

Министерство сельского хозяйства РФ
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Мичуринский государственный аграрный университет»
КАФЕДРА РАСТЕНИЕВОДСТВА

УТВЕРЖДЕНО
протокол № 3
методической комиссии
Плодоовощного института
от 19 ноября 2007г.

протокол № 4
методической комиссии
агрономического факультета
от 26 ноября 2007г.

Селекция и генетика ячменя

лекции для самостоятельного изучения курсов:

«ЧАСТНАЯ СЕЛЕКЦИЯ И ГЕНЕТИКА ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР»

студентами Плодоовощного института им. И.В. Мичурина
специальности 110204 «Селекция и генетика с.-х. культур»

«СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР»

для специальности 110201 «Агрономия»



Мичуринск – наукоград РФ
2008

Лекции составлены ассистентами кафедры растениеводства
Ж.А. Арьковой, А.А. Крюковым

Лекции составлены в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки дипломированных специалистов по специальности 110204 «Селекция и генетика полевых культур»

Рецензенты:

доцент кафедры растениеводства **В.О. Степанцов**
доцент кафедры плодоводства **Ю.В. Гурьянова**

Рассмотрены на заседании кафедры растениеводства.
Протокол № 2 от 16 октября 2007 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Лекция: Селекция и генетика ячменя

Введение.....	3
Систематика и происхождение	3
Морфобиологические особенности.....	5
Генетика.....	7
Задачи и направления селекции.....	10
Исходный материал.....	13
Методы и некоторые специальные направления селекции.....	15
Методика и техника селекционного процесса.....	18
Достижения селекции.....	20
Вопросы для самоконтроля	22
Литература.....	22

©Издательство Мичуринского государственного аграрного университета, 2008

ЛЕКЦИЯ: «СЕЛЕКЦИЯ И ГЕНЕТИКА ЯЧМЕНЯ»

ВВЕДЕНИЕ

Ячмень — важная зернофуражная культура. Значительное количество его она используется также для производства крупы и пива.

Ячмень занимает четвертое место в мире по посевным площадям (около млн. га) и сбору зерна. Больше всего его возделывают в России (около трети мировой посевной площади). Значительные посевы этой культуры имеются в странах Европы (Чехословакии, Германии, Польше, Австрии, Швеции, Дании, Бельгии, Нидерландах, Великобритании, Франции), Северной Америке, Азии. Ячмень распространен в различных климатических зонах (кроме экваториальной) вплоть до 70° с. ш. В горы поднимается выше других зерновых культур.

В нашей стране возделывают в основном яровой ячмень. Озимые и зимующие сорта выращивают главным образом на юге Украины, в Молдавии, на верном Кавказе, в Закавказье и Средней Азии.

СИСТЕМАТИКА И ПРОИСХОЖДЕНИЕ

Возделываемый ячмень относится к виду ячмень посевной — *Hordeum sativum* Jessen. Род ячмень — *Hordeum* L. принадлежит к семейству Poaceae. Кроме культурного ячменя, известно 26—34 (по разным источникам) диких вида, среди них имеются однолетние и многолетние, самоопыляющиеся и перекрестноопыляющиеся. Преобладают перекрестноопыляющиеся многолетние виды. Число хромосом у видов ячменя в диплоидном наборе составляет 14, 28, 42, т. е. они образуют правильный полиплоидный ряд.

Ячмень посевной делится на три подвида: ячмень многорядный — *H. vulgare* L., ячмень двурядный — *H. distichum* L. и ячмень промежуточный — *H. intermedium* Vav. et Orl., различающиеся по числу фертильных колосков на уступе колосового стержня. У многорядного их три, у двурядного — один (средний), а у промежуточного — от одного до трех на различных уступах. Возделываются только многорядный и двурядный ячмень. Двурядный ячмень имеет две группы разновидностей: нутанция (*nutantia* R. Reg.) и дефициенция (*deficientia* R. Reg.). У первой цветки боковых колосков хотя и стерильные, но имеют хорошо развитые наружные цветковые чешуи, у второй боковые колоски представлены только колосковыми чешуями (иногда и они атрофированы).

Есть и другие взгляды на систематику ячменя. За рубежом принято объединять все культурные формы ячменя и близкие к ним дикие виды (легко скрещивающиеся с ними) в сборный вид *H. vulgare* L.

Ячмень — очень древняя культура, относится к первичным культурам. Его начали возделывать примерно 9—10 тыс. лет назад. Имеются две гипотезы о происхождении культурного ячменя: монофилетическая и дифилетическая. Согласно первой культурный ячмень произошел от дикого очень полиморфного вида *H. spontaneum* C. Koch., встречающегося в Малой и Юго-Западной Азии, Северной Африке. Этот вид хорошо скрещивается с культурным ячменем, но в отличие от него имеет ломкий колос. Вторая гипотеза исходит из того, что у многорядного и двурядного ячменя были различные предки. В пользу гипотезы монофилетического происхождения говорит генетическая близость двурядного и многорядного ячменя: хорошая скрещиваемость, совершенно одинаковый до определенного этапа органогенез (заложение в зачаточном колосе равноценных колосков на каждом уступе стержня), случаи модификационного превращения двурядного ячменя в многорядный (при обильном питании и коротком дне).

Культурный ячмень происходит из Передней Азии. Можно указать и другие генетические центры: Эфиопский (Абиссинский) с большим разнообразием разновидностей, Китайско-Японский, для которого характерны низкорослые формы ячменя с коротким плотным колосом, мелким округлым зерном, короткоостистые и безостые, а также формы с восковидным зерном, Средиземноморский с крупносемянными грубоколосыми (ригидными) разновидностями, Среднеазиатский с ригидными, а на поливе — с голозерными формами, крупным зерном. Все эти центры вторичные, на что указывает большое число форм с рецессивными признаками (голозерность, крупнозерность и т. д.).

У культурного ячменя выделяют ряд эколого-географических групп: на территории нашей страны 12 — ярового и 4 — озимого ячменя.

