

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

Известия ТСХА, вып. 2, 2000 год

УДК 631.53.01:633.11:631.811

РЕАКЦИЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННЫХ СЕМЯН ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА РАЗНЫЙ УРОВЕНЬ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

В. П. МУХИН, Е. О. ГУЩИНА

(Кафедра применения изотопов и радиации
в сельском хозяйстве)

В условиях вегетационного опыта исследовали реакцию растений яровой пшеницы, выращенных из разнокачественных семян, на разные уровни минерального питания. Высказывается идея о выявлении в общей популяции семян одного сорта групп интенсивного типа, а также таких, которые были бы наиболее приспособлены к разным уровням ведения агротехники и обеспечивали бы наибольший урожай в самых многообразных условиях агрономической практики.

Разнокачественность семян — явление биологически неизбежно обусловленное. Матрикарная, генетическая и экологическая разнокачественность определяет неодинаковую их ответную реакцию на условия внешней среды и разного рода воздействия. Изучению реакции на те или иные воздействия семян и растений, относящих-

ся к разным классам, семействам, родам, видам и сортам, посвящены обширные исследования генетиков, семеноводов, морфологов, растениеводов, радиобиологов, токсикологов, представителей многих других дисциплин. В частности, группой исследователей под руководством Б. И. Сарapultцева выдвигается концепция видовой дифферен-

циации по уровню радиорезистентности высших растений в рамках крупных ботанических кариотаксонов. Неоднозначность в реакции на облучение объясняется исследователями с позиций структурных различий в параметрах клеточного ядра [20—22]. Для понимания же внутривидового, а тем более внутривидового радиационного полиморфизма, как считают авторы, информации явно не хватает [2]. Они же высказывают предположение, что в основе внутривидового полиморфизма по радиорезистентности лежат факторы той же природы, связанные с особенностями тонкой структурной организации генома.

Изучая реакцию на действие 29 современных гербицидов 65 таксономических единиц злаков (родов, видов, сортов), А. А. Петунова [18] приходит к выводу, что их устойчивость к данным препаратам обусловлена комплексом причин, среди которых в онтогенезе важны их морфолого - анатомические, физиолого-биохимические и эколого-биологические особенности. Она отмечает, что, несмотря на широкое использование гербицидов, до настоящего времени остается недостаточно изученной реакция видов и сортов основных зер-

новых культур на их действие, плохо выяснены причины, обуславливающие различия в реакции отдельных таксонов на гербициды.

Что касается изучения реакции растений, относящихся к разным таксономическим группам, на разные уровни агрофона, сочетание элементов минерального питания, то здесь нет необходимости приводить какие-либо ссылки, поскольку таких работ выполнено великое множество. Необходимые сведения можно почерпнуть в популярной литературе по агрохимии, физиологии растений, растениеводству, земледелию. А вот исследований, посвященных изучению внутрисортной популяционной разнокачественности в реакции различных групп семян и выращенных из них растений на действие разного рода физических, химических и биологических факторов, проводилось мало, что не позволяет пока управлять явлением разнокачественности. Речь идет именно об управлении, а не о ликвидации разнокачественности. Поскольку говорить об этом по меньшей мере некорректно, хотя в некоторых работах ставится именно подобная задача. Так, авторы, изучавшие морфофизиологическую разнокачественность зерно-

вок колосьев у озимой пшеницы указывают, что «изучение причин, а также поиск путей ликвидации разнокачественности семян зерновых культур продолжают интересовать физиологов, селекционеров, растениеводов» [5]. Именно такую задачу ставят они — ни больше, ни меньше. Физиологическую разнокачественность ликвидировать в принципе невозможно, да и не нужно. Ею необходимо научиться грамотно и эффективно управлять при решении конкретных научных и прикладных задач.

С нашей точки зрения, прежде чем сравнивать различные кариотаксоны, необходимо более тщательно разобраться с разнокачественностью внутри сорта. Это в известной степени философский вопрос: идти от общего к частному или от частного к общему. Видимо, методологически более правильно начинать изучение с причин полиморфизма внутри сортовой популяции. В этом случае мы будем во-первых, иметь дело практически с однородным в генетическом отношении материалом; во-вторых, по всем остальным параметрам, характеризующим ту или иную популяцию семян и растений, будет достигнута большая выравненность и однород-

ность. Это позволит лучше соблюсти важнейший принцип опытного дела — принцип единственного различия, что даст возможность более четко и однозначно интерпретировать полученные в эксперименте зависимости.

Руководствуясь литературными данными и результатами собственных опытов, можно сформулировать очень важное в плане изучения, понимания и оценки разнокачественности правило. Оно могло бы звучать так: *средневзвешенные различия практически по любым признакам и свойствам между сортами и даже видами одной культуры всегда будут меньше, чем между контрастными фракциями внутри сорта, при условии, если эти признаки и свойства качественно присущи сравниваемым сортам и видам.* Различия семян по физико-механическим параметрам и физиолого-биологическим свойствам в пределах сорта поразительны по величине своего размаха. Например, в [1] показано, что при среднем содержании белка у пшеницы сорта Народная $12,9 \pm 0,2\%$ в отдельных зернах оно колебалось от 10,6 до 29,0%, у яровой твердой пшеницы сорта Харьковская 46 при 17,0% — от 9,3 до 28,0%, у сорта Саратовская 29 при

17,2% — от 14,7 до 31,8%. Трудно даже представить, чтобы между какими-то сортами средние различия по содержанию белка были столь значительными. Можно привести большое количество примеров по другим показателям, но картина будет такая же. В соответствующих статьях, монографиях и диссертациях можно в изобилии найти подобную информацию [1, 4, 7, 8, 10, 17, 23].

