

**Министерство сельского хозяйства РФ**

---

**Московская сельскохозяйственная академия имени  
К.А. Тимирязева**

---

**Кафедра селекции и семеноводства полевых культур**

## **Селекция ячменя пивоваренного направления**

Выполнила студентка 56-й группы  
**Помякшева Л.В.**

Руководитель  
**Рубец В.С.**

## Введение

Из Приказа Министерства сельского хозяйства и продовольствия РФ № 278 от 18.03.2002 г. «О проекте отраслевой целевой Программы обеспечения устойчивого производства пивоваренного ячменя и солода в РФ на 2002 - 2005 гг. и на период до 2010 г.»:

«...в связи с ростом производства пива в России резко возрос спрос на качественное и высокотехнологичное сырье: солод и пивоваренный ячмень.

Общая потребность в пивоваренной отрасли в 2001 г. составила 1 млн. тонн ячменного солода, что соответствует 1,4 млн. т пивоваренного ячменя. В настоящее время из-за низкого качества отечественного ячменя производство солода в России не превышает 400 тыс. т в год. Разница покрывается за счет зарубежных поставок. Около 70% пива производится на импортном сырье...»

Из решения коллегии:

«...2...разработать нормативные документы по государственным стандартам на пивоваренный ячмень, солод и пиво согласно современным международным требованиям».

«...3...обеспечить доработку и дальнейшую реализацию проекта подпрограммы научного обеспечения «Пивоваренный ячмень и солод», обратив особое внимание на ускорение работы по селекции и семеноводству высокотехнологичных в пивоварении сортов ячменя, доработку технологий его возделывания, доработку и хранение, а также на подготовку кадров».[13]

Биохимия и морфофизиологические особенности строения зерновки ячменя лучше, чем у зерна других культур, подходят для промышленной технологии производства пива.[6]

В России впервые научные исследования по пивоварению были проведены выдающимся ученым-агрономом А.Г. Болотовым. В 1733 г. он опубликовал труд «Исследования пивоваренных материалов». В своих

исследованиях он делал основной упор на содержание белка в ячмене, утверждая, что оно должно быть максимально низким.[5]

Современные зарубежные ученые пришли к выводу, что важно не столько количество белка, сколько его качество. И высокобелковые сорта ячменя дают хорошее пиво, если их выращивают при благоприятных условиях. Известно, что в Чехии предусмотрены две технологии пивоварения: из высокобелкового и низкобелкового ячменя.[5]

Особого развития селекция пивоваренного ячменя в России не получила, в советское время все внимание селекционеров было направлено на выведение высокобелковых сортов кормового ячменя. До 50-х гг. века в СССР вообще не было ГОСТа на пивоваренный ячмень. В НИИСХ Юго-востока в свое время был выведен сорт ячменя Нутанс187, который отличался высокой засухоустойчивостью и довольно низкими пивоваренными качествами. Из такого ячменя пиво получалось худшего качества и выход его меньше.[6] В условиях Северо-востока (Кировская обл.) в 30-40-х гг. XX века был выведен более-менее отвечающий требованиям пивоварения сорт ячменя Винер. Больше до 90-х г. XX века в этом направлении работы не велись.[14]

В результате сейчас до 90 % солода - это импортируемое сырье, довольно дорогостояще. Кроме того, в Россию сейчас везут семена зарубежных сортов и внедряют их в производство. За неимением собственных фермерские хозяйства возделывают эти сорта, однако не все они реализуют свою потенциальную продуктивность в наших условиях. Но на самом деле уже сейчас направление селекции ячменя на пивоваренные цели в России развивается, все как обычно упирается в финансирование отрасли.