Среди групп ярового ячменя наибольшее значение имеют северорусская, степная, лесостепная, западноевропейская, западно-сибирская и восточносибирская. Северорусская приурочена к Нечерноземной зоне европейской части (без Крайнего Севера). Отличается влаголюбивостью, устойчивостью к кислым почвам. Растения высокорослые, с длинным колосом. Западноевропейская группа схожа с северорусской, но растения могут быть высоко- и среднерослыми. Облиственность более высокая. К кислым почвам неустойчива. Степная группа отличается засухоустойчивостью, высоким содержанием белка в зерне, лесостепная — средней засухоустойчивостью. Растения западно-сибирской группы медленно развиваются в первый период вегетации (до колошения), устойчивы к весенней засухе, толерантны к корневым гнилям, шведской и гессенской мухам. Восточносибирская группа отличается скороспелостью, холодостойкостью, устойчивостью к весенней

засухе. Колос многорядный, с мелким тонкопленчатым зерном. Растения неустойчивы к повышенной кислотности почвы.

Среди групп озимого ячменя большое значение имеет северокавказская, наиболее зимостойкая. Растения высокорослые, сильно - и среднеоблиственные, мелкозерные.

Гибридизация привела к тому, что появилось много промежуточных форм, которые трудно отнести к той или иной группе.

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Морфологические признаки. Морфология растения ячменя, включая строение цветка, типична для колосовых злаков. Обычно высота растения меньше, чем у пшеницы, но стебель менее прочный, склонный к полеганию, что является одним из недостатков этой культуры. Пластинка верхнего (флагового) листа не играет такой важной роли в снабжении колоса пластическим материалом, но зато влагалище его развито очень хорошо. Ячмень обильно (больше, чем другие культурные злаки) кустится, но встречаются и менее склонные к кущению формы. Грубые, к тому же в большинстве случаев зазубренные ости также относятся к недостаткам ячменя. У многих сортов они плохо отделяются от зерна.

Биологические особенности. У ячменя имеются как яровые, так и озимые формы, а также двуручки, т. е. формы, которые можно сеять и осенью, поскольку они обладают достаточной зимостойкостью, и весной, когда они колосятся одновременно с яровыми сортами. Типично озимые формы, т. е. не выколашивающиеся при весеннем посеве, встречаются редко. Обычно озимый ячмень колосится и при весеннем посеве, но очень поздно. Яровизация его происходит в интервале температур 0—12 °С. Озимый ячмень менее морозостоек, чем озимая пшеница и тем более рожь. Лучшие по морозостойкости формы переносят кратковременные понижения температуры на уровне узла кущения до минус 14 °С.

Семена ячменя могут прорасти при 1—2°С. Всходы выдерживают кратковременное понижение температуры до минус 8°С.

Среди зерновых ячмень — самая раннеспелая, наиболее засухоустойчивая и солевыносливая культура. Плохо переносит переувлажнение и кислые почвы. Разумеется, это только общая характеристика: диапазон сортовых различий достаточно широк. Вегетационный период ячменя варьирует от 55 до 90 дней и более. Наиболее засухоустойчивы сорта Юго-востока, юга Украины, Казахстана. Сорта Нечерноземной зоны не обладают устойчивостью к засухе. Различают, как и у пшеницы, сорта, устойчивые к весенней и летней засухам. Для многих сортов, устойчивых к летней засухе, характерны быстрый рост в ранние фазы вегетации и раннее созревание. Это позволяет им эффективно ис-

пользовать весенние запасы влаги и заканчивать вегетацию до наступления наиболее жесткой засухи. Засухоустойчивость связана также с мелкими листовыми пластинками, мощным восковым налетом, грубостью колоса и остей, хорошим развитием первичных корней. Известны жаростойкие сорта ячменя, а также сочетающие засухоустойчивость с отзывчивостью на орошение. Сорта, устойчивые к кислым почвам, встречаются в Нечерноземной зоне России и Скандинавских странах.

Ячмень поражается многими болезнями, среди которых наиболее вредоносны различные виды головни (пыльная, твердая, каманная), мучнистая роса, гельминтоспориозы (пятнистый, полосатый, сетчатый), корневые гнили. Поражается он также ржавчинными грибами, ринхоспориозом, септориозом, бактериальными и вирусными болезнями. Агротехнические и химические меры борьбы эффективны против корневых гнилей (севооборот) и различных видов головни (протравливание семян). Сильно повреждается шведской мухой.

Ячмень — высокоурожайная культура. Урожайность определяется как продуктивностью колоса, так и густотой стеблестоя. В формировании последнего большую роль играет продуктивность кущения, что отличает ячмень от яровой пшеницы.

Биология цветения и оплодотворения. Ячмень довольно строгий самоопылитель. Цветение наступает обычно одновременно с выколашиванием, а при прохладной погоде — спустя 1-2 дня. В жаркую засушливую погоду колос цветет во влагалище листа. Как и у пшеницы, возможно хазмогамное (открытое) и клейстогамное (закрытое) цветение. Имеются значительные сортовые различия по типу цветения. Многорядный ячмень чаще цветет открыто, а боковые колоски — чаще, чем центральные. Прохладная влажная погода благоприятствует открытому цветению, жаркая сухая — закрытому. Цветение начинается в 6 ч утра, достигает максимума к 7—8 ч и к полудню затухает, но может продолжаться и весь день. В жаркие дни максимум наступает раньше и лучше выражен, чем в прохладные.

Цветение начинается в центре колоса и распространяется к его верхушке и основанию. Первыми зацветают центральные колоски. У двурядного ячменя группы нутанция боковые колоски могут давать фертильную пыльцу, но цветение их сильно запаздывает. Колос цветет 2—4 дня. Рыльца остаются жизнеспособными 4—6 дней с момента цветения, но максимальная способность к оплодотворению наблюдается на 2—3-й день. Пыльца ячменя, как и пыльца пшеницы, быстро теряет оплодотворяющую способность: через 10 мин пребывания на открытом воздухе она утрачивается полностью.

ГЕНЕТИКА

Диплоидное число хромосом у ячменя равно 14. Благодаря простому кариотипу, строгому самоопылению и большому числу генов с явным фенотипическим проявлением генетика ячменя хорошо изучена. Большая часть генов отнесена к определенной группе сцепления. Составлены хромосомные карты. У ячменя известно много генов, аллели которых обуславливают проявление того или иного варианта морфологического признака. Эти гены могут быть использованы в качестве маркерных при контроле качества гибридизации по *F1*. Наиболее простой и часто встречающийся случай — моногенное наследование с доминированием. Однако известны случаи более сложного наследования, а также неполное доминирование.

В таблице 1 приведены основные морфологические признаки ячменя и особенности их наследования.

Случаи перемены доминирования (безостость — остистость, фуркатность — остистость) связаны, очевидно, с действием различных локусов.