Существование в популяции индивидов, фракций или более крупных групп, объединенных по какому-либо признаку и значительно отличающихся друг от друга или от средневзвешенного значения исходной неразделенной партии семян, естественно, наводит на мысль, что и уровень ответных физиологических реакций на те или иные воздействия будет у них весьма неоднозначным. И хотя в опытах на многих культурах, когда применялись разного рода и разной природы сильные воздействия, экспериментаторы отмечали резко различную степень ингибирования отдельных растений, однако специальных исследований в этом плане практически не проводилось. Более или менее направленные эксперименты проводились в середи-

не 60-х годов. В частности, один из авторов данной статьи при выполнении диссертационной работы исследовал у разных по радиочувствительности сортов гороха отдельные группы растений, резко различающиеся по реакции на одну и ту же дозу гамма-облучения. Причем в качестве тест-критериев использовались самые разнообразные показатели: тканевое дыхание, окислительное фосфорилирование, содержание митохондриального белка, соотношение цитохромов в дыхательной цепи. Результаты экспериментов позволили сделать заключение, что без учета популяционной разнокачественности семян невозможно грамотно в методическом отношении проводить работу и делать из полученных результатов правильные научно обоснованные выводы, особенно при условии сдвига фаз у сравниваемых опытных и контрольных растений [11]. В последующем были выполнены специальные эксперименты на пшенице и ячмене по схеме полных 2- и 3-факторных опытов с целью выявления уровня ответной реакции разнокачественных семян на действие ионизирующей радиации и гербицидов [12—15]. Как и следовало ожидать, размах различий в уровне ответной реакции

оказался огромным. По ряду тест-критериев в наиболее контрастных вариантах он достигал величины в пределах 2—3 порядков, в то время как у разных видов, разновидностей и сортов пшеницы по показателям ЛД₅₀, ЛД₇₀ и ЛД₁₀₀, как следует из классической монографии Е. И. Преображенской, эти различия не выходили за пределы 1,5—2,0-кратной величины [19].

В связи с этим вполне естественно возникает вопрос о принципиальной разнице в трактовке явления разной устойчивости внутри одной сортовой популяции, поскольку для объяснения этого вряд ли достаточны доводы, основанные на предположении о связи данного явления с различиями в строении генетического аппарата. Тем более, что речь идет о самоопыляющихся культурах, а семенной материал, который использовался в опытах, относился к категории суперэлиты. Видимо, здесь задействованы иные механизмы, связанные с какими-то сложными метаболическими процессами, определяющими общий адаптивный и репарационный потенциал организма, не связанный непосредственно и прямолинейно с геномом.

Теперь, что касается реакции разнокачественных се-

мян на уровень агрофона. Здесь есть определенные сведения, поскольку агрономическая практика с давних времен уделяла большое внимание качеству семенного материала. Однако до настоящего времени не проведено специальных крупных исследований, в которых бы вся популяция в пределах сорта тщательно изучалась на предмет выявления не только групп семян интенсивного и суперинтенсивного типов, но и фракций, которые были бы лучше приспособлены к самым многообразным внешним условиям и уровню применяемой агротехники. Наряду с комплексом чисто агрохимических и агротехнических мероприятий, позволяющим увеличить эффективность минеральных удобрений, важным фактором, влияющим на использование туков, является само растение. Хорошо известно, что растения одной популяции, выращенные на однородном агрофоне, довольно значительно различаются по продуктивности. Это обуславливается прежде всего тем, что семена, из которых формируются растения, по своим признакам и свойствам являются неравноценными. Еще П. А. Костычев указывал, что «употребление колосьев лучших, крупных и тяжелых зерен — совершенно однозна-

чаще по своему влиянию с удобрениями или обработкой почвы, поэтому на отбор семян должно быть обращено столь же строгое внимание, как и на упомянутые две меры по увеличению урожая».

Наряду с другими факторами в повышении эффективности удобрений трудно переоценить значение сорта. Как и в прошлом, в настоящее время сортовой агротехнике уделяется большое внимание. В этом направлении выполнены многочисленные работы на зерновых, овощных, технических культурах. Для иллюстрации сошлемся на классические опыты П. П. Лукьяненко [8], в которых показано, сколь различна норма ответной реакции растений на одну и ту же дозу минеральных удобрений. Проводя опыты на 30 сортах озимой пшеницы, ученый установил, что прибавки урожая у разных сортов колеблются от 6,3 до 23,0 ц/га. В комплексе мероприятий, направленных на повышение эффективности минеральных удобрений, вопросу разнокачественности семян не уделялось должного внимания. И если при внедрении нового сорта приходится сталкиваться с целым рядом проблем, связанных прежде всего с его районированием

и вопросами организации семеноводства, то выделять для посева наиболее ценное семя можно из любого сорта. Внедрение нового сорта вовсе не изменит методику выделения биологически более ценных семян, поскольку и в новом сорте они будут столь же разнокачественны, как и в любом другом. В первую очередь, естественно, ставится задача выделения из любого сорта семян, обладающих наивысшей положительной реакцией на одну и ту же дозу удобрений. Однако это не единственная цель. Возможно, на очень низком и среднем агрофоне наивысшую продуктивность покажут совсем другие фракции семян. В условиях колоссальной разницы в потенциальном плодородии почв и возможностях обеспечения их удобрениями необходимо будет использовать самые разнообразные фракции семян, чтобы добиваться оптимальной продуктивности растений при любых условиях, а не только при интенсивной агротехнике. Так что задача ставится шире.

Посев крупными и с большим удельным весом семенами оправдывает себя при возделывании культуры на высоком агрофоне. Так, в опытах с гречихой [7] установлено, что наибольшую

эффективность крупные семена обеспечивают на высокоплодородных участках. При посеве на таких участках мелких семян получен урожай 13,9 ц/га, при посеве крупных — 20,8 ц/га; а на менее плодородных участках — соответственно 13,6 и 14,4 ц/га. В наших опытах [16] с картофелем наблюдалась неоднозначная реакция на разный уровень обеспечения азотом растений, выращенных из клубней разной массы.

В экспериментах [5], где изучали реакцию разнокачественных семян озимой пшеницы на контрастные уровни агрофона (без удобрений, внесение 90N, 90P, 90K), при высева семян сорта Мироновская 808 с массой 1000 зерен 9,4, 24,0 и 38,9 г урожай по сравнению с контролем увеличился соответственно в 10,1, 7,5 и в 30,2 раза. Как видим, разница существенная.

При анализе данных обращает внимание и такой факт: на фоне без удобрений у самой мелкосемянной фракции урожай на 33% больше, чем у самой крупносемянной фракции. В вариантах с другими сортами получены также весьма существенные для разных фракций различия с определенной сортовой спецификой. Все это лишнее говорит о том, что необходи-

мы многовариантные и многофакторные опыты, где бы максимально большой спектр разнокачественных семян испытывался на разных типах почв, на самых разных агрофонах и уровнях агротехники.