Сорта ячменя пивоваренного направления оцениваются более чем по двадцати показателям, однако основных - несколько, на которые и ориентируются селекционеры, отбирая исходный материал и проводя отбор в полученных популяциях. Это признаки:

- Форма и крупность зерна: сход с сита 2,2\*2,5 мм – не менее 85%
- Высокая экстрактивность (не менее 75-78%)
- Масса 1000 семян более 40 г
- Содержание белка не более 12,5 %
- Пленчатость не более 9% (но и меньше неблагоприятно)
- Энергия прорастания не менее 95% [1]

Кроме этих признаков следует принимать во внимание и то, что ячмень в России должен обладать высокой засухоустойчивостью, особенно в Юго-восточных районах РФ.

## Глава 1. Почвенно-климатические условия зон ведения селекции

В России селекция пивоваренного ячменя ведется в основном в Европейской части, в Поволжье: Пензенская, Саратовская, Кировская области, в Краснодарском крае, в Ростовской области.

Общая отличительная черта климата Поволжья – это летние засухи, при высоких температурах обычно выпадает небольшое количество осадков (см. таблица 1).

Основные почвенно-климатические условия районов селекции [1]

Таблица 1

Район	сред. t°С зимой	сред. t°С летом	сред. кол-во осадков за вегет.пер.	почвы
Кировская обл.	-13..- 15°С	+17..+20°С	350-400 мм	Дерново- подзолистые среднесуглинистые
Пензенская обл.	-11..- 13°С	+20..+22°С	380-450 мм	Черноземы обыкновенные
Саратовская обл.	-11..- 13°С	+23..+25°С	150-200 мм	Черноземы обыкновенные
Чувашская респ.	-12..- 14°С	+18..+20°С	350-400 мм	Дерновые Средне- и тяжелосуглинистые, серые лесные
Ростовская обл.	-5..-8°С	+24..+26°С	300-400 мм	Черноземы обыкновенные
Краснодарский край	-3..-5°С	+24..+27°С	500-800 мм	Черноземы Южные и обыкновенные

В каждом из этих районов благоприятны условия для возделывания многих с/х культур, в том числе и ячменя, но возникают определенные трудности, связанные со спецификой климата. Особенно это касается Поволжья и близлежащих районов. Здесь лимитирующим фактором является недостаток влаги, особенно в весенне-летний период. В связи с этим выводимый и районированный в этих районах ячмень должен быть еще и засухоустойчив.

В зимний период во многие годы формируется тонкий неустойчивый снежный покров, а морозы бывают довольно сильные. Поэтому предпочтение здесь отдают яровому ячменю, хотя озимый в большей степени отвечает требованиям пивоварения, да и урожайность у него выше. Считают, что пивоваренный ячмень не должен быть скороспелым, с увеличением длины вегетационного периода снижается содержание белка в зерне, и отбор по признаку «продолжительность периода всходы – колошение» надо проводить в ранних гибридных популяциях.[11] Однако в условиях недостатка влаги длительный вегетационный период не позволяет сформировать полноценное зерно, поэтому предпочтительнее скороспелые формы.[12]

Следующая сложность заключается в том, что в Европейской части России наблюдается тенденция повышения накопления в зерне белка с запада на восток. Этому способствуют и климатические условия территорий. Когда в СССР активно велась селекция ячменя кормового направления, это было очень кстати, поскольку выводили прежде всего высокобелковые сорта, со сбалансированным содержанием аминокислот. И центры селекции ячменя возникали преимущественно в Восточной (точнее, Юго-восточной) части европейской России (высокие температуры в летний период и низкая влажность способствуют накоплению белка). Однако пивоваренный ячмень, как уже упоминалось, должен содержать как можно меньше белка и соответственно больше сахаров. И этого нужно добиваться в тех же условиях.

Что касается Краснодарского края, то там в связи с теплой зимой есть возможность выращивать озимый ячмень и вести селекцию. На сегодняшний день этот район считается одним из самых перспективных в области селекции пивоваренного ячменя.