Яровой тип развития доминирует над озимым. Часто расщепление моногибридное, но может происходить и по дигибридной схеме при эпистатическом действии гена яровости. Большинство хозяйственно ценных свойств ячменя имеет полигенную природу. К ним относятся урожайность и слагающие ее элементы (продуктивная кустистость, число зерен в колосе, масса 1000 зерен), продолжительность вегетационного периода и отдельных его частей, высота растения, устойчивость к полеганию, зимостойкость, засухоустойчивость, жаростойкость, устойчивость к кислым почвам и другие виды устойчивости к неблагоприятным почвенно-климатическим факторам, содержание белка в зерне и прочие характеристики, определяющие технологические и пищевые качества зерна: На фоне этих полигенных систем выявляется действие отдельных больших генов, существенно влияющих на ту или иную характеристику: массу 1000 зерен, кустистость, содержание белка и лизина в зерне, продолжительность вегетационного периода и др. Так, известны доминантные и рецессивные гены скороспелости, доминантный ген устойчивости к кислотности почвы, рецессивный ген восковидного эндосперма *wx*, доминантные гены высокой диастатической активности солода и высокой белковости зерна. Известную роль в селекции ячменя играют рецессивные гены высокого содержания лизина. Наибольшее значение имеют два из них: *lys* и *Lys3a*. Однако есть и другие.

Таблица 1 - Наследование морфологических признаков ячменя

Признак	Проявление признака		Особенности
	доминантное	рецессивного	
Число рядов колосков	Двурядность	Многорядность	Известны случаи неполного доминирования
Остистость — безостость	Безостость	Остистость	Чаще; известны случаи неполного доминирования
	Остистость	Безостость	Реже
Фуркатность — остистость	Фуркатность	Остистость	Чаще
	Остистость	Фуркатность	Реже
Зазубренность остей	Зазубренность	Гладкоостость	Известны случаи двухгенного наследования, присутствие только одного доминанта дает картину неполного доминирования (полузазубренные ости)
Плотность колоса	Рыхлый	Плотный	-
Эректоидность	Отсутствие	Наличие	Чаще серия генов <i>ert</i> (29 локусов)
	Наличие	Отсутствие	Реже
Опушенность цвет колосковых чешуи	Опушенные	Голые	-
Опушенность колосового стержня	Опушенные	Голые	-
Опушенность листовых влагалищ	Опушенные	Голые	-
Восковой налет на листьях	Отсутствие	Наличие	-
Окраска междоузлий	Антоциановая	Зеленая	Один и тот же ген или тесно сцепленные гены
Окраска узлов	»	»	-
Окраска ушек	»	»	-
Окраска цветковых чешуи и перикарпия	»	Белая	Плейотропия двух комплементарных генов
	Черная	Прочая	Плейотропия
Хлорофилльные нарушения	Норма	Нарушения	-
Пленчатость-голозерность	»	»	Голозерность обусловлена аллелем <i>p</i> , аллели <i>smn</i> и <i>sbn</i> (другие - локусы) обуславливают неполную голозерность
Ломкость колосового стержня	Ломкий	Неломкий	Трехгенная комплементарность (<i>Bt</i> — <i>Bt2</i> — <i>Bt3</i>)

Большие перспективы в селекции ячменя связывают с генами, контролирующими состав гордеинов — специфических белков эндосперма, принадлежащих к проламинам и составляющих примерно половину запасных белков зерновки. Обнаружено несколько таких сцепленных локусов. Наблюдается кодоминантный тип наследования (т. е. проявление в гетерозиготе признаков обоих аллелей). О присутствии того или иного компонента гордеина судят по электрофоретическим спектрам. Компоненты выступают в качестве своеобразных маркеров, позволяющих судить о степени однородности сортов, их родстве, а также, что очень важно, связанных с хозяйственно ценными свойствами. Так, отмечены четкие различия гордеинов озимого и ярового ячменя. Установлено, что наиболее зимостойкие формы ячменя имеют определенные аллели (*HrdA1*, *HrdAS*, *HrdB6*). Локусы гордеина сцеплены также с некоторыми генами устойчивости к мучнистой росе.

Устойчивость ячменя к болезням контролируется полигенными системами (горизонтальная устойчивость) и олигогенно (вертикальная устойчивость). Последняя имеет расоспецифическую природу. Гены вертикальной устойчивости, как правило, доминантны, но бывают и исключения. Хорошо изучена генетика устойчивости к мучнистой росе. Выявлено около 150 генов устойчивости. Часть их используется в селекции: *Mlg*, *Ml*, *Mia*, множественные аллели устойчивости локуса *Mlo* (*Mlol* и т. д.). Последние вызывают нежелательный плеiotропный эффект — хлороз. Расообразование у патогена идет очень интенсивно, и селекционные усилия быстро сводятся на нет. В Европе известно около 160 рас мучнистой росы, причем новые расы сохраняются и накапливаются в популяции. Устойчивость к пыльной головне контролируется генами *Run* (прежний символ *Un*): *Run1*, *Run3* и другими (среди них один рецессивный *run7*). Эффективны в настоящее время *Run3*, *Run6* и *Run8*. Новые, пока еще не идентифицированные гены устойчивости обнаружены в образцах из Эфиопии. Известно 9 генов устойчивости к карликовой ржавчине (*Pa*, *Pa2*, *Pa3* и т. д.). Высокоэффективны только *Pa3* и *Pa7*. Устойчивость к желтой ржавчине контролируется как доминантными, так и рецессивными генами (*Yr*, *yr*). Выявлены гены устойчивости к твердой головне, полосатому и пятнистому гельминтоспориозу, ринхоспориозу. Устойчивость, имеющая олигогенный характер, основана, как правило, на сверхчувствительности.

Генетика устойчивости к вредителям мало разработана. Известны доминантные гены устойчивости к злаковой тле.

У ячменя обнаружены многочисленные гены мужской стерильности — *ms*.

Большое значение для селекции ячменя имеют генотипические корреляции хозяйственно полезных свойств. Отмечено, что в засушливые годы урожайность коррелирует с числом зерен в колосе, а во влажные — с

продуктивной кустистостью. Кроме обычных отрицательных корреляций (урожайность — скороспелость, урожайность — содержание белка), нужно отметить уменьшение массы 1000 зерен с увеличением продолжительности периода всходы — колошение и плохую совместимость устойчивости к пыльной головне с урожайностью. Корреляция урожайность — низкое содержание белка у ячменя выражена в меньшей степени, чем у пшеницы. Селекция в той или иной мере способна преодолеть указанные отрицательные корреляции.

