как у сортов Михайловский, Носовский 9 и Зазерский 85 содержание белка было 12,6, 13,1 и 12,4%. Таким образом, ТСХА 4 является перспективным сортом при использовании его зерна на корм.

Первичное семеноводство рекомендуется вести по обычной схеме с использованием индивидуального отбора. Семеноводством сорта ТСХА 4 занимается Полевая опытная станция РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

3. Сорт ТСХА 10.

Сорт ярового ячменя ТСХА 10 получен в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (кафедра генетики, селекции и семеноводства полевых культур и Полевая опытная станция) трёхкратным массовым отбором из F_2 , F_3 и F_4 с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции F_5 , полученной в 1998 году от скрещивания яровых сортов ячменя (Михайловский х (Подольский х Jndira)). Селекционный номер 117h 88–06. Авторы сорта Ю.Б. Коновалов, В.А. Михкельман, Н.А. Козлова, С.А. Апенников и другие. Авторское свидетельство № 53232. Патент на селекционное достижение № 6131 от 02.11.2011 [3].

Разновидность нутанс. Колос средней длины (6–7 см), пирамидально-цилиндрический, средней плотности, в период созревания полупрямостоячий – горизонтальный. Ости длинные, соломисто-желтые, параллельные колосу, средней грубости, зазубренные, хорошо отбиваются при уборке. Зерно крупное, желтое, ромбическое. Масса 1000 зерен 38–48 г. Переход цветковой чешуи в ость постепенный. Высота растений 60–80 см. Стебель средней толщины. Устойчивость к полеганию в год проявления признака на уровне стандарта сорта Раушан. Время колошения – среднее. Среднеспелый, вегетационный период 70–85 дней.

Сорт ТСХА 10 интенсивного типа. За 5 лет изучения в КСИ средняя урожайность сортов Михайловский, ТСХА 4 и ТСХА 10 составила соответственно сортам 40,6; 41,5 и 43,7 ц/га, то есть этот сорт был явным лидером по урожайности. За эти годы содержание белка было в среднем у сортов 13,37; 14,18 и 13,13%. Это предполагает отнести сорт ТСХА 10 в группу пивоваренных. Несмотря на такие достоинства, было принято решение отказаться от подачи заявки в Государственную комиссию РФ по испытанию и охране селекционных достижений на допуск данного сорта к использованию. Дело в том, что в 2010 году после посева образовалась плотная почвенная корка. У сорта ТСХА 10 в большей степени, чем у остальных снизилась

полевая всхожесть, отсюда низкий урожай. Анализ показал, что причиной этого была длина колеоптиля, которая на 1,0–1,5 см оказалась короче, чем у перечисленных выше сортов. Признак этот генетически обусловленный. Поэтому, вовлекая сорт ТСХА 10 в скрещивание из-за очень многих ценных хозяйственно-биологических качеств, в селекционной работе нужно обязательно учитывать длину колеоптиля у отобранных линий.

Заключение

В селекционной работе нет второстепенных участков. От каждого в равной степени зависит, быть сорту или нет. Упор на детальную проработку одного или нескольких звеньев селекционного процесса может не привести к успеху. Только творческий, научно-обоснованный подход к каждому из них, позволяет надеяться на эффективную работу селекционера. Большой масштаб (объем) в данном случае необходим. При этом всегда нужно руководствоваться двумя принципами – вовремя отсекал малоперспективный материал и сосредоточивать внимание на тщательной проработке перспективного. Например, в многочисленном по количеству образцов коллекционном питомнике, после предварительного изучения материала на маленьких (одно – двух рядковых) делянках, планируемые для скрещивания сорта на заключительном этапе нужно испытать уже на больших (2 м² и больше) делянках с повторностями. Это позволит увидеть те признаки, свойства, которые необходимы и проявятся в КСИ и дальше при использовании сорта в производстве.