Говорить однозначно, что мелкие семена обладают худшими посевными качествами и что их использование менее эффективно, вряд ли оправдано для всех случаев многообразной агрономической практики. Для иллюстрации того, что не так все просто в этом плане, можно привести такой факт. В [4], например, установлено, что хранящиеся семена пшеницы крупной и мелкой фракции по-разному теряют всхожесть. При 3-летнем хранении пшеницы Люцестенс 35 всхожесть семян с массой 1000 зерен 37,5 г составляла 26,5%, а 18,7 г — 68,5%. При 4-летнем хранении пшеницы Ульяновка у семян с массой 1000 зерен 31,5 г всхожесть равнялась 32,5%, а у мелких (16,5 г) — 62,3%.

Из литературных данных также известно, что крупность семян далеко не всегда является показателем их высоких посевных качеств. В частности, это наглядно подтвердилось в опытах на томатах, когда почти во всех случаях семена из первых

плодов, несмотря на большой абсолютный вес, имели посевные качества хуже, чем семена из вторых плодов, а в опытах с семенами весенней репродукции — и из третьих плодов [9].

Все сказанное выше составляет диалектически подходить к оценке биологической ценности семян в конкретных условиях и при конкретных технологиях, особенно при разнообразных факторах предпосевного воздействия на семена. Каждый проведенный в этом направлении эксперимент приближает нас к моменту, когда управление разнокачественностью будет осуществляться по воле экспериментатора.

Цель наших исследований — изучение реакции разнокачественных семян яровой пшеницы на разный уровень

обеспечения элементами минерального питания.

Методика

Опыт проводился в 1996 г. в вегетационном домике кафедры агрохимии ТСХА на семенах яровой пшеницы сорта Приокская, районированной в Московской обл. Семена (элита) были получены через биохимическую лабораторию Государственной комиссии по испытанию и охране селекционных достижений. В опыте использовали семена урожая 1995 г., которые разделяли на фракции по их ширине на решетках с круглыми отверстиями (табл. 1). Фракции, использовавшиеся в эксперименте, суммарно составили около 50% к массе всех фракций. В таблице они помечены звездочками.

Т а б л и ц а 1

Разделение семян на фракции по массе 1000 зерен
и содержанию их в исходной партии

№ фракции	Ширина, мм	Сход с решета, г	Выход, %	Масса 1000 зерен, г
1*	>4,5	150,4	13,7	46,0
2	4,5-4,0	220,0	20,1	46,0
3	4,0-3,0	42,1	3,8	42,8
4	3,0-2,6	79,8	7,3	41,4
5*	2,6-2,0	146,3	13,4	40,0
6	2,0-1,5	127,9	11,7	36,6
7*	1,5-1,2	34,6	3,2	33,0
8*	1,2-1,0	241,3	22,0	28,9
9	1,0-0,8	24,5	2,2	23,2
10	<0,8	28,1	2,6	21,1

Выращивали растения в полистироловых сосудах Митчерлиха, вмещавших 5 кг почвы. Под каждым сосудом находился поддон, из которого вода с растворенными в ней питательными веществами снова возвращалась в сосуд. В качестве субстрата использовали дерново-подзолистую среднесуглинистую почву, взятую с полевой опытной станции ТСХА. Агрохимические показатели почвы следующие: рН — 6,9; P_2O_5 и K_2O по Кирсанову — 380 и 91 мг/кг; Нг — 0,54 ммоль/100 г; содержание NO_3 — 10,0 мг/кг, органического вещества — 2,17%, обменных Са и Mg в 1М KCl — 9,62 и 1,55 ммоль/100 г. Уровень в почве калия относительно низкий, что для данного эксперимента не очень желательно, учитывая закон о факторе, находящемся в минимуме. Однако диапазон доз минеральных удобрений был достаточно широк и позволил снивелировать этот недостаток. Агрохимический анализ почвы, использованной в опыте, был выполнен в ЦИНАО по стандартизованным методикам.

Разный уровень минерального питания обеспечивался за счет внесения гранулированной азофоски (16N16P16K по действующему веществу). Удобрения вносили в почву и тщательно перемешивали.

Заполняли сосуды почвой 22—23 мая. Семена высевали 24 мая, в каждый сосуд по 30 семян. На 32-й день после посева в каждом сосуде было оставлено по 15 растений. В течение всей вегетации полив проводили по объему. Убирали растения во всех вариантах одновременно 25 августа, поскольку изучаемые факторы не оказали сколько-нибудь заметного влияния на продолжительность вегетационного периода.

Опыт располагали на вагонетках, которые на ночь и в ненастную погоду закатывали в домик. Повторности размещались рендомизированно и в течение вегетации многократно перемещались. Прорывку растений с целью оставить в сосудах их одинаковое число во всех вариантах проводили случайным образом. Растения на момент прорывки, т. е. на 32-й день после посева, были достаточно равными по своему развитию и общему габитусу. Относительно поздний посев был проведен по причинам организационного порядка.

Уровень ответной реакции растений на разные дозы минеральных удобрений определялся по таким тест-критериям, как всхожесть на разные даты после посева, сырая и воздушно-сухая масса растений в период их

выхода в трубку, высота растений к моменту уборки, число колосков в главных колосьях, масса соломы и зерна, общий урожай зерна, содержание сырого протеина в зерне во всех 25 вариантах опыта.

Содержание азота в зерне определяли по Кьельдалю, сырой протеин — путем умножения показателя азота на коэффициент 5,7.

Опыт закладывали по программе полного 2-факторного эксперимента, включая 5 градаций по массе 1000 зерен и 5 градаций по уровню минерального питания вместе с контрольными вариантами. Повторность в опыте 4-кратная. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по алгоритмам, изложенным в учебнике Б. А. Доспехова [5], на ПВМ по программе «STRAZ», созданной сотрудником ТСХА М. Г. Захариним.

Результаты

Растения, видимо, в связи с поздним посевом в целом слабо кустились. Продуктивная кустистость вообще была крайне незначительной. Лишь у растений, выращенных из семян с массой 1000 зерен 23,0 г в вариантах с дозами удобрений больше 1,5 г на сосуд, с подгонных

колосьев удалось собрать 2—3% зерна к общей массе. Помимо этого, еще в двух случаях у растений, выращенных из семян с массой 1000 зерен 40,6 г в варианте с дозой удобрений 12 г на сосуд и в варианте с массой 1000 зерен 33,0 г при дозе азотосажи 3,0 г с подгонных колосьев было собрано 2—3% общего урожая. Поэтому мы не проводили отдельный учет по критерию продуктивной кустистости. Здесь, очевидно, могут проявиться интересные закономерности, особенно при исследовании на озимых.