Селекция и возделывание пивоваренных сортов ячменя за рубежом наблюдается по всей Европе, особенно в Германии, Франции, Чехии, Венгрии. Там благоприятные климатические условия (теплые зимы, не очень высокие летние температуры и достаточно осадков), почвы преимущественно черноземные и каштановые. И в этих районах селекция ведется гораздо активнее, чем в России, однако попытки интродукции зарубежных сортов в российские условия показали, что даже самые урожайные и пластичные сорта приживаются плохо, урожаи снижаются.

## **Глава 2. Исходный материал и методы создания популяций для отбора**

Как было сказано ранее, до 90-х гг. XX века селекция ячменя пивоваренного в России практически не велась. В начале 90-х в поисках форм с нужными хозяйственными признаками начали исследовать коллекции ВНИИРа им. Вавилова, в которую входят сортообразцы, собранные по всему миру. Работы велись в Пензенском НИИСХ, в Кировской области (НИИСХ Северо-востока) и в других институтах и опытных станциях.

В Краснодарском НИИСХ прежде всего начали выяснять, какой из сортотипов ячменя лучше всего отвечает требованиям пивоварения. В результате выяснилось, что в наибольшей степени этим требованиям отвечает двурядный озимый сортотип (Масса 1000 зерен - 38-48 г, крупность - 78 – 94%, содерж. белка 9 – 12%, экстрактивность – 75 – 80%).[14]

В НИИСХ Северо-востока изучалось более 100 сортообразцов коллекции. Для сравнения за стандарт были приняты районированные в Кировской и Вологодской области сорта ярового ячменя Биос-1, Абова.

Большинство исследуемых генотипов не отличалось продуктивностью. Были отмечены как высокоурожайные сорта Тутейши (Беларусь), Sema1 (Дания), Natasha, Sigma (Франция) - 50 и более ц/га (выше st на 20-30%). Кроме того, данные образцы были устойчивы к полеганию, что также необходимо пивоваренному ячменю. До 10% протеина содержат сорта Sigma, Delta. Экстрактивность 78-79% у сортов Perun (Чехия), Frida, Delta, Natasha. Повышенным качеством отличались и российские сорта ячменя: Зазерский 85, Одесский 115, новый сорт Джин.[14]

Лучшие сортообразцы были вовлечены в селекцию и скрещивались с районированными и перспективными сортами ячменя.[14]

В ПензНИИСХ в 1994-1996 гг. также исследовались образцы из коллекции ВНИИРа. Здесь за стандарт приняли сорта Одесский 100 и Прерия. Большая часть исследуемого материала имела «плавную» изменчивость по всем признакам. Отбирали исходный материал по числу зерен в колосе и массе зерна с единицы площади. Предпочтительно крупное выровненное зерно (M 1000 зерен – 45-55 г) и хорошая озерненность колоса (выше 22-25 шт.). Скороспелые, устойчивые к полеганию сорта: Ноктюрн, Темп, Омский 88, Скиф. Низким содержанием белка на фоне остальных отличались сорта Джин, Одесский 115, Престиж, Sema1, Senoz (Дания),[12] Омский 85, Brieg (США), Кедр, гибрид Донецкий 8\*Irene. У сортов Кедр, Харьковский 99, Нутанс 642, Одесский 115 наблюдалась повышенная экстрактивность и высокая энергия прорастания. Представленные сорта были вовлечены в селекцию высокопродуктивных сортов пивоваренного ячменя.[8]

На Краснокутской селекц.-опытной станции (Саратовская обл.) еще в 1984 г. был получен сорт-донор пивоваренных качеств (малопродуктивный): Одесский 111, при создании которого использовался высококачественный сорт Эльгина. В 1986 г. была получена линия 642: Одесский 111/Донецкий 4/Донецкий 8, и впоследствии вывели сорт Нутанс 642, превышавший Нутанс 187 по всем качествам.[6]