На следующем этапе трехлетнее репродуцирование гибридных популяций позволяет сделать заключение о их ценности и провести до 40% браковки комбинаций с самой низкой продуктивностью колоса, массой 1000 зерен и наименьшей оценкой, выявленных на заключительном этапе размножения. Конечно, при этом нельзя не учитывать проявление хозяйственно-ценных признаков, таких как устойчивость к болезням, полеганию, абиотическим факторам среды, продолжительность вегетационного периода, качество зерна и т.д.

Из оставшихся комбинаций, получивших наивысшую оценку по перечисленным показателям, отбор элиты (F₅) из ПО желательно проводить по растению, что даст возможность изучить потомство в СП-1 или с применением повторностей или при загущенном способе сева, что повышает точность оценки.

Преследуя эту цель, в СП-2 учет урожайности необходимо делать по снопу со всей площадки, а не по выборочному ряду.

В КСИ, наряду с многолетним изучением материала, надо иметь сорта-маркеры разного происхождения. Это позволит селекционеру лучше ориентироваться в оценке своих сортов при меняющихся метеоусловиях. Кроме того, создавая специальные условия (сроки сева, применение водного раствора реглона) можно изучить реакцию материала на них и отобрать формы с устойчивой высокой урожайностью, что позволит надеяться на получение сортов интенсивного типа с хорошей экологической пластичностью. Параллельно селекционер должен изучить и иметь готовыми рекомендации по сортовой технологии выращивания, что во взаимодействии с хорошей рекламой даст полноценную и долгую жизнь сорту.

Библиографический список

1. Авторское свидетельство № 28455 Ячмень яровой Михайловский от 23.04.1998.
2. Авторское свидетельство № 53231 Ячмень яровой ТСХА 4 от 02.11.2011.

3. Авторское свидетельство № 53232 Ячмень яровой ТСХА 10 от 02.11. 2011.
4. *Афанасьев П.Д.* Наследование признака массы 1000 зерен гибридами F_1 , F_2 и F_3 гексаплоидных пшениц в диалельных скрещиваниях // Науч.-техн. Бюл. ВИР, 1988. Вып. 185. С. 30–35.
5. *Аль-Сабахи С.С., Михельман В.А.* Ценные по ряду признаков образцы ярового ячменя // Селекция и семеноводство, 1988. № 5. С. 26–28.
6. *Бикбатыров Ф.Е.* Формирование урожая пивоваренного ячменя сорта Михайловский в зависимости от сроков посева и нормы высева семян. Автореф. канд. дисс. Уфа, 2007.
7. *Игонин В.Н.* Точность и достоверность оценок в селекционном питомнике яровой пшеницы. Автореф. канд. дис. М., 1994.
8. *Исмагилов Р.Р., Кадикова Р.К., Бикбатыров Ф.Е., Михельман В.А.* Влияние некоторых элементов технологии выращивания на качество пивоваренного ячменя // Уфа, 2007.
9. *Коновалов Ю.Б., Назаренко О.К.* Оценка линий яровой пшеницы в селекционных питомниках различных типов // Известия ТСХА, 1968. Вып. 5. С. 91–104.
10. *Коновалов Ю.Б., Климачева В.А.* Оценка различных признаков яровой пшеницы в селекционном питомнике // Известия ТСХА, 1975. Вып. 6. С. 47–57.
11. *Коновалов Ю.Б.* Методические указания по проведению полевого опыта на ранних этапах селекции зерновых культур // М.: ТСХА, 1978.
12. *Коновалов Ю.Б.* Теория отбора в селекции растений // М.: ТСХА, 1979.
13. *Коновалов Ю.Б.* Особенности полевого опыта в ранних звеньях селекционного процесса (лекция для факультета повышения квалификации) // М.: ТСХА, 1982.
14. *Коновалов Ю.Б., Тукан К.Ф.* Вариабельность и взаимосвязи продуктивности и ее элементов в разных поколениях гибридов яровой мягкой пшеницы при массовом отборе // Известия ТСХА, 1983. Вып.4. С. 51–59.
15. *Коновалов Ю.Б., Колесников И.М., Лошакова В.А. и др.* Прогнозирование селекционной ценности гибридных популяций яровой пшеницы в ранних поколениях // Сб. науч. тр.: Разработка селекционных и семеноводческих технологий. М.: ТСХА, 1987. С. 19–25.
16. *Коновалов Ю.Б., Михельман В.А. и др.* Прогнозирование селекционной ценности гибридных популяций ярового ячменя при модификационном методе пересева // Известия ТСХА, 1991. Вып.3. С. 44–52.
17. *Коновалов Ю.Б., Михельман В.А., Кадиков Р.К.* Надежность оценки линий ярового ячменя в селекционных питомниках в зависимости от способа отбора элитного материала // Известия ТСХА, 1991. Вып. 2. С. 76–84.
18. *Коновалов Ю.Б., Михельман В.А. и др.* Яровой ячмень Михайловский // Селекция и семеноводство, 1998. № 2. С. 22–23.
19. *Кыдрев Т.Г., Тянкова Л.А.* К вопросу о возможности восстановления некоторых нарушенных процессов в поврежденных засухой растениях пшеницы // Физиол. растений, 1962. Т. 9. Вып.4. С. 425–432.
20. Коммерческие сорта полевых культур РФ «Издательство ИКАР». 2003. С. 122–123.
21. *Кошелев Б.С., Молчанов А.А. и др.* Об экономической оценки сортов мягкой яровой пшеницы // Селекция и семеноводство, 1985. № 6. С. 28–30.
22. *Лукьяненко П.П.* Основные итоги работы по селекции озимой пшеницы и ячменя (1920 по 1931 г.) // Краснодар: Союзсеменоводобьединение, 1932. С. 104.
23. *Максимов Н.А.* Изб. работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений // М.: Изд-во АН СССР, 1952. Т. 1.