ЗАДАЧИ И НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ

Можно выделить общий комплекс задач селекции ячменя, а также задачи, имеющие особенно важное значение на современном этапе селекционной работы с этой культурой, и задачи, связанные с различными направлениями ее селекции.

Необходимы сорта ячменя, обладающие высокой урожайностью, особенно предназначенные для интенсивных технологий. Такие сорта должны хорошо оплачивать прибавками урожая дополнительные вложения в агротехнику, в том числе повышенные дозы удобрений. Нужны сорта для возделывания на богатых органическим веществом осушенных торфяниках. В зонах с неблагоприятными почвенно-климатическими условиями достаточно высокий уровень урожайности во многом определяется устойчивостью к ним. Необходимы сорта засухоустойчивые, а часто и жаростойкие для аридных зон, холодостойкие для северных районов, устойчивые к кислым почвам в зонах их распространения, солеустойчивые на засоленных почвах.

Очень важно иметь сорта с оптимальным вегетационным периодом. Для северных районов и районов с частыми летними засухами нужны скороспелые сорта. Для пересева погибших озимых важно иметь сорта, мало снижающие урожай при запоздании с посевом.

Сорта озимого ячменя должны отличаться высокой зимостойкостью, прежде всего морозостойкостью. Морозостойкость увеличивается при глубоком заложении узла кущения, но при этом снижается продуктивная кустистость. Кроме того, различный уровень морозостойкости определяется физиолого-биохимическими свойствами протопласта. Большой интерес для производства представляют сорта-двуручки: в случае плохой перезимовки поле может быть «отремонтировано» путем посева того же сорта. Это снимает такую семеноводческую проблему, как хранение страховых фондов яровых сортов для пересева погибших или подсева изреженных озимых посевов.

К числу свойств, определяющих технологичность возделывания и уборки, относится устойчивость к полеганию, осыпанию, обламыванию колосьев и стебля вследствие ломкости узлов, часто наблюдаемой у яч-

меня. У низкостебельных длинноколосых сортов нельзя допускать чрезмерного поникания колосьев — верхняя часть колоса может попадать в режущий аппарат комбайна. Ости должны хорошо отделяться при обмо- лоте. Заслуживает внимания селекция безостых и фуркатных форм ячме- ня, половину которых можно скармливать сельскохозяйственным живот- ным.

Сорта ячменя должны обладать устойчивостью к наиболее вредо- носным болезням и вредителям. Эту задачу необходимо конкретизировать в соответствии с условиями региона, общим комплексом мероприятий по защите растений и возможностями селекции. Создание таких сортов при- вело бы к уменьшению затрат на протравливание семян и способствовало защите внешней среды от загрязнения. Селекция на устойчивость к неко- торым насекомым (например, к шведской мухе) очень трудна, часто и не- возможна.

Среди свойств ячменя, селекция на которые особенно важна, нужно назвать устойчивость к полеганию; пластичность, т. е. способность давать стабильные урожаи в годы с различными условиями погоды и в разных местностях; устойчивость к наиболее вредоносным болезням: головне, мучнистой росе, гельминтоспориозам, корневым гнилям, карликовой ржавчине.

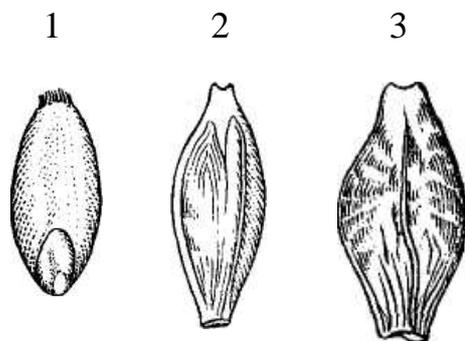


Рис. 1 Зерно ячменя:

- 1 – голозерного;
- 2 – кормового;
- 3 – пивоваренного

Ячмень кормового и крупяного направления существенно отли- чается от пивоваренного (рис.1). При использовании для кормовых целей важно высокое содержание белка в зерне и незаменимых ами- но кислот (лизина, триптофана, фенилаланина) в белке. Высокая пленчатость большой роли не играет. Ячмень, предназначенный для производства крупы, помимо питательной ценности, должен иметь высокие технологические и вкусовые достоинства.

Зерновка необходима крупная, желтая, с неглубокой борозд- кой, зерно выравненное. Крупа из такого ячменя должна быстро и

равномерно развариваться и давать большой объемный выход каши, характеризующейся приятным запахом и хорошими вкусовыми качествами.

Голозерный ячмень, обладающий более высоким содержанием белка, чем пленчатый, можно было бы использовать в качестве кормового и для производства крупы. Кроме того, зерно голозерного ячменя дает муку, обладающую довольно хорошими хлебопекарными качествами, и хорошее сырье для суррогатов кофе. Но голозерный ячмень имеет и ряд недостатков: осыпается, может прорасти на корню во влажную погоду, при обмолоте выступающий зародыш, не защищенный пленками, травмируется, и семена в связи с этим имеют низкую всхожесть. Необходимо вести селекцию на устранение этих дефектов. Пока голозерные формы ячменя в нашей стране в районировании отсутствуют. Созданы формы, сочетающие голозерность с высокой устойчивостью к осыпанию. Селекционная работа с голозерным ячменем ведется в ряде зарубежных стран (ФРГ, Франция и др.).

К сортам пивоваренного ячменя предъявляются жесткие требования. Зерно таких сортов должно быть крупным и выравненным (масса 1000 зерен 40 г и выше, сход с сита 2,5X20 мм не менее 80%). В связи с этим пивоваренный ячмень преимущественно двурядный. Однако в США и Канаде имеются многорядные сорта пивоваренного ячменя. В последнее время такие сорта появились и в Европе. Пивоваренный ячмень должен обладать высокой энергией прорастания и способностью к прорастанию (не менее 95%) и в то же время прорасти очень равномерно. Серьезным недостатком считается чрезмерно быстрое прорастание отдельных зерен (так называемые «гусары»). Оно отражается на качестве солода. Зерно пивоваренного ячменя должно быть желтой окраски, ромбической формы, иметь тонкие пленки. Тонко пленчатость можно определить на глаз: зерна с тонкими пленками имеют мелкоморщинистую чешую. Пивоваренный ячмень высокого качества имеет пленчатость не выше 9%. В то же время пленки необходимы, так как они играют определенную роль в технологии приготовления пива. Слишком высокое содержание белка (свыше 13%) в зерне ячменя делает его мало пригодным для пивоварения: ухудшается вкус пива, и уменьшается его выход. Хороший пивоваренный ячмень содержит 9—10% белка. Выход пива тем больше, чем больше в зерне крахмала, от количества которого зависит экстрактивность солода, т. е. способность отдавать в раствор сухое вещество. Она должна составлять 78—84%.