Результаты эксперимента сведены в одну общую табл. 2 в унифицированном виде. По каждому показателю рассчитаны величины $НСР_{15}$ по обоим изучавшимся факторам как по усредненным данным, так и по частным средним. Поскольку при определении усредненных показателей по факторам А и В учитывался одинаковый статистический массив, то $НСР_{05}$ для них имеет одно и то же значение и дается по А, В. Помимо абсолютных значений соответствующих тест-критериев, вычислены и процентные отклонения от контролей. Расчеты проводились к общему контролю, за который принималась исходная неразделенная партия семян в варианте без удобрений, и к соб-

ственному контролю, т. е. к значению показателей в вариантах без удобрений для каждой конкретной фракции. Следует отметить, что сравнение с двумя контролями в методологическом плане в научных исследованиях совершенно необходимо, поскольку истинная реакция каждой фракции на то или иное воздействие, в данном случае на уровень минерального питания, может быть определена только при вычислениях к собственному контролю. При вычислении

же лишь к общему контролю на исследуемую зависимость (или зависимость) накладывается действие факторов, связанных с неоднозначностью состояния исходных контрольных вариантов разных фракций. Для практических целей, видимо, можно ограничиться лишь вычислениями к общему контролю, так как в этом случае представляет интерес только конечный результат — выход товарной продукции, ради которой выращивается та или иная культура.

Т а б л и ц а 2

Оценка реакции на уровень минерального питания у растений яровой пшеницы, выращенных из разнокачественных семян.

(В числителе указаны проценты, вычисленные к общему контролю, в знаменателе — к собственному)

Масса 1000 зерен, г (фактор А)	Доза азотфоски, г/сосуд (фактор В)					Средние по фактору А
	0	1,5	3	6	12	
	<i>Всхожесть на 4-й день, шт.</i>					
39,2	14,0	20,0	17,3	19,8	18,8	18,0
Исходный образец, общий контроль	(100/100)	(143/143)	(124/124)	(141/141)	(134/134)	
46,0	16,8	19,5	13,8	12,3	16,8	15,8
	(120/100)	(139/116)	(98/82)	(88/73)	(120/100)	
40,0	14,0	16,5	15,5	16,8	16,3	15,8
	(100/100)	(118/118)	(111/111)	(120/120)	(116/116)	
33,0	21,0	21,0	22,3	16,8	14,0	19,0
	(150/100)	(150/100)	(159/106)	(120/80)	(100/67)	
28,9	20,0	20,0	22,3	15,8	13,8	18,4
	(143/100)	(143/100)	(159/111)	(113/79)	(98/69)	
Средние по фактору	17,2	19,4	18,2	16,3	15,9	Общее среднее 17,4

HCP_{05} по А, В + 2,3 шт.; для частных средних — 5,2 шт.; $S\bar{x}\% = 10,5$.

Масса 1000 зерен, г (фактор А)	Доза азотоски. г/сосуд (фактор В)					Средние по фактору А
	0	1,5	3	6	12	

Всхожесть на 7-й день, шт.

39,2	24,3 (100/100)	24,5 (101/101)	24,0 (99/99)	20,5 (84/84)	24,0 (99/99)	23,5
46,0	22,5 (93/100)	19,8 (81/88)	20,8 (86/92)	20,5 (84/91)	20,0 (82/89)	20,7
40,0	21,5 (88/100)	22,8 (94/106)	20,8 (86/97)	22,8 (94/106)	23,0 (95/107)	22,3
33,0	23,8 (98/100)	25,3 (104/106)	23,8 (98/100)	22,5 (93/96)	22,3 (92/94)	23,5
28,9	27,0 (111/100)	24,3 (100/111)	22,5 (93/83)	21,3 (88/79)	23,3 (96/86)	21,7
Средние по фактору В	23,8	23,3	22,4	21,5	22,5	Общее среднее 22,7

НСР₀₅ по А, В + 1,7 шт.; для частных средних — 3,8 шт.; S \bar{x} % = 5,9.

Надземная сырая масса (в пересчете на 10 растений, г).
32-й день после посева

39,2	21,2 (100/100)	21,3 (101/101)	26,2 (124/124)	23,1 (109/109)	24,9 (117/117)	23,3
46,0	19,8 (93/100)	18,2 (86/92)	16,8 (79/85)	13,0 (61/66)	14,0 (67/72)	16,4
40,0	26,1 (123/100)	24,6 (116/94)	17,8 (84/68)	18,6 (88/71)	16,4 (77/63)	20,7
33,0	20,8 (95/100)	20,6 (97/99)	25,3 (119/122)	25,3 (119/122)	22,6 (107/109)	22,9
28,9	19,2 (91/100)	23,1 (109/120)	24,2 (114/126)	23,1 (109/120)	26,4 (125/138)	23,2
Средние по фактору В	21,4	21,6	22,1	20,6	20,5	Общее среднее 21,3

НСР₀₅ по А, В + 3,3 г; для частных средних — 7,3 г; S \bar{x} % = 14,3.

Надземная сухая масса (в пересчете на 10 растений, г).
32-й день после посева

39,2	4,1 (100/100)	4,5 (110/110)	5,7 (139/139)	5,2 (127/127)	3,8 (93/93)	4,7
46,0	6,1 (149/100)	4,4 (107/72)	4,3 (105/70)	4,1 (100/76)	4,8 (117/79)	4,7

Продолжение табл. 2

Масса 1000 зерен, г (фактор А)	Доза азотоски. г/сосуд (фактор В)					Средние по фактору А
	0	1,5	3	6	12	
40,0	4,8 (117/100)	5,1 (124/106)	4,1 (100/85)	4,4 (107/92)	3,8 (93/79)	4,4
33,0	3,8 (93/100)	4,7 (115/124)	6,2 (151/163)	5,2 (127/137)	6,2 (151/163)	5,2
28,9	4,6 (112/100)	5,9 (144/128)	5,6 (137/128)	5,6 (137/128)	6,6 (161/143)	5,7
Средние по фактору В	4,7	5,0	5,2	4,9	5,0	Общее среднее 4,9

$НCP_{05}$ по А, В = 0,78 г; для частных средних — 1,7 г; $S\bar{x}\%$ = 14,1.