24. Манзюк В.Т. и др. Закономерность фенотипической изменчивости в гибридных популяциях ячменя и оптимизация отбора элитных растений // В сб.: Теоретические и практические аспекты селекции и семеноводства пшеницы, ржи, ячменя //Одесса: ВСГИ, 1981. С. 155–156.

25. Михкельман В.А. Хозяйственно – биологическая характеристика селекционного материала и сортов ячменя в конкурсном сортоиспытании // Сб. науч. тр.: Разработка селекционных и семеноводческих технологий. М.: ТСХА, 1987. С. 30–37.

26. Михкельман В.А. Изменчивость параметров сортов ячменя в разных звеньях селекционного процесса и выбор критериев при отборе // Известия ТСХА, 1991. Вып. 5. С. 22–30.

27. Михкельман В.А. Оценка сортов ячменя в конкурсном сортоиспытании при двух сроках сева // Известия ТСХА, 1997. Вып.2. С. 59–73.

28. Михкельман В.А., Скорняков Н.Н. Урожайность ячменя и ее связь с основными показателями структуры урожая в разных звеньях селекционного процесса // Известия ТСХА, 1998. Вып. 2. С. 90–105.

29. Михкельман В.А., Игонин В.Н., Козлова Н.А., Мамаева Н.А. Соответствие оценок ярового ячменя в коллекционном питомнике и конкурсном сортоиспытании // Известия ТСХА, 2002. Вып.4. С. 66–70.

30. Михкельман В.А., Кадиков Р.К. Эффективность визуальной оценки линий ярового ячменя по урожайности зерна на разных этапах селекционной работы // Известия ТСХА, 2010. Вып. 5. С. 82–88.

31. Мовчан В.К., Кривобочек В.К. Наследуемость количественных признаков при скрещивании яровой пшеницы с озимыми и генетическая эффективность отбора в гибридных популяциях // Науч.-техн. бюл. Целиноград, 1981. № 34. С. 37–54.

32. Неттевич Э.Д. Рождение и жизнь сорта // Московский рабочий, 1978. С. 176.

33. Никитенко Г.Ф., Полухин М.А. О некоторых закономерностях формообразовательного процесса в гибридных популяциях ярового ячменя разных поколений // Докл. ВАСХНИЛ, 1982. № 9. С. 8–11.