Нужно отметить, что резкой границы между пивоваренным и кормовым ячменем нет: известны сорта комбинированного ис-

пользования (например, Московский 121, Нутанс 187 и др.), но существуют и сугубо типичные сорта того и другого направления.

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ

Коллекция ВИР содержит около 18 тыс. образцов ячменя. При селекции на высокую урожайность широко используются лучшие отечественные и иностранные сорта. Отечественные сорта ячменя часто сочетают высокую урожайность с устойчивостью к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям, характерным для местностей, где они выведены. Сорта иностранной селекции по большей части экологически недостаточно приспособлены к условиям нашей страны. В селекции чаще всего используют высокоурожайные сорта из Чехословакии, Германии, Швеции, Дании, Нидерландов, Бельгии, Франции, Великобритании. Представляют большой интерес высокоурожайные шестирядные сорта ячменя из США и Канады.

Скороспелость обычно плохо сочетается с высокой урожайностью. Однако известны отдельные скороспелые и высокоурожайные сорта: Тоомас, Краснодарский 35. Некоторые западноевропейские сорта отличаются также устойчивостью к полеганию, что широко используется при гибридизации. Среди отечественных сортов высокоустойчивы к полеганию Нарымчанин, За-Зерский 85 и некоторые другие. Устойчивость к полеганию чаще всего связана с низкорослостью, но известны высокорослые достаточно устойчивые сорта (например, Викинг).

Засухоустойчивые сорта из местностей с засушливым климатом служат источниками этого важного свойства при гибридизации. Это сорта Юго-востока, Степи Украины, Средней Азии. Очень высокой засухоустойчивостью отличается старый сорт Прекоциус 143.

При селекции озимого ячменя очень важно иметь зимостойкий исходный материал. И в этом случае наиболее ценны отечественные формы, поскольку в нашей стране озимый ячмень возделывается в районах с довольно суровыми зимами. Высокой зимостойкостью характеризуются сорта юга Украины, Северного Кавказа. В Донском селекцентре выведены озимые сорта ячменя с глубоким залеганием узла кущения, а также созданы интересные формы, обладающие двумя узлами кущения: верхним и нижним. В благоприятные для перезимовки ячменя годы кущение идет за счет верхнего узла, залегающего неглубоко и способного обеспечить обильное побегообразование. Если же зима слишком суровая и верхний узел погибает, растение остается жизнеспособным за счет сохранившегося нижнего узла. В селекцию на зимостойкость могут быть вовлечены также наиболее зимостойкие сорта из Германии, Швеции, стран Северной Америки.

Устойчивостью к повышенной кислотности почвы обладают сорта из Нечерноземной зоны России и стран Северной Европы. Лучший по этому показателю сорт Московский 121. Повышенная солеустойчивость свойственна некоторым образцам из Турции, США, Канады и ряда стран Латинской Америки.

Большое значение придается выведению сортов ячменя, устойчивых к наиболее вредоносным болезням.

В странах Западной Европы, где большой урон урожаю наносит мучнистая роса, современные сорта обладают устойчивостью к этой болезни и могут быть использованы в качестве источников и доноров данного свойства. Устойчивые к мучнистой росе сорта ячменя созданы также в Канаде и США. В качестве донора в Европе широко использовали сорт Монте-Кристо, а в Канаде—североафриканские сорта Рабат и Модиа.

В западноевропейских странах селекцию на устойчивость к пыльной головне не вели. В США и Канаде созданы не восприимчивые к ней сорта. В нашей стране эффективны гены *Run3*, *Run6* и *Run8*. Первые два были обнаружены у сорта Джет из Эфиопии и переданы канадским сортам Конквист, Бонанза, Ога-литсу. Канадский сорт Мильтон обладает геном *Run8*. Все эти гены могут быть введены в новые сорта путем насыщающих скрещиваний. Отмечается, что с ними тесно не сцеплены гены, которые оказывали бы отрицательное влияние на урожайность и другие хозяйственно ценные свойства. Некоторые отечественные сорта также обладают устойчивостью к пыльной головне и могут быть использованы в селекции. В этом отношении выделяются сорта Первенец, Московский 2 и др.

Эффективные гены устойчивости к карликовой ржавчине (*Pa7* и *Pa3*) содержат некоторые сорта из Чехословакии (например, Карат) и других стран. Имеются сорта, устойчивые к твердой и каменной головне (Джет, Кейстон из Канады, Первенец), относительно устойчивые к сетчатому и полосатому гельминтоспориозу (Джет, Конквист, КМ 1192 из Чехословакии), корневым гнилям (Одесский 82, Лотос), ринхоспориозу (Эффенди из Нидерландов). Ряд отечественных сортов (Европеум 353/133, Носовский 6 и др.), а также некоторые сорта из Скандинавских стран, США и Канады слабо поражаются шведской мухой.

Имеются и другие доноры устойчивости к болезням и вредителям. Число их постоянно растет, так как каждое селекционное учреждение, работая с уже известными донорами, передает их гены устойчивости в свой селекционный материал, обладающий приспособленностью к местным условиям и другими хозяйственно ценными качествами. Это тем более необходимо, что многие первоначальные доноры имеют плохие хозяйственные характеристики. Так, упоминавшийся сорт Джет—мелкозерный, незаголоустойчив, сильно повреждается скрытостебельными вредителями,

низкоурожаен. Отрицательные свойства имеют и другие примитивные сорта из Северной Африки, а также из Эфиопии — региона, выдающегося по числу обнаруженных доноров устойчивости к болезням. Объединение генов устойчивости к разным болезням в результате интенсивной работы с донорами привело к созданию сортов с комплексной устойчивостью, которые, в свою очередь, могут быть использованы как ценные доноры. Так, канадские сорта Вестерн Форт и Оттава 3092А устойчивы к мучнистой росе, пыльной и твердой головне, карликовой ржавчине, гельминтоспориозу и, кроме того, к шведской мухе и стеблевой блохе.