Высота растений в конце вегетации, см

39,2	81,5 (100/100)	86,0 (106/106)	87,3 (107/107)	81,0 (99/99)	83,3 (102/102)	83,8
46,0	84,8 (104/100)	85,5 (105/104)	79,5 (98/94)	84,3 (103/99)	92,0 (113/108)	85,2
40,0	85,3 (105/100)	79,3 (97/93)	75,5 (93/89)	81,0 (99/95)	82,3 (101/96)	80,7
33,0	84,8 (104/100)	80,5 (99/95)	77,3 (95/91)	82,0 (101/97)	83,3 (102/98)	81,6
28,9	81,8 (100/100)	79,8 (98/97)	85,3 (105/104)	78,5 (96/96)	83,5 (102/102)	81,8
Средние по фактору В	83,6	82,2	81,0	81,4	84,9	Общее среднее 82,6

$НCP_{05}$ по А, В = 2,4 см; для частных средних — 5,4 см; $S\bar{x}\%$ = 2,3.

Воздушно-сухая масса соломы, г/сосуд

39,2	9,7 (100/100)	11,5 (119/119)	12,0 (124/124)	16,6 (171/171)	16,2 (167/167)	13,2
46,0	9,9 (102/100)	11,5 (119/120)	14,5 (149/146)	13,5 (139/136)	17,0 (175/172)	13,3
40,0	10,7 (110/100)	12,9 (131/121)	13,7 (141/128)	13,8 (142/129)	17,1 (176/160)	13,6
33,0	10,4 (107/100)	12,5 (129/120)	12,9 (133/124)	14,8 (153/142)	18,9 (195/182)	13,9
28,9	9,3 (95/100)	11,8 (122/127)	12,3 (127/132)	14,9 (154/160)	16,0 (165/172)	12,9
Средние по фактору В	10,0	12,0	13,1	14,7	17,0	Общее среднее 13,4

$НCP_{05}$ по А, В = 0,89 г; для частных средних — 2,0 г; $S\bar{x}\%$ = 5,3.

Масса 1000 зерен, г (фактор А)	Доза азотососуд, г/сосуд (фактор В)					Средние по фактору А
	0	1,5	3	6	12	

Число колосков в главных колосьях, шт.

39,2	13,8 (100/100)	14,5 (105/105)	14,8 (107/107)	14,8 (107/107)	15,5 (112/112)	14,7
46,0	13,3 (96/100)	14,3 (104/108)	14,8 (107/111)	15,3 (111/115)	14,8 (107/111)	14,5
40,0	14,0 (101/100)	15,5 (112/111)	14,5 (105/104)	14,3 (104/102)	14,8 (107/106)	14,6
33,0	13,3 (96/100)	14,5 (105/109)	14,3 (104/108)	14,3 (104/108)	15,5 (112/117)	14,4
28,9	13,8 (100/100)	14,5 (105/105)	14,5 (105/105)	15,8 (114/114)	15,0 (109/109)	14,7
Средние по фактору В	13,6	14,7	14,6	14,9	15,1	Общее среднее 14,6

НСР₀₅ по А, В = 0,52 шт.; для частных средних — 1,2 шт.; $S\bar{x}\%$ = 2,8.

Масса 1000 зерен, г

39,2	25,5 (100/100)	28,8 (113/113)	28,2 (111/111)	29,6 (116/116)	32,3 (127/127)	28,9
46,0	31,1 (122/100)	27,7 (109/89)	30,3 (119/97)	31,9 (125/103)	31,4 (123/101)	30,5
40,0	29,0 (114/100)	24,6 (96/85)	27,1 (106/93)	25,4 (99/88)	26,6 (104/92)	26,5
33,0	30,2 (118/100)	25,9 (102/86)	31,5 (123/104)	32,5 (127/108)	29,9 (117/99)	30,0
28,9	29,6 (118/100)	31,2 (122/105)	30,8 (121/104)	31,7 (124/107)	29,6 (116/100)	30,6
Средние по фактору В	29,1	27,6	29,6	30,2	30,0	Общее среднее 29,3

НСР₀₅ по А, В = 1,3 г; для частных средних — 3,0 г; $S\bar{x}\%$ = 2,8.

Число зерен, шт./сосуд

39,2	323,5 (100/100)	397,0 (123/123)	373,8 (116/116)	380,8 (118/118)	528,8 (163/163)	400,7
46,0	359,5 (111/100)	388,8 (120/108)	358,0 (107/99)	424,8 (131/118)	449,3 (139/125)	396,1
40,0	346,5 (107/100)	356,8 (110/103)	381,3 (118/110)	350,8 (108/101)	458,8 (142/132)	378,6

Продолжение табл. 2

Масса 1000 зерен. г (фактор А)	Доза азотоски, г/сосуд (фактор В)					Средние по фактору А
	0	1.5	3	6	12	
33,0	320,5 (99/100)	369,0 (114/115)	327,3 (101/102)	353,5 (109/110)	550,0 (170/172)	384,1
28,9	347,5 (116/108)	374,5 (116/108)	332,0 (103/96)	321,0 (99/92)	453,8 (140/131)	365,7
Средние по фактору В	339,5	377,2	354,5	366,2	488,1	Общее среднее 385,0

HCP_{05} по А, В = 28,5 шт.; для частных средних — 63,7 шт.; $S\bar{x}\%$ = 5,8.

Масса зерна, г/сосуд

39,2	9,1 (100/100)	10,9 (120/120)	10,7 (118/118)	11,2 (123/123)	17,1 (188/188)	11,8
46,0	11,3 (124/100)	10,8 (119/96)	10,8 (119/96)	13,5 (148/119)	14,0 (154/124)	12,1
40,0	9,9 (109/100)	8,8 (97/89)	10,4 (114/105)	8,8 (97/89)	12,3 (135/124)	10,0
33,0	9,7 (107/100)	9,7 (107/100)	10,9 (119/112)	11,3 (124/116)	16,6 (182/171)	11,6
28,9	10,5 (115/100)	11,7 (129/111)	10,3 (113/98)	9,9 (109/94)	13,3 (146/127)	11,1
Средние по фактору В	10,1	10,4	10,6	10,9	14,7	Общее среднее 11,3

HCP_{05} по А, В = 0,83 г; для частных средних — 1,9 г; $S\bar{x}\%$ = 5,7.