34. Патент на изобретение. Способ отбора устойчивых к абиотическим факторам среды сортов ярового ячменя RU № 2264083 С2. Бюл. № 32, 20.11.2005 / Коновалов Ю.Б., Михкельман В.А., Апенников С.А., Игонин В.Н., Козлова Н.А.

35. Петин Н.С. Вопросы физиологических основ орошения с.-х. культур // Проблемы борьбы с засухой и рост производства с.-х. продукции. М., 1974. С. 143–148.

36. Плущик С.Л. Агрометеорологические условия формирования урожая ранних яровых зерновых культур (овес, ячмень) // В кн. Агрометеорологические условия и продуктивность сельского хозяйства Нечерноземной зоны РСФСР. Л.: Гидрометеоиздат, 1978. С. 78–87.

37. Семенов В.А., Гриб С.И. и др. Новый сорт ярового ячменя Зазерский 85 // Селек. и семеновод., 1986. № 5. С. 32–34.

38. Сергеев А.В. Формирование урожая ячменя в Нечерноземной зоне и пути его селекционного улучшения // В сб.: Селекционно-генетические и цитологические исследования гибридов, мутантов и полиплоидов зерновых и кормовых культур // М.: НИИСХ ЦРНЗ, 1979. Вып. 47. С. 53–61.

39. Сказкин Ф.Д. Критический период у растений по отношению к недостатку в почве // Л.: Наука, 1971.

40. Смиряев А.В., Гохман М.В. Биометрические методы в селекции растений // М.: Агропромиздат, 1985.

41. Усманова Р.Б. Влияние метеорологических условий на долю зерна в общем урожае озимой пшеницы // В кн.: Тепловой и водный режим сельскохозяйственных полей. М.: Гидрометеоиздат, 1970. Вып. 90. С. 78–83.
42. Alexander W., Smith E. // Euphytica, 1984. Vol. 33. № 3. P. 953–961.
43. Cantrell R., Haro-Arias E. // Crop Sc., 1986. Vol. 26. № 4. P. 691–693.
44. HEINEKEN // Local Barley. Trial results in Ufa, 2016.
45. Rychtarik J., Zofaiova A. // Ved. Prace Vysk. Ustavu Rastl. Vyroby v Piest’anoch, 1988. 22. S. 103–116.
46. Townley-Smith T.F., Hurd E.A., McBean D.C. Techniques in selection for yield in wheat // Force in wheat gent. Symp., 1973, Missouri, P. 605–609.
47. Valentine J., Ismael I. The efficiency of visual assessment for yield and its components in winter oat rows // Annapple boil / 1983, Vol. 102. – № 3. – P. 551–556.

IMPROVED SELECTION METHODS OF SPRING BARLEY IN RUSSIAN STATE AGRARIAN UNIVERSITY – MOSCOW TIMIRYAZEV AGRICULTURAL ACADEMY

V.A. MIHKELMAN¹, R.K. KADIKOV², A.V. MELNIKOV¹

(¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy;

² Bashkir State Agrarian University)

The research was carried out at the Department of Selection and Seed Growing of Field Crops of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. The authors have summarized data obtained for the 35-year period of barley breeding on the evaluation of source material and hybrid populations, the comparison of selection methods (by the ear and the plant), methods of assessing barley varieties in competitive varietal testing, and the effectiveness of visual assessment of spring barley yields at different stages selection work. It is shown that 27 populations out of 72 combinations (39%) with the lowest ear productivity, the weight of 1000 grains over a 3-year reproductive period and with the lowest estimate at the final stage of breeding in the selection nursery, can be rejected without the risk of losing valuable genotypes, since no sample of these combinations has even reached the control nursery.

Of the two selection methods for the ear and the plant, the most effective is the selection of the elite material by the plant. It allows to lay out a breeding nursery of the first year with repetitions and thereby significantly increase the experiment accuracy and minimize the loss of promising material due to unreasonable rejection. However, taking into account the great laboriousness, selection by the plant is expedient to be carried out from hybrid populations that have received a maximum evaluation of the ear productivity, the mass of 1000 grains and a visual assessment during the years of reproducing.