При создании сортов с хорошими кормовыми качествами могут быть использованы лучшие отечественные сорта. В селекцию на высокое содержание белка и лизина широко вовлекали форму из Эфиопии Хайпроли, обладающую высоким содержанием белка в зерне (13—18%) и высоким содержанием лизина в белке (до 4,6% при 2,2—2,5% у обычных сортов). Эти выдающиеся качества обусловлены моногенно (ген *lys*). Однако указанный ген вызывает дефект эндосперма (вдавленность) и, как следствие, уменьшение урожайности. Другой широко используемый донор высокого содержания лизина Ризо 1508 (Дания) обладает геном *Lys3a*, неаллельным гену Хайпроли. Высокое содержание лизина у этого образца не сочетается с высокой белковостью. Необычно высоким содержанием белка отличается венгерский сорт Банкути Кораи. Большое количество белка содержат голозерные формы ячменя. Много ценных голозерных форм в Северном Китае, Корее, Японии, Тибете.

При селекции на крупяные качества могут быть использованы лучшие отечественные сорта.

Высокими пивоваренными качествами отличаются сорта ячменя из Чехословакии, особенно ганацкие (из области Гана в Моравии), Австрии, Германии (Бавария). Многие отечественные сорта также дают хорошее пиво (Московский 121, Комбайнер, Носовский 9 и др.).

Высокой ценностью для селекции обладают сорта с выдающейся сортообразующей способностью. Так, чешский сорт Диамант стал родоначальником 12 сортов в Чехословакии и пяти в Германии. Сорт Южный селекции ВСГИ входит в родословную шести сортов, сорт Нутанс 244 (селекции того же института) — одна из родительских форм сортов Одесский 100, Меридиан, Московский 2, Харьковский 74 и др.

МЕТОДЫ И НЕКОТОРЫЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ

Преобладающим методом создания популяций для отбора в селекции ячменя является внутривидовая гибридизация. Современные сорта ячменя имеют довольно сложные родословные, так как в скрещивание вовлекаются сорта гибридного происхождения. Применяют простые пар-

ные и сложные скрещивания, а также возвратные скрещивания, например: (Ганна ЛоосдорфскаяХНутанс 187) х Ганна Лоосдорфская→Докучаевский 1. Примером ступенчатого скрещивания может служить выведение сорта Донецкий 9: {(Донецкий 650хОдесский 14)ХДонецкий 4}хМартон Вашари 41/2}хУнион. Насыщающие скрещивания используют при введении генов устойчивости к болезням, гена высокого содержания лизина.

Отдаленная гибридизация в селекции ячменя пока практического значения не имеет. Правда, культурный ячмень легко скрещивается с *H. spontaneum* и *H. agriocrithon* Aoberg (которые, о чем было сказано выше, некоторыми систематиками не признаются как отдельные виды). Скрещивание с другими видами не дает результатов. Если семена и завязываются, то зародыш погибает.

Выращивание зародышей на питательной среде позволило получить гибриды культурного ячменя с 15 дикими видами. Получены также гибриды ячменя с рожью, пшеницей (в том числе *T. timopheevii*) и различными видами из родов пырея и элимуса. Эти скрещивания, как правило, удавались лучше, если культурный ячмень использовали в качестве отцовской формы.

Скрещивания с дикими видами перспективны, поскольку среди них есть выдающиеся по засухоустойчивости, холодостойкости, солевыносливости, устойчивости к болезням, но получаемые гибриды стерильны и в селекции ячменя не используются. Выведен амфидиплоид ячменя и пшеницы — тритодеум (тритикум плюс гордеум), но пока трудно говорить о его перспективности.

Индукцированный мутагенез. Этот метод широко применяется в селекции ячменя. Первые мутантные коммерческие сорта его были получены в Швеции: Паллас и Мари—радиомутанты сорта Бонус. Сейчас таких сортов довольно много. В Чехословакии выведен короткостебельный высокоурожайный сорт Диамант. В США методом химического мутагенеза получен сорт озимого ячменя Лютер с короткой соломиной и высоким потенциалом урожайности. Устойчивый к полеганию мутантный сорт Минский, выведен в Белорусском НИИ земледелия. В Краснодарском НИИ сельского хозяйства методом химического мутагенеза созданы озимый сорт Дебют и яровой Темп. Как и у других культур, у ячменя мутанты часто используют как исходный материал для гибридизации. Выше говорилось о выдающейся сортообразующей способности мутантного сорта Диамант. Широко применяют в скрещиваниях другой короткостебельный, обильно кустящийся мутант из Чехословакии—КМ 1192. Выше приводились сведения о мутантном доноре высокого содержания лизина.

В различных селекционных учреждениях получено большое число полиплоидов ячменя, но все они недостаточно продуктивны вследствие чрезмерности и малой кустистости. Однако при восстановлении диплоидного числа хромосом обнаружилось разнообразие, что можно использовать в дальнейшей селекционной работе.

Использование гаплоидов. Ячмень — одна из культур, в селекцию которой стали широко внедрять биотехнологические методы. Начаты работы с применением гаплоидии. Получены гаплоиды из пыльцы на питательных средах. В Германии число гаплоидов, получаемых на 100 пыльников, достигло 14. Но первые селекционные результаты достигнуты путем скрещивания гибридов F₁ культурного ячменя с *H. bulbosum* L. который выступает в этом случае в качестве «гаплопродюсера». Хромосомы *H. bulbosum* в ходе развития зародыша элиминируются. Завязавшиеся зерновки спустя 11 —16 дней после опыления вынимают из колосьев, извлекают зародыш под микроскопом и помещают его на твердую питательную среду. Зерновки предварительно стерилизуют и все операции проводят так, чтобы обеспечить стерильность пассажа. Пробирки с зародышами держат около 3 недель в темноте, чтобы развилась корневая система. С появлением колеоптиля их переносят в ростовые камеры, где выращивают растения до фазы двух-трех листьев.