Отношение массы зерна к массе соломы

39,2	0,94 (100/100)	0,94 (100/100)	0,89 (95/95)	0,67 (71/71)	1,06 (113/113)	0,90
46,0	1,14 (121/100)	0,94 (100/82)	0,74 (79/65)	1,00 (106/88)	0,82 (87/72)	0,93
40,0	0,92 (98/100)	0,68 (72/74)	0,76 (81/83)	0,64 (68/70)	0,72 (77/78)	0,76
33,0	0,93 (99/100)	0,78 (83/84)	0,84 (89/90)	0,76 (81/82)	0,88 (94/95)	0,84
28,9	1,13 (120/100)	0,99 (105/88)	0,84 (89/74)	0,67 (71/59)	0,83 (88/73)	0,89
Средние по фактору В	1,01	0,87	0,81	0,75	0,86	Общее среднее 0,86

Масса 1000 зерен, г (фактор А)	Доза азотоски. г/сосуд (фактор В)					Средние • по фактору А
	0	1,5	3	6	12	
<i>Содержание сырого протеина, %</i>						
39,2	11,3 (100/100)	14,0 (124/124)	15,1 (134/134)	16,2 (143/143)	14,7 (130/130)	14,3
46,0	12,1 (107/100)	14,6 (129/121)	15,9 (141/131)	15,7 (139/130)	16,4 (145/136)	14,9
40,0	11,3 (100/100)	13,3 (118/118)	14,1 (125/125)	16,2 (143/143)	16,2 (143/143)	14,2
33,0	9,7 (86/100)	12,9 (114/133)	14,4 (127/148)	15,4 (136/159)	15,3 (135/158)	13,5
28,9	10,8 (96/100)	13,7 (121/127)	15,1 (134/140)	16,6 (147/154)	15,7 (139/145)	14,4
Средние по фактору В	11,0	13,7	14,9	16,0	15,7	

В табл. 3 приводятся результаты дисперсионного анализа, где указана существенность действия и взаимодействия факторов.

Анализ данных о всхожести на 4-й день после посева показал отсутствие различий по средним показателям по обоим изучаемым факторам, хотя для отдельных градаций они были достаточно существенны и статистически достоверны. Так, в контрольном варианте без удобрений различия по всхожести у исходной партии и фракции семян с массой 1000 зерен 40,0 г были вполне достоверны по сравнению с различиями у фракции при массе 1000 зерен 33,8 и 28,9 г. Причем эти различия находились на

уровне 43—50%. В вариантах с дозой удобрений 1,5 г на сосуд все фракции по данному показателю мало отличались друг от друга, хотя превышение всхожести к общему контролю было весьма значительным и достоверным у всех фракций, за исключением фракции с массой 1000 зерен 40,0 г. А вот по отношению к собственному контролю достоверные положительные различия обнаружались лишь у исходной партии семян и были весьма существенными — 43%.

В вариантах с дозой удобрений 3,0 г на сосуд несколько неожиданным оказалось то, что две мелкосемянные фракции по всхожести весьма существенно превосходили

Таблица 3

Результаты дисперсионного анализа 2-факторного
вегетационного опыта 5x5 (конечные показатели)

Показатель	Источники вариации	$F_{\text{факт}}$	F_{05}	Различия существенные (+), несущественные (—)
Всхожесть на 4-й день	В	3,1	2,5	+
	А	3,4	2,5	+
	АВ	2,2	1,8	+
Всхожесть на 7-й день	В	2,2	2,5	—
	А	4,4	2,5	+
	АВ	0,9	1,8	—
Сырая надземная масса	В	3,5	2,5	+
	А	3,9	2,5	+
	АВ	1,9	1,8	+
Воздушно-сухая надземная масса	В	3,6	2,5	+
	А	5,5	2,5	+
	АВ	1,8	1,8	+
Высота растений	В	3,6	2,5	+
	А	4,8	2,5	+
	АВ	2,9	1,8	+
Масса соломы	В	71,8	2,5	+
	А	1,6	2,5	—
	АВ	1,9	1,8	+
Число колосков в главном колосе	В	9,5	2,5	+
	А	0,6	2,5	—
	АВ	1,3	1,8	—
Масса 1000 зерен	В	4,7	2,5	+
	А	12,7	2,5	+
	АВ	3,0	1,8	+
Число зерен в расчете на сосуд	В	35,0	2,5	+
	А	1,9	2,5	—
	АВ	2,0	1,8	+
Общий урожай зерна, г/сосуд	В	41,3	2,5	+
	А	7,4	2,5	+
	АВ	3,7	1,8	+

две крупносемянные при расчетах к общему контролю. По отношению к собственному контролю сколько-нибудь существенных различий отмечено не было. При дозе 6.0 г значимо отличались между собой по всхожести исходная партия и самая крупная фракция с массой 1000 зерен 40,6 г, причем не в пользу последней. По отношению к собственному контролю значимо отличалась лишь исходная фракция семян, у остальных эти различия были несущественными.

При самой большой дозе удобрений (12,0 г) между фракциями не было отмечено существенных различий по всхожести. А по отношению к собственным контролям у двух мелкосемянных фракций установлено снижение всхожести более чем на 30%.

Определение всхожести на 7-й день показало очень сильное нивелирование показателей как в целом по факторам, так и по частным средним в разных вариантах. Пожалуй, наиболее существенное снижение всхожести отмечено у самой крупной фракции (масса 1000 зерен 46.0 г) по сравнению с другими, кроме самой мелкой фракции. В начале статьи указывалось, что со временем всхожесть у крупносемянных

фракций снижается более резко, чем у мелкосемянных. Это обнаружилось при 3-летнем хранении семян. Для свежееубранных такое явление пока не очень понятно.

Нами определялась также всхожесть семян на 11-й день после посева. Но эти результаты не приводятся, поскольку здесь наблюдалась еще большая их нивелировка и каких-либо существенных различий по всхожести не было отмечено.

На 32-й день, после того как в каждом сосуде было оставлено по 15 растений, был проведен учет сырой и воздушно-сухой надземной массы и сделан соответствующий пересчет на 10 растений. При оценке по сырой массе в среднем по факторам не выявлены существенные различия, за исключением варианта с массой 1000 зерен 46,0 г, где показатель был более низкий, чем у других фракций. Дозы удобрений не оказали существенного влияния на надземную сырую массу на этом этапе органогенеза. При сравнении частных средних, вычисленных как к общему, так и собственным контролям, отклонения даже на уровне 30% оказались малодостоверными из-за большой ошибки в определении этого показателя,

которая была выше 14%. В последующих опытах, если пользоваться им, очевидно, будет необходимо значительно увеличить репрезентативность выборки.