В Чешской республике селекция ячменя на пивоваренные качества ведется уже более 120 лет. И там также подтверждено, что наилучшими пивоваренными качествами обладают сорта озимого двурядного сортотипа ячменя (испытания 1992 – 1995 гг.), но в условиях Чехии он имеет более низкую зимостойкость, чем многорядный. Зимостойкость таким образом – лимитирующий фактор селекции. Имеется и яровой пивоваренный ячмень, но при выращивании технологии возделывания озимого и ярового ячменя сильно отличаются (различные дозы гербицидов, минеральных удобрений и т.д.). При изучении исходного материала тестировали многорядный и двурядный ячмень, и выяснили, что белка в них примерно одинаковое содержание (10,6% и 11,4% соответственно), но экстрактивность многорядного - не достигает 80% и использовать его в дальнейшей селекции нецелесообразно. Хорошими пивоваренными качествами отличались сорта чешской селекции: Marka, Marinka, Monaco.[16]

В ходе работ были предприняты попытки идентифицировать гены, отвечающие за хозяйственно ценные признаки ячменя. Большинство хозяйственно ценных признаков имеют полигенную природу. Генетический анализ продолжительности периода «всходы – колошение» (связан с длиной вегетационного периода) показал, что чаще всего рецессивные гены отвечают за скороспелость, и преобладают аддитивные эффекты генов в наследовании сроков колошения. Изменчивость признака также находится под контролем генотипа, он преобладает над взаимодействием «генотип\*среда». Но тем не менее под влиянием условий среды может иметь место перераспределение набора генов, отвечающих за сроки колошения (лабильность аддитивно-доминантной системы генов).[11] Для идентификации генов также были созданы многомаркерные аналоги ячменя сорта Одесский 100 с донорными сегментами хромосом других сортов. Они создавались с использованием беккроссов, и при этом у аналогов сильно снижалась масса 1000 зерен, но зато удалось идентифицировать нужные гены.[2]

В селекции пивоваренного ячменя применялись методы, сходные с методами селекции кормового ячменя. Проводили простые, рецiproкные и насыщающие скрещивания ячменей из разных экотипов[10], в НИИСХ Северо-востока проводят внутривидовую гибридизацию с вовлечением в процесс высокопродуктивных и адаптированных сортов, ежегодно испытываются от 50 до 80 гибридных комбинаций.[14] В ПензНИИСХ с 1994 г. испытывают более 160 комбинаций простых парных скрещиваний адаптированных местных сортов с лучшими образцами коллекции ВНИИРа.[8]

При создании сорта ярового ячменя Харьковский 99 в институте растениеводства им. В.Я. Юрьева было использовано сочетание методов внутривидовой гибридизации и химического мутагенеза,[9] а гибридная популяция, из которой был отобран сорт Зерноградец 770 (Ростовская обл.), была получена путем скрещивания высокопродуктивных сортов местной селекции Маныч 459 и Зерноградский 366.[15] В Краснодарском НИИСХ с помощью химического мутагенеза повышали в популяции массу 1000 зерен и впоследствии в  $M_2$  отбирали пары для скрещивания на основе органолептической и визуальной оценки.[3]

Опыты показали, что отдаленная гибридизация, в отличие от внутривидовой, нужных результатов не дала, и в настоящее время как метод селекции ячменя не используется. Это отчасти связано и с биологией ячменя: ячмень – довольно строгий самоопылитель.

### **Глава 3. Методы отбора и оценки перспективных форм**

В селекции ячменя на пивоваренные качества отбор ведется в основном из ранних популяций (2-4), гибридных или мутантных. Проводят индивидуальный отбор (сорт Зерноградец 770, Харьковский 99: отбор элиты, сорта Краснодарского НИИСХ), отбор ведется по основным хозяйственно полезным признакам ячменя на пивоваренные цели. Кроме того, оценивали

такие признаки, как морозостойкость и урожайность, принимая за стандарт местные адаптированные сорта,[4] устойчивость к болезням, устойчивость к полеганию (Зерноградец 770). Также сорт Зерноградец 770 в экологических испытаниях в Ростовской области (Северо-Донецкая опытная станция) и в Калмыкии (Калмыцкий НИИСХ) дал повышенные урожаи по сравнению со стандартом.[15]

В сортоиспытаниях также очень важны условия возделывания. При низком уровне агротехники даже самые перспективные высокоурожайные сорта не дадут достаточного урожая зерна надлежащего качества.