Для получения удвоенных гаплоидов растения прямо в пробирках заливают раствором колхицина. Корни в этом случае защищены питательной средой. Пробирки помещают в вакуум-камеру, что способствует хорошему проникновению раствора в ткани растений, которые затем пересаживают в маленькие горшочки со стерилизованной смесью земли, песка и торфа. Когда растения окрепнут, их пересаживают в большие вазоны и доводят до созревания. Если диплоидизация не произошла (зерно не завязалось), проводят повторную обработку колхицином, срезая побеги и надевая на срезы трубочки, в которые заливают раствор колхицина. Применяют обработку физиологически активными веществами, что повышает степень завязывания семян от скрещивания с *H. bulbosum* и дает возможность растениям оправиться после обработки колхицином. Отбор ведут среди потомств удвоенных гаплоидов. Поскольку работа с ранних поколений ведется с гомозиготным материалом, это позволяет сократить сроки выведения сорта до 6 лет и использовать малые объемы популяций. Так, сорт озимого ячменя Минго, полученный в Канаде методом гаплоидной селекции, был отобран среди потомства 40 удвоенных гаплоидов. В ВСГИ этим методом были созданы сорта Исток и Одесский 115. Выход гаплоидов зависит от генотипа гибрида культурного ячменя, а также *H. bulbosum*. Последний может иметь 14, 28 и 42 хромосомы. Для скрещивания берут специальные 14-хромосомные образцы. В качестве «гаплопродюсера» может быть

использована и рожь. Но результаты в этом случае хуже. Одесская многолетняя рожь, тем не менее оказалась более удачным партнером для скрещивания с озимым ячменем благодаря совпадению времени их цветения.

В Швеции найдена линия ячменя с рецессивным геном *hap* — индуктором гаплоидии. При скрещивании этой линии с обычным ячменем в F₂ выщепляется до 40% гаплоидных растений.

Селекция на густой стеблестой. У ячменя, как и у пшеницы, выявилось направление селекции на выведение сортов с пониженной аутоконкуренцией, способных выдерживать большую густоту стояния растений. Есть образцы, которые могут образовывать 700—800 колосоносных побегов на 1 м². Считают, что их число может быть доведено до 1000.

Селекция на высокое содержание лизина. В селекции ячменя как особое направление оформилось выведение высоколизиновых сортов с использованием генов *lys*. Зерно таких сортов обладает повышенной кормовой ценностью (например, сорт Одесский 84Л). Однако гены высокого содержания лизина снижают урожай на 10—15%. Это сдерживает селекцию высоколизиновых сортов.

Селекция на устойчивость к болезням. Выведение сортов, устойчивых к болезням, — сложная проблема. Гены устойчивости к мучнистой росе быстро преодолеваются патогеном. Олигогенная устойчивость к другим облигатным возбудителям болезней теряется медленнее (особенно к желтой ржавчине). Тем не менее, число доноров ограничено; и представляется необходимым усилить селекцию на горизонтальную долговременную, хотя и неполную устойчивость.

Гибридный ячмень. Попытки создания гибридного ячменя пока не принесли успеха. ЦМС получена на основе сочетания цитоплазмы *H. jubatum* и ядра культурного ячменя. От этого скрещивания появились и линии-восстановители. Однако цитоплазма *H. jubatum* вызывает слишком позднее цветение, что препятствует получению гибридных семян. Открыта ЦМС у *H. spontaneum*. У него же обнаружены восстановители фертильности. Для использования генов мужской стерильности *ms* были разработаны схемы, позволяющие выделять из популяции гомозиготные стерильные растения для получения на них гибридных семян. Однако экономически такие схемы себя не оправдали.

МЕТОДИКА И ТЕХНИКА СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Селекционный процесс у ячменя не имеет существенных особенностей по сравнению с другими культурными злаками-самоопылителями.

Техника гибридизации. Чаще всего применяют принудительное опыление (в том числе и повторное) и метод «твел».

Для работы с ячменем (как и в селекции пшеницы) предложен оригинальный метод гибридизации на срезанных побегах. Побеги срезают в момент появления остей и помещают концами соломин в питательный раствор, содержащий сахарозу, элементы минерального питания. В качестве консерванта добавляют хлорамин. Гибридизация на срезанных побегах ведется в помещении в комфортных условиях и обеспечивает высокий процент завязывания. После опыления побеги доращиваются в питательном растворе. Недостаток метода — щуплое зерно, в связи с чем необходимы тщательная разделка почвы и аккуратный посев. При несовпадении времени цветения отцовского и материнского сорта можно срезать колосья опылителя и хранить их в холодильнике, поместив концами соломин в воду. При 2,2°C колосья можно хранить до 26 дней, при 10 °C — до 14.

Нужно отметить успешную попытку вовлечения генов мужской стерильности ячменя для получения сложной гибридной популяции. В Калифорнии использовали гибриды ячменя с генами мужской стерильности и практически всю мировую коллекцию ячменя в качестве опылителей, чтобы путем свободного опыления получить большое количество гибридных семян (было собрано 13,2 кг *F1*). После выращивания *F2* семена были отправлены во многие страны для дальнейшей селекционной работы.

Методы отбора. При работе с ячменем применяют методы отбора, типичные для самоопылителей. Предпочитают отбирать элитные растения, так как у ячменя значительную роль в создании урожая играют боковые побеги, но практикуется и поколосовой отбор.

Селекционные оценки. К специфическим для ячменя относятся полевые оценки устойчивости к обламыванию колосьев и степени их понижения.

Анализ зерна как кормового, крупяного, так и пивоваренного ячменя включает определение пленчатости, содержания белка (по содержанию азота) и оценки, специфические для каждого из этих направлений.

Количество азота, как и у пшеницы, определяют методом Кьельдаля или косвенными методами, содержание лизина устанавливают на автоматических аминокислотных анализаторах, а также колориметрически по цветной реакции с нингидрином.

Кормовую ценность селекционных образцов ячменя определяют, скармливая их лабораторным животным (мышам, крысам, карликовым свиньям) с необходимыми добавками и оценивая приросты живой массы.

У ячменя крупяного направления оценивают выход крупы, ее технологические и пищевые свойства. Определяют отношение объема каши к объему крупы — коэффициент разваримости, ее цвет, запах и вкус. На

ранних этапах селекции устанавливают крупность зерна, его окраску и глубину бороздки.

Пивоваренные качества наиболее полно можно оценить в процессе пивоварения и по качеству приготовленного пива. Вначале готовят солод, т. е. проращивают ячмень и высушивают его. При этом эндосперм приобретает более рыхлую структуру, крахмал, белок и другие запасные вещества распадаются, накапливаются ферменты, вызывающие этот распад. Солод дробят и смешивают с водой (затирают). Образовавшееся сусло — раствор веществ эндосперма — отфильтровывают от остатков солода (добины) и варят с хмелем. Затем вновь фильтруют, охлаждают и оставляют бродить, добавив пивные дрожжи. В результате получают пиво.