По данным о воздушно-сухой массе, которые более объективно отражают влияние изучаемых факторов, картина выглядела несколько иначе. Во-первых, для фракции с массой 1000 зерен 46,0 г отклонение оказалось недопустимым; во-вторых, при сравнении частных средних многие различия оказались существенными при вычислении не только к общему контролю, но и к собственному, что более объективно характеризует общую направленность действия факторов. Например, при анализе данных наблюдается четкая тенденция к увеличению воздушно-сухой массы при повышении доз минеральных удобрений в вариантах с мелкосемянными фракциями. В вариантах с крупносемянными фракциями, наоборот, не только не наблюдалось увеличения выхода воздушно-сухой массы при росте доз удобрений, но обнаруживалось даже некоторое снижение этого показателя, особенно четко проявившееся при самой высокой дозе.

По высоте растений в конце вегетации не выявлено

значительных различий по вариантам, кроме варианта с самой крупной фракцией, где растения существенно оказались выше, чем выращенные из других фракций. При самой высокой дозе удобрений растения по среднему значению были выше, чем в других вариантах с удобрениями, но не выше контроля. В целом же на высоту растений в конце вегетации изучаемые факторы значительного влияния не оказали.

Число фертильных колосков в колосе является одним из важнейших тест-критериев, оказывающих самое непосредственное влияние на продуктивность растений. Показатель этот довольно стабильный и слабо варьирует, о чем говорит относительно небольшая ошибка среднего значения по опыту. По величинам средних значений по факторам просматриваются четкая и достоверная тенденция к увеличению числа колосков с ростом доз удобрений и полное отсутствие каких-либо различий в зависимости от массы 1000 зерен. По частным средним отмечаются по многим вариантам достоверные различия, но значительных отклонений не выявлено как при расчетах к общему, так и собственным контролям.

По массе 1000 зерен в собранном урожае каких-то закономерностей выявить также не удалось. Относительно незначительное снижение этого показателя отмечено в одном из вариантов по фактору А (масса 1000 зерен 40 г) в случае применения самой низкой дозы удобрений. По частным средним из-за низкой массы 1000 зерен в контрольном варианте отмечены существенные различия при вычислении к общему контролю, в то же время по отношению к собственным контролям разница во всех вариантах малозначительна.

А вот по числу зерен в расчете на все растения в сосуде картина в ряде вариантов при сравнении частных средних получилась достаточно контрастная, особенно в варианте с самой большой дозой удобрений, в котором число зерен возросло по ряду градаций фактора А на 60—70%, даже по отношению к собственному контролю. Однако средние значения по факторам оказались существенными по сравнению с контролем только для варианта с самой большой дозой удобрений.

По основному интегральному показателю, урожайности, различия по величине средних значений оказались существенными лишь по фак-

тору А, в частности в варианте с массой 1000 зерен 40.0 г существенное снижение урожая наблюдалось по сравнению как с контролем, так и с другими вариантами. По фактору В с увеличением дозы удобрений при трех градациях отмечалась лишь слабая тенденция к увеличению массы зерна, причем различия эти были очень незначительными и недостоверными. Однако при самой высокой дозе удобрений урожайность увеличилась почти на 50%. Очень странно, что это произошло скачкообразно. Казалось бы, нарастание урожайности должно было происходить плавнее, по мере увеличения дозы удобрений, но этого не произошло. Скачкообразный рост показателя оказался высоко значимым как по абсолютной величине, так и в тенденции четкого проявления во всех вариантах по данной дозе при сравнении частных средних. Мы ожидали при планировании эксперимента разную реакцию растений, выращенных из разнокачественных семян, на одну и ту же дозу удобрений. Эти различия наиболее четко проявились при самой большой дозе. Так, у растений, выращенных из семян с массой 1000 зерен 46,0, 40.0 и 28,9 г, отклонения в урожайности по сравнению

с собственными контролями находились на уровне 25%, в то время как для исходной партии семян и варианта с массой 1000 зерен 33,0 г урожайность увеличилась соответственно на 88 и 71%. Интересно, какие бы были показатели, будь еще несколько градаций в сторону увеличения доз удобрений. Именно при экстремальных условиях как в случае применения ионизирующей радиации, так и гербицидов наиболее контрастно проявились различия в уровне ответной реакции растений, выращенных из разнокачественных семян. В случае применения удобрений эти различия, видимо, наиболее контрастно будут также проявляться при экстремально высоких и экстремально низких дозах. К сожалению, в нашем первом эксперименте мы не могли с достаточным размахом расширить диапазон вариантов как по количеству фракций семян, так и по дозам удобрений, с обязательным включением в испытание почв с предельно различными уровнями естественного плодородия. Но первые результаты весьма обнадеживают. В последующих экспериментах число вариантов будет значительно расширено. И тогда откроются, возможно, какие-то интересные

перспективы использования определенных фракций семян, чтобы получать максимально высокие урожаи как в условиях экстенсивного, так и интенсивного возделывания зерновых культур. Возможно, здесь можно добиться не меньших успехов, чем при периодической смене сортов. И следует надеяться, что это будет оправдано в экономическом и технологическом плане.

Определение массы зерна по отношению к массе соломы показывает распределение пластических веществ в пользу хозяйственно полезной части урожая. Однако в вариантах с удобрениями большая часть пластических веществ тратится на солому. Но при самой высокой дозе удобрений не произошло существенного снижения этого показателя по сравнению с другими вариантами с удобрениями. В вариантах по фактору А аномально низкие отношения зерна к соломе установлены лишь в варианте с массой 1000 зерен 40,0 г. Следует заметить, что у этой фракции и по урожаю зерна, и по массе 1000 зерен получены худшие результаты. Это лишний раз говорит о том, что фактор крупности семян еще не свидетельствует о их потенциале при использовании в качестве

посевного материала. Тут нужны еще глубокие и разносторонние проработки.