В Чувашском НИИСХ были тестированы 5 районированных сортов пивоваренного ячменя: Биос 1, Гонар, Зазерский 85, Роланд, Эльф. Выяснилось, что зерно сорта Биос 1 крупнее остальных, лучше по пивоваренным качествам, пленчатость зерна ниже остальных, семеноводство этого сорта вести удобнее, сорт имеет генетическую устойчивость к пыльной головне. Но данный сорт лучше всего возделывать на юге республики, на севере он не отвечает требованиям к пивоваренному ячменю. Сорт Эльф в этом плане более пластичен: при несколько более мелком зерне и повышенном (по сравнению с Биосом) содержании белка он дает устойчивые урожаи и на севере республики.

Как установлено, очень важны в агротехнике удобрения: при внесении полных доз фосфора и калия азотом посеvy лучше не перекармливать, во избежание накопления излишнего количества белка. Фосфор и калий же улучшают качество солода и, соответственно, пива. Агротехника – стандартная для ячменя, лучшие предшественники – озимая и яровая пшеница, силосные, однако севооборот несущественно влияет на зерно.[7]

## Выводы

Результатами селекции ячменя на пивоваренные цели могут являться полученные сорта и линии ячменя за период с 1988 по 2000 г., в большой степени отвечающие всем требованиям пивоварения. Некоторые из них представлены в таблице 2 с характеристиками зерна.

**Некоторые сорта пивоваренного ячменя**

Таблица 2

Сорт, линия	Ориги- натор	М 1000з, г	Круп- ность, %	Белок , %	Плен ча- тость, %	Экстрак- тивность ,%	Веget. пер. дн.	Уро жай- ност ь,ц/г а
Аслан	Краснодарский НИИСХ	48,6	91,7	11,2		79,3		
К-10	----    ----	45,6	92,3	9,1		81,0		
278315/Обзор	----    ----	49,6	91,7	10,0		78,1		
Соната*305/2	----    ----	53,2	94,2	10,8		78,7		
7587-86	НИИСХ Северо- востока			11,6		79,2	70	59,3
708-90	----    ----			12,4		77,4	65	57,7
Близнаец	----    ----			10,2		79,5		
Зерноградец770	Северо-Донецкая опыт. станция	52,6		11,7		79,0	85	41,5
Нутанс 278	Краснокутская Селекц.-опытная станция	47,3	92,0	12,3	9,1	78,5		
Харьковский99	Институт растениеводства им. Юрьева	49,3	94,8	10,9	7,7	80,5		

Линии 3587-86 и 708-90 получены соответственно в результате скрещивания сортов: Зазерский 85\*Московский 3 и Джин\*Одесский 115

соответственно. Сорт Джин в реестре с 1996 г. Засухоустойчив, среднеспелый, дает высококачественный солод. Районирован в Краснодарском крае, Ростовской обл., Северо-Кавказском регионе.[14]

Линия Соната\*305/2 с 1999 г. – в Госсортоиспытании.[4]

Сорт Харьковский 99 – районирован в 1994 г. в Алтайском крае, Волгоградской и Пензенской областях. Лесостепной экотип, включен в список пивоваренных сортов.[9]

В заключении следует отметить еще раз, что селекция пивоваренного ячменя в России – перспективное направление, что она необходима, поскольку иначе российская отрасль пивоварения будет полностью зависеть от поставок дорогого импортного сырья (примерно такая ситуация наблюдается сейчас). Но основные задачи сейчас заключаются не только в выведении пивоваренных сортов ячменя, но и внедрение новых сортов в производство. Это позволит снизить затраты на производство пива в России и одновременно повысить его качество. И если программа Правительства РФ по обеспечению пивоваренной отрасли ячменем и солодом российского производства будет реально выполняться, то есть вероятность, что через несколько лет зарубежные сорта и сырье будут занимать в производстве гораздо меньший объем, чем в нынешнее время.