It is shown that providing special conditions for the testing of varieties in competitive variety trials (2 sowing time periods – the usual and the late ones, the use of an aqueous solution of reglon), one can study the reaction of the material to them and select forms with a stable high yield, which will allow us to hope for obtaining intense varieties with good ecological plasticity. Along with long-term study of the material, it is necessary to have grade-markers of different origin. This will allow the breeder to better navigate the assessment of their varieties under changing weather conditions. In competitive variety trials, the correlation between the yield and visual assessment was positive and high. The complex use of the above-mentioned methods has allowed obtaining such varieties as Mikhailovsky, TSKHA-4, and TSKHA-10.

Key words: selection of barley, breeding value, type of nursery, visual assessment.

References

1. Copyright certificate No. 28455 Yachmen' yarovoy Mikhaylovskiy [Spring barley Mikhailovsky] from 23.04.1998.
2. Copyright certificate No. 53231 Yachmen' yarovoy TSKHA 4 [Spring barley TSHA 4] from 02.11.2011.
3. Copyright certificate No. 53232 Yachmen' yarovoy TSKHA 10 [Spring barley TSHA 10] from 02.11. 2011.
4. *Afnas'yev P.D.* Nasledovaniye priznaka massy 1000 zeren gibridami F1, F2 i F3 geksaploidnykh pshenits v diale'tnykh skreshchivaniyakh [Inheritance of the indicator of the 1000-grain mass with F1, F2 and F3 hybrids of hexaploid wheat in dialeral crossings] // Nauch.-tekhn. Byul. VIR, 1988. Issue 185. Pp. 30–35.
5. *Al'-Sabakhi S.S., Mikhkel'man V.A.* Tsennyye po ryadu priznakov obraztsy yarovo-go yachmenya [Samples of spring barley, valuable by a number of indicators] // Seleksiya i semenovodstvo, 1988. No. 5. Pp. 26–28.
6. *Bikbatyrov F.Ye.* Formirovaniye urozhaya pivovarenного yachmenya sorta Mikhaylovskiy v zavisimosti ot srokov poseva i normy vyseva semyan [Formation of the harvest of malting barley "Mikhailovsky" variety depending on the period of sowing and the seeding rate]. Self-review of PhD thesis. Ufa, 2007.
7. *Igonin V.N.* Tochnost' i dostovernost' otsenok v selektsionnom pitomnike yarovoy pshenitsy [Accuracy and reliability of estimates in the breeding nursery of spring wheat]. Self-review of PhD thesis. Moscow, 1994.
8. *Ismagilov R.R., Kadikova R.K., Bikbatyrov F.Ye., Mikhkel'man V.A.* Vliyaniye nekotorykh elementov tekhnologii vyrashchivaniya na kachestvo pivovarenного yachmenya [Influence of some elements of the cultivation technology on the quality of malting barley] // Ufa, 2007.
9. *Konovalov Yu.B., Nazarenko O.K.* Otsenka liniy yarovoy pshenitsy v selektsionnykh pitomnikakh razlichnykh tipov [Evaluation of spring wheat lines in breeding nurseries of various types] // Izvestiya TSKHA, 1968. Issue 5. Pp. 91–104.
10. *Konovalov Yu.B., Klimacheva V.A.* Otsenka razlichnykh priznakov yarovoy pshenitsy v selektsionnom pitomnike [Evaluation of various signs of spring wheat in a breeding nursery] // Izvestiya TSKHA, 1975. Issue 6. Pp. 47–57.
11. *Konovalov Yu.B.* Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu polevogo opyta na rannikh etapakh selektsii zernovykh kul'tur [Guidelines for conducting field experiments at the early stages of the selection of grain crops] // Moscow: TSKHA, 1978.
12. *Konovalov Yu.B.* Teoriya otbora v selektsii rasteniy [Theory of selection in plant breeding] // Moscow: TSKHA, 1979.
13. *Konovalov Yu.B.* Osobennosti polevogo opyta v rannikh zven'yakh selektsionного protsessa (lektsiya dlya fakul'teta povysheniya kvalifikatsii [Features of field experiments at the early stages of the breeding process (a lecture for the Faculty of Advanced Training)]) // Moscow: TSKHA, 1982.
14. *Konovalov Yu.B., Tukan K.F.* Variabel'nost' i vzaimosvyazi produktivnosti i yeye elementov v raznykh pokoleniyakh gibridov yarovoy myagkoy pshenitsy pri massovom otbore [Variability and interrelations of productivity and its elements in different generations of spring soft wheat hybrids in mass selection] // Izvestiya TSKHA, 1983. Issue 4. Pp. 51–59.
15. *Konovalov Yu.B., Kolesnikov I.M., Loshakova V.A. et al.* Prognozirovaniye selektsionnoy tsennosti gibridnykh populyatsiy yarovoy pshenitsy v rannikh pokoleniyakh [Predicting the breeding value of hybrid populations of spring wheat in early generations] // Sb. nauch. tr.: Razrabotka selektsionnykh i semenovodcheskikh tekhnologiy. Moscow: TSKHA, 1987. Pp. 19–25.