В процессе приготовления пива определяют экстрактивность солода, т. е. процент его сухих веществ, перешедших в раствор, по плотности сусла (пикнометром или рефрактометром). Цветность устанавливают, подбирая раствор йода, одинаковый по окраске с суслом. Она выражается в миллилитрах 0,1 н. раствора йода на 100 мл воды. Диастатическую силу солода (ДС) выражают в граммах мальтозы, образовавшейся из растворимого крахмала под действием 100 г солода. Очень хороший солод имеет ДС выше 250, хороший — в пределах 200—250, диастатическая сила ниже 150 характеризует плохие качества солода.

На ранних этапах селекции используют косвенные показатели, от которых зависят пивоваренные свойства ячменя. Так, процент зерен с мучнистым эндоспермом хорошо коррелирует с экстрактивностью солода. У лучших пивоваренных сортов он достигает 96—100%. Имеют значение, как об этом сказано выше, окраска, форма зерен, их крупность и выравненность. Все эти показатели получают при глазомерной оценке.

Другая серия оценок косвенных показателей пивоваренных свойств (пленчатость, энергия и способность к прорастанию, выравненность с помощью комплекта сит и, наконец, процент белка) приурочивается к более поздним этапам. Чтобы облегчить отделение пленок, зерна ячменя помещают в 3%-ный раствор едкого натра. Способность к прорастанию определяют, заливая зерна на определенные сроки водой, а затем оставляя их в атмосфере, насыщенной водяным паром. Энергию прорастания (процент проросших зерен) определяют на третий день, а способность к прорастанию — на пятый. Дружно прорастающее зерно обладает хорошими пивоваренными качествами.

ДОСТИЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ

В России районировано свыше 100 сортов ярового ячменя и свыше 40 — озимого. Селекцию этой культуры интенсивно ведут многие селекционные центры. Больших успехов в создании сортов ярового ячменя

достигли ВСГИ, Донецкая государственная областная сельскохозяйственная опытная станция, НИИ сельского хозяйства центральных районов Нечерноземной зоны, НИИ сельского хозяйства Северо-востока и другие селекционные учреждения, озимого—Краснодарский НИИ сельского хозяйства имени П. П. Лукьяненко, ВСГИ, Донской селекцентр и др.

Большие площади заняты сортами Донецкой государственной областной сельскохозяйственной опытной станции — Донецкий 4, Донецкий 6, Донецкий 8, отличающимися высокой засухоустойчивостью. Среди сортов ВСГИ, созданных под руководством академика П. Ф. Гаркавого, широко распространены. Одесский 36, Одесский 100. Сорт Первенец, выведенный в этом институте, замечателен комплексной устойчивостью к пыльной и твердой головне, гельминтоспориозу, корневым гнилям, высоким содержанием белка в зерне. В ВСГИ создан новый сорт интенсивного типа Романтик, устойчивый к пыльной головне. Устойчивостью к этой болезни отличаются и такие недавно районированные сорта, как Белогорский Северо-Западного НИИ сельского хозяйства и Московский 2 НИИ сельского хозяйства центральных районов Нечерноземной зоны. Значительные площади продолжает занимать старый сорт этого института Московский 121, толерантный к шведской мухе. На больших площадях размещены сорта Красноуфимский 95 Красноуфимской опытно-селекционной станции, Абава Стендской опытно-селекционной станции, Зерноградский 73 Донского селекцентра.

Значительных успехов достигла селекция на устойчивость к полеганию. Устойчивы к нему новый сорт Белорусского НИИ земледелия Зазерский 85, сорт Луч НИИ сельского хозяйства Северо-востока, Носовский 9 Черниговской государственной областной сельскохозяйственной опытной станции, Московский 2 и др.

Некоторое значение имеют сорта иностранной селекции Роланд, Ида (Швеция) и др.

Среди сортов озимого ячменя нужно отметить такие сорта ВСГИ, как Одесская 46 (двуручка), Оксамыт. Выведены новые зимостойкие сорта-двуручки Одесский 86 и Росава. Целая серия высокоурожайных озимых сортов создана в Краснодарском НИИ сельского хозяйства (Актив, Дебют, Новатор и др.). Особенно высокой урожайностью отличается сорт Циклон, устойчивый к полеганию и неблагоприятным условиям зимовки. Еще более зимостоек новый сорт Радикал. Высокой зимостойкостью характеризуется сорт Донского селекцентра Силуэт.

Среди районированных сортов немало высокоурожайных с хорошими кормовыми, крупяными и пивоваренными качествами. Проблемой остается создание сортов, обладающих комплексной устойчивостью к наиболее опасным болезням этой культуры, а в селекции озимого ячменя, кроме того, — повышение зимостойкости.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Чем различаются подвиды ячменя посевного?
2. Из каких регионов земного шара происходит культурный ячмень?
3. Каковы символы генов устойчивости к мучнистой росе, пыльной головней карликовой ржавчине?
4. Какие требования предъявляются к зерну кормового, крупяного и пивоваренного ячменя?
5. Какова роль мутагенеза в селекции ячменя?
6. В чем сущность метода «гаплопродюсера»?
7. Какие селекционные центры России достигли наибольших успехов в селекции ярового и озимого ячменя?

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Е.С., Паушева З.П. Генетика, селекция и семеноводство гречихи. Киев: Вища школа, 1988.
2. Бадина Г.В. Селекция и семеноводство льна-долгунца в Нечерноземной зоне. Л., 1982.
3. Будин К.З. Генетические основы селекции картофеля. Л.: Агропромиздат, 1986.
4. Генетика сахарной свеклы/ под ред. С.И. Малецкого. Новосибирск: Наука, 1984.
5. Гуляев Г.В., Гужов Ю.Л. Селекция и семеноводство полевых культур. М.: Агропромиздат, 1987.
6. Методические указания по селекции многолетних трав / ВНИИТЭИагрорпром. М., 1987.
7. Новоселова А.С. Селекция и семеноводство клевера. М.: Агропромиздат, 1987.
8. Попов Г.И., Васько В.Т. Селекция и семеноводство озимой ржи. Л.: Агропромиздат, 1987.
9. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур. / Под ред. Ю.Б. Коновалова. М.: Агропромиздат, 1987.

Технический редактор – М.Е. Кабанова
Отпечатано в издательско-полиграфическом центре МичГАУ
Подписано в печать 19.12.07 г. Формат 60x84 ¹/₁₆,
Бумага офсетная № 1. Усл.печ.л. 1,27 Тираж 45 экз. Ризограф
Заказ №

Издательско-полиграфический центр
Мичуринского государственного аграрного университета
393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, 101,
тел. +7 (47545) 5-55-12
E-mail: vvdem@mgau.ru