## Список литературы

1. Большой энциклопедический словарь, том «Сельское хозяйство» п/ред. Месяца В.К. и др. М., «БРЭ», 1998 г. стр. 621-622
2. Бондарь Г.П., Симоненко В.К. Масса зерновки у растений промежуточных беккроссов при создании многомаркерных аналогов ячменя сорта Одесский 100. //Изогенные линии и коллекции. Новосибирск, 1993. стр. 112-114
3. Васюков П.П. Повышение урожайности озимого и ярового ячменя путем создания новых сортов и совершенствования агротехники. Научный доклад по материалам докторской диссертации. Краснодар, 1997 г.
4. Васюков П.П., Серкин Н.В., Пишулин В.Г. Перспективы селекции пивоваренных сортов ячменя в Краснодарском крае. Краснодар, 2000 г. стр. 122-124
5. Глуховцев В.В. Об оценке пивоваренных качеств ячменя. // Вестник РАСХН, 2001 г. №4. стр.84-86
6. Ильин А.В., Калинин Ю.А., Степанова Т.И. Селекция сортов ячменя пивоваренного направления на Краснокутской селекционно-опытной станции. Саратов, 2001 г. стр.125-127
7. Казанков Ю.К. Пивоваренный ячмень в почвоохранном земледелии. // Труды Чувашского НИИСХ том 1(6). Цивильск - 2000 г. стр.209
8. Кривобочек И.И., Шабурова Г.В. Селекция ярового ячменя в ПенНИИСХ // Научно-практическая конференция. Кинель, 1997 г. стр. 40-41
9. Манзюк В.Т., Козаченко М.Р. Яровой ячмень Харьковский 99. // Селекция и семеноводство, 1993 г. №5-6. стр. 28-29
10. Мухаммедов Д.М., Расулов Р.Р. Создание исходного материала для селекции пивоваренных сортов ячменя. // Селекция и семеноводство зерновых, зернобобовых и кормовых культур. 1983 г. стр.87-88

11. Мухордова М.Е., Калашник Н.А. Генетический анализ и оценка сортов пивоваренного ячменя по срокам колошения. // Доклад VIII генетико-селекционной школы. Новосибирск, 2002 г. стр. 289-293
12. Потокина С.А. Исходный материал для селекции ярового пивоваренного ячменя. // Научно-практическая конференция. Кинель, 1997 г. стр.48-50
13. Приказ Министерства сельского хозяйства и продовольствия РФ № 278 от 18.03.2002 г. «О проекте отраслевой целевой Программы обеспечения устойчивого производства пивоваренного ячменя и солода в РФ на 2002 - 2005 гг. и на период до 2010 г.» // Информационный бюллетень Минсельхозпрома РФ. Москва. 2002 г., № 4. стр.23-24
14. Родина Н.А., Куц С.А. Использование мирового генофонда в селекции пивоваренных сортов ячменя. // Материалы научно-практической конференции. Киров, 1999 г. стр. 115-119
15. Сокол А.А., Филиппов Е.Г., Серебрянская В.П., Сокол Т.В., Матвиевская И.И. Яровой ячмень Зерноградец 770. // Селекция и семеноводство. 2001 г., №1-2. стр. 30-31
16. Spunar J., Oborny J., Spunarova M., Vaculova K. Sladovnická kvalita odrůd a novošlechtění ječmene ozimého (Пивоваренные качества новых сортов озимого ячменя) // Genetiko a šlechtění , 1996 г., №2. стр. 107-114

## Оглавление

Введение.....	1
Глава 1. Почвенно-климатические условия зон ведения селекции.....	5
Глава 2. Исходный материал и методы создания популяций для отбора.....	7
Глава 3. Методы отбора и оценки перспективных форм.....	10
Выводы.....	12
Список литературы.....	14