16. *Konovalov Yu.B., Mikhkel'man V.A. et al.* Prognozirovaniye selektsionnoy tsenosti gibridnykh populyatsiy yarovogo yachmenya pri modifikatsionnom metode pereseva [Forecasting the breeding value of hybrid populations of spring barley with the modification method of reseeding] // *Izvestiya TSKHA*, 1991. Issue 3. Pp. 44–52.

17. *Konovalov Yu.B., Mikhkel'man V.A., Kadikov R.K.* Nadezhnost' otsenki liniy yarovogo yachmenya v selektsionnykh pitomnikakh v zavisimosti ot sposoba otbora elitnogo materiala [Reliability assessment of spring barley lines in breeding nurseries, depending on the method of selection of elite material] // *Izvestiya TSKHA*, 1991. Issue 2. Pp. 76–84.

18. *Konovalov Yu.B., Mikhkel'man V.A. i dr.* Yarovoy yachmen' Mikhaylovskiy [Spring barley of the Mikhailovsky variety] // *Selektsiya i semenovodstvo*, 1998. No. 2. Pp. 22–23.

19. *Kydrév T.G., Tyankova L.A.* K voprosu o vozmozhnosti vosstanovleniya nekotorykh narushennykh protsessov v povrezhdennykh zasukhoystoy rasteniyakh pshenitsy [On the possibility of restoring some disturbed processes in drought-damaged wheat plants] // *Fiziol. rasteniy*, 1962. Vol. 9. Issue 4. Pp. 425–432.

20. Kommercheskiye sorta polevykh kul'tur RF [Commercial varieties of field crops in Russia] "Izdatel'stvo IKAR". 2003. Pp. 122–123.

21. *Koshelev B.S., Molchanov A.A. et al.* Ob ekonomicheskoy otsenki sortov myagkoy yarovoy pshenitsy [On the economic evaluation of soft spring wheat varieties] // *Selektsiya i semenovodstvo*, 1985. No. 6. Pp. 28–30.

22. *Luk'yanenko P.P.* Osnovnyye itogi raboty po selektsii ozimoy pshenitsy i yachmenya (1920 po 1931 g.) [Main results of the selection of winter wheat and barley (1920 to 1931)] // *Krasnodar: Soyuzsemenovodob'yedineniye*, 1932. P. 104.

23. *Maksimov N.A.* Izb. raboty po zasukhoystoychivosti i zimostoykosti rasteniy [Selected works on drought tolerance and winter hardiness of plants] // *Moscow: Izd-vo AN SSSR*, 1952. Vol. 1.

24. *Manzyuk V.T. et al.* Zakonomernost' fenotipicheskoy izmenchivosti v gibridnykh populyatsiyakh yachmenya i optimizatsiya otbora elitnykh rasteni [Patterns of phenotypic variability in hybrid barley populations and optimization of elite plant selection] // In.: *Teoreticheskiye i prakticheskiye aspekty selektsii i semenovodstva pshenitsy, rzhi, yachmenya* // *Odessa: VSGI*, 1981. Pp. 155–156.