Из тестов, характеризующих качество зерна, определяли только содержание сырого протеина. По вариантам наблюдается четкая закономерность — по мере увеличения доз удобрений увеличивается количество в зерне протеина. Если выход зерна значительно повышался лишь при самой высокой дозе удобрений, то содержание в нем белка начинало увеличиваться уже при самой низкой дозе. Причем пик увеличения пришелся не на самую высокую дозу, а на дозу, предшествующую ей. Видимо, если бы была еще одна градация в сторону увеличения дозы, то наблюдалась бы либо стабилизация по этому показателю, либо его снижение в случае увеличения урожайности. Дело в том, что между количеством и качеством, как правило, существует обратно пропорциональная зависимость, что является чуть ли не общебиологическим правилом. Однако в нашем случае мы встретились с иной закономерностью, когда увеличивался и урожай, и содержание белка, особенно при самой большой дозе удобрений. Поэтому, конечно, было бы интересно проследить эту закономерность при большей градации доз.

По средним показателям фактор дозы удобрений действовал совершенно четко — с ее увеличением до определенного предела увеличивалось и содержание белка. Фактор разнокачественности семян на содержание белка какого-либо определенного влияния не оказал.

Поскольку наш опыт был спланирован по схеме полного 2-факторного эксперимента, то приводятся сведения о существенности или несущественности действия и взаимодействия факторов по всем изучавшимся тест-критериям, по которым имеется соответствующий статистический материал (табл. 3). Как можно убедиться из приведенных данных, по большинству тест-критериев отмечены достоверное действие факторов и их взаимодействия. Следует надеяться, что в случае более контрастных различий между изучаемыми факторами уровень достоверности при статистической оценке лишь увеличится.

Заключение

Изучение реакции растений яровой пшеницы, выращенных из разнокачественных семян, на разные уровни минерального питания показало, что по ряду тест-критериев, в том числе и по таким важнейшим, как про-

дуктивность растений и содержание белка в зерне, наблюдаются существенные различия. Однако в пределах исследованных градаций не удалось выявить какую-то четкую закономерность изменения тех или иных показателей в зависимости от массы 1000 зерен.

Необходимы дальнейшие эксперименты в этом направлении, которые позволили бы в общей популяции семян одного сорта выявить группировки, использование которых будет более эффективным при разных уровнях агротехники, особенно в условиях экстенсивного и интенсивного возделывания культуры, по сравнению с исходной, не разделенной на фракции партией семян.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берлянд С. С., Речник С. А. и др. Варьирование содержания белка в зерне яровых пшениц. — Тр. Ульянов, с.-х. ин-та, 1962, т. 9, № 1, с. 89—92.
2. Гераськин С. А., Саранульцев Б. И. Бейсовские классификаторы контрастных по радиорезистентности сортов гесаплоидной пшеницы. — Радиобиология, 1991, т. 31, вып. 6, с. 889—899.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985.
4. Ефрейкин А. К. Влияние крупности семян на сохранение всхожести у мягкой пшеницы. — Тр. Чувашского с.-х. ин-та, 1962, т. 5, вып. 1, с. 15—21.
5. Кондратьев М. Я., Слипчик А. Ф., Ларикова Ю. С. Морфофизиологическая разнокачественность зерновок колосьев у озимой пшеницы. — Изв. ТСХА, 1998, вып. 2, с. 155—164.
6. Костычев Н. А. Влияние качества семян на урожай. — Сельское хозяйство и лесоводство, 1871.
7. Кротов А. С. Крупность и равенность зерна гречихи. — Тр. по прикл. бот., ген. и селекц. 1962, т. 34, вып. 3.
8. Лукьяненко П. П. Отбор по удельному весу как метод повышения урожайных качеств семян. — Сельское хоз-во и семеноводство, 1940, № 3, с. 17—20.
9. Мухин В. Д. О разнокачественности семян томатов. — Докл. ТСХА, 1965, ч. 1, вып. 111, с. 79—84.
10. Мухин В. П. Повышение эффективности минеральных удобрений при использовании биологически ценных семян. (Лит. обзор). ВНИИ-информцентр, № гос. регистрации. 80064849, М., 1978.
11. Мухин В. П. Влияние гамма-облучения семян на тканевое дыхание и функциональную активность митохондрий гороха. — Канд. дис., М., 1967.
12. Мухин В. П.

Внутрисортные различия в реакции семян пшеницы на гамма-облучение в связи с их разнокачественностью. — Радиобиология, 1978, т. 18, вып. 3, с. 390—394. — **13.** Мухин В. П. Реакция семян пшеницы на гамма-облучение в зависимости от их крупности и массы. — Изв. ТСХА, 1981, вып. 2, с. 11—17. — **14.** Мухин В. П., Спиридонов Ю. Я. Реакция растений пшеницы, выращенных из разнокачественных семян, на разные концентрации тордона 22-К в почве. — Изв. ТСХА, 1986, вып. 4, с. 115—121. — **15.** Мухин В. П., Спиридонов Ю. Я., Мищенко Л. Н. Действие симазина на растения яровой пшеницы и ячменя, выращенных из матрикально разнокачественных семян. — Изв. ТСХА, 1993, вып. 3, с. 13—28. — **16.** Мухин В. П., Гущина Е. О. Влияние уровня минерального питания на продуктивность и качество урожая картофеля, выращенного из клубней разной массы. — Изв. ТСХА, 1996, вып. 3, с. 16—29. — **17.** Овчаров К. Е., Кизилова Е. Г. Разнокачест-

венность семян и продуктивность растений. М.: Колос, 1966. — **18.** Петунова А. А. Реакция видов и сортов пшеницы и ячменя на гербициды. Докт. дис., 1988. — **19.** Преображенская Е. И. Радиочувствительность семян растений. М.: Атомиздат, 1971. — **20.** Сарapulъцев Б. И., Гераськин С. А., Иванова Г. А. Видовая радиорезистентность растений в фазах вегетации и покоящихся семян. — Радиобиология, 1989, т. 29, вып. 4, с. 506—510. — **21.** Сарapulъцев Б. И., Гераськин С. А., Корнеев Н. А. Сопряженность биохимического и радиационного полиморфизма у гексаплоидной пшеницы. — Докл. АН СССР, 1989, т. 306, вып. 3, с. 736—738. — **22.** Сарapulъцев Б. И., Гераськин С. А. Генетическая природа феномена радиационной устойчивости. — Радиобиология, 1991, т. 31, вып. 1, с. 593—600. — **23.** Тапушкин В. И. Диэлектрический сепаратор для отбора биологически ценных семян овощных культур. — Вестн. семеноводства в СНГ, 1998, № 4, с. 27—32.

Статья поступила
6 мая 1999 г.