25. *Mikhkel'man V.A.* Khozyaystvenno – biologicheskaya kharakteristika selektsionnogo materiala i sortov yachmenya v konkursnom sortoispytanii [Economic-and-biological characteristics of the breeding material and barley varieties in competitive varietal testing] // *Sb. nauch. tr.: Razrabotka selektsionnykh i semenovodcheskikh tekhnologiy. Moscow: TSKHA*, 1987. Pp. 30–37.

26. *Mikhkel'man V.A.* Izmenchivost' parametrov sortov yachmenya v raznykh zven'yakh selektsionnogo protsessa i vybor kriteriyev pri otbore [Variability of the parameters of barley varieties at different stages of the selection process and the choice of criteria for selection] // *Izvestiya TSKHA*, 1991. Issue 5. Pp. 22–30.

27. *Mikhkel'man V.A.* Otsenka sortov yachmenya v konkursnom sortoispytanii pri dvukh srokakh seva [Evaluation of barley varieties in competitive testing at two sowing time periods] // *Izvestiya TSKHA*, 1997. Issue 2. Pp. 59–73.

28. *Mikhkel'man V.A., Skorniyakov N.N.* Urozhaynost' yachmenya i yeye svyaz' s osnovnymi pokazatelyami struktury urozhaya v raznykh zven'yakh selektsionnogo protsessa [Barley yield and its relationship with the main indicators of the crop structure at different stages of the selection process] // *Izvestiya TSKHA*, 1998. Issue 2. Pp. 90–105.

29. *Mikhkel'man V.A., Igonin V.N., Kozlova N.A., Mamayeva N.A.* Sootvetstviye otsenok yarovogo yachmenya v kollektsionnom pitomnike i konkursnom sortoispytanii

[Compliance with estimates of spring barley in a collection nursery and competitive testing] // *Izvestiya TSKHA*, 2002. Issue 4. Pp. 66–70.

30. *Mikhkel'man V.A., Kadikov R.K.* Effektivnost' vizual'noy otsenki liniy yarovogo yachmenya po urozhaynosti zerna na raznykh etapakh selektsionnoy raboty [Effectiveness of the visual assessment of spring barley lines by grain yield at different stages of breeding work] // *Izvestiya TSKHA*, 2010. Issue 5. Pp. 82–88.

31. *Movchan V.K., Krivobochech V.K.* Nasleduyemost' kolichestvennykh priznakov pri skreshchivanii yarovoy pshenitsy s ozimymi i geneticheskaya effektivnost' otbora v gibridnykh populyatsiyakh [Inheritance of quantitative traits when crossing spring wheat with winter crops and genetic selection efficiency in hybrid populations] // *Nauch.-tekhn. byul. Tselinograd*, 1981. No. 34. Pp. 37–54.

32. *Nettevich E.D.* Rozhdeniye i zhizn' sorta [Birth and life of a variety] // *Moskovskiy rabochiy*, 1978. P. 176.

33. *Nikitenko G.F., Polukhin M.A.* O nekotorykh zakonomernostyakh formoobrazovatel'nogo protsessa v gibridnykh populyatsiyakh yarovogo yachmenya raznykh pokoleniy [On some regularities of the formative process in hybrid populations of spring barley of different generations] // *Dokl. VASKHNIL*, 1982. No. 9. Pp. 8–11.

34. Patent na izobreteniyе. Sposob otbora ustoychivyykh k abioticheskim faktoram sredi sortov yarovogo yachmenya RU No. 2264083 S2. Bul. No. 32, 20.11.2005 [Patent for invention. Selection method of abiotic resistant environmental varieties of spring barley RU No. 2264083 C2. Bul. № 32, 20.11.2005] / *Konovalov Yu.B., Mikhkel'man V.A., Apenikov S.A., Igonin V.N., Kozlova N.A.*

35. *Petinov N.S.* Voprosy fiziologicheskikh osnov orosheniya s.-kh. kul'tur [Issues of the physiological basis of irrigation s.-kh. crops] // *Problemy bor'by s zasukhoj i rost proizvodstva s.-kh. produktsii*. Moscow. 1974. Pp. 143–148.

36. *Pluchik S.L.* Agrometeorologicheskiye usloviya formirovaniya urozhaya rannikh yarovykh zernovykh kul'tur (oves, yachmen') [Agrometeorological conditions for the development of early spring grain crops (oats, barley)] // In: *Agrometeorologicheskiye usloviya i produktivnost' sel'skogo khozyaystva Nechernozemnoy zony RSFSR*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1978. Pp. 78–87.

37. *Semenov V.A., Grib S.I. et al.* Novyy sort yarovogo yachmenya Zazerskiy 85 [New spring barley variety of Zazersky 85] // *Selek. i semenovod.*, 1986. No. 5. Pp. 32–34.

38. *Sergeyev A.V.* Formirovaniye urozhaya yachmenya v Nechernozemnoy zone i puti yego selektsionnogo uluchsheniya [Formation of barley harvest in the Nonchernozem zone and the ways of its selection improving] // In: *Selektsionno-geneticheskiye i tsitologicheskiye issledovaniya gibridov, mutantov i poliploidov zernovykh i kormovykh kul'tur* // Moscow: NIISKH TSRNZ, 1979. Issue 47. Pp. 53–61.

39. *Skazkin F.D.* Kriticheskiy period u rasteniy po otnosheniyu k nedostatku v pochve [Critical period in plants in relation to the lack of soil] // Leningrad: Nauka, 1971.

40. *Smiryayev A.V., Gokhman M.V.* Biometricheskiye metody v selektsii rasteniy [Biometric methods in plant breeding] // Moscow: Agropromizdat, 1985.

41. *Usmanova R.B.* Vliyaniye meteorologicheskikh usloviy na dolyu zerna v obshchem urozhaye ozimoy pshenitsy [Influence of meteorological conditions on the share of grain in the total yield of winter wheat] // In: *Teplovoy i vodnyy rezhim sel'skokhozyaystvennykh poley*. Moscow: Gidrometeoizdat, 1970. Issue 90. Pp. 78–83.

42. *Alexander W., Smith E.* // *Euphytika*, 1984. Vol. 33. No. 3. Pp. 953–961.

43. *Cantrell R., Haro-Arias E.* // *Crop Sc.*, 1986. Vol. 26. No. 4. Pp. 691–693.

44. HEINEKEN // *Local Barley*. Trial results in Ufa, 2016.

45. *Rychtarik J., Zofaiova A.* // *Ved. Parce vysk. Ustavu Rastl. Vyroby v Piest' anoch*, 1988. 22. S. 103–116.

46. *Townley-Smith, T.F., Hurd, E.A., McBean, D.C.* Techniques for selection in wheat // Force in wheat gen. Symp., 1973, Missouri, Pp. 605–609.

47. *Valentine J., Ismael I.I.* oat rows // Annapple boil / 1983, Vol. 102. – No. 3. Pp. 551–556.

Михкельман Виктор Андреевич – к.с.-х.н., ст. науч. сотр. Селекционной станции имени П.И. Лисицына РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976–11–82).

Кадиков Ралиф Кашбулгайнович – к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства и земледелия Башкирского государственного аграрного университета (450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул.50-летия Октября, 34; тел. 6 (347) 228-07-34).

Мельников Андрей Валерьевич – к.с.-х.н., доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и высоких технологий в растениеводстве РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-11-82; e-mail: diatrima@list.ru).

Viktor A. Mihkelman – PhD (Ag), Senior Research Associate, Selection Station named after P.I. Lisitsyn Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; phone: (499) 976–11–82).

Ralif K. Kadikov – PhD (Ag), Associate Professor, the Department of Plant Growing and Agriculture, Bashkir State Agrarian University (450001, Republic of Bashkortostan, Ufa, 34, 50 Let Oktybrya, phone: 6 (347) 228-07-34).

Andrey V. Melnikov – PhD (Ag), Associate Professor, the Department of the Use of Machine and Tractor Fleet and High Technologies in Plant Growing, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., 49, Moscow, 127550; phone: (499) 976-11-82; e-mail: diatrima@list.ru).