

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЯЧМЕНЯ ПИВОВАРЕННОГО – ОСНОВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОЛОДА ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА

Е.С. Белокурова<sup>1</sup>, Л.М. Борисова<sup>2</sup>, Г.В. Лепеш<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный торгово-экономический университет (СПбГТЭУ),  
194021, Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, д.50;

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет сервиса и экономики (СПбГУСЭ),  
191015, Санкт-Петербург, ул. Кавалергардская, 7, лит. А.

Рассмотрены вопросы увеличения объёмов выращивания пивоваренного ячменя в России. Для достижения требуемого уровня показателей качества требованиям солодоращения, предложено улучшать его физиологические показатели – энергию прорастания и способность прорастания зёрен ячменя.

*Ключевые слова:* ячмень пивоваренный, показатели качества, энергия прорастания, способность прорастания.

### PHYSIOLOGICAL QUALITY OF BARLEY MALTING – THE BASIS FOR MALT QUALITY

E.S. Belokurova, L.M. Borisova, G.V. Lepesh  
*St. Petersburg state University of Commerce and Economics, 194021, Saint-Petersburg, Novorossiyskaya st. 50;*  
*St.-Petersburg state university of service and economy (SPbSUSE),*  
*191015, St.-Petersburg, street Kavalergardsky, 7 A.*

This article describes an increase in the volume of growing malting barley, I was in Russia. Indicators of quality barley does not always meet the requirements of malting, so it is necessary to improve the physiological quality, vigor and germination capacity of barley grains.

*Keywords:* barley brewing, quality, vigor, germination capacity will

В последние годы пивоваренная отрасль пищевой промышленности является одной из самых динамично развивающихся. Но для дальнейшего развития перерабатывающих предприятий необходимо обеспечение их высококачественным сырьём. Для производства пива основным сырьём является ячмень пивоваренный. В начале XXI века пивная отрасль развивалась ускоренными темпами и ячменя для нужд пивоварения не хватало. Так, в 2001 г. потребность пивоваренной индустрии в солоде составила 1 млн. тонн, что соответствовало 1,446 млн. т зерна ячменя. Фактически из-за низкого качества отечественного ячменя производство солода в РФ не превышало 400 тыс. т. В результате до 70% пива вырабатывалось на импортном сырье. В 2002 г. российские пивовары импортировали более 600 тыс. т солода и 130 тыс. т ячменя, поэтому Министерством сельского хозяйства РФ была разработана отраслевая целевая программа "Пивоваренный ячмень и солод" на 2002-2005 гг.

и на период до 2010 г., согласно которой планировалось увеличить посевные площади под пивоваренным ячменем в РФ до 500 тыс. га, что фактически выполнено [1]. Но одного только увеличения посевных площадей недостаточно, чтобы выращивать в достаточном количестве и нужного качества пивоваренный ячмень. Для этого также необходимо совершенствовать технологии возделывания земель, а также учитывать те обстоятельства, что рост производства ячменя базируется также на своевременном сортообновлении и сортосмене. И хотя в настоящее время российские сельхозпроизводители выращивают достаточное количество ячменя пивоваренного, но он не всегда высокого качества и может быть использован для нужд пивоварения.

Качество пивоваренного ячменя регламентируется ГОСТ 5060-86 «Ячмень пивоваренный. Технические условия» [2]. Согласно этому документу, в ячмене нормируются органолептические, физические, физико-

химические и физиологические показатели. Для приготовления солода пивоваренного ячмень должен отвечать следующим критериям:

- Высокая степень всхожести семян;
- Чистота сорта;
- Крупность и выравненность зёрен по размеру;
- Низкое содержание белка.

Отечественные и зарубежные исследователи указывают на имеющуюся зависимость качества получаемого солода от энергии и способности зерна ячменя к прорастанию. Именно в момент прорастания активизируется и образуется ряд ферментов (в основном амилазы), обеспечивающих гидролиз полисахаридов (в основном крахмала) до низкомолекулярных соединений (моно- и дисахаридов), сбраживаемых дрожжами с образованием этилового спирта и углекислого газа. Солод с большим количеством непроросших зерен плохо осахаривается, полученное из него пивное сусло имеет низкую конечную степень сбраживания из-за большого количества несброженных веществ. При этом получается пиво невысокого качества. Таким образом, физиологические показатели качества ячменя пивоваренного очень важны для получения солода высокого качества [3].

В нашей работе мы определяли органолептические, физико-химические и физиологические показатели качества ячменя пивоваренного отечественного и импортного производства. Контролировались партии ячменя пивоваренного, поступающие на производство солода. Исследования проводились в соответствии с инструкцией по технологическому контролю пивоваренного производства [4].

Ячмень пивоваренный, импортируемый из Дании, по всем показателям качества, установленным в ГОСТ 5060-86, отвечал требованиям, предъявляемым к ячменю 1 класса. По внешнему виду зерно пивоваренного ячменя было однородным, выровненным, содержало мало органических и минеральных примесей. По цвету ячмень был светло-жёлтого и жёлтого цвета, имел свойственный нормальному зерну ячменя запах, без затхлого, солодового, плесневелого и других посторонних запахов. Механический анализ каче-

ства на содержание сорной, зерновой примеси, мелкого зерна и крупности показал, что сорной примеси 0,5-0,9 %; зерновой примеси 0,5 – 1,2 %; мелких зёрен 0,5 – 1,4 %; крупность в пределах 90 – 95 %.

Физико-химические показатели, наиболее важные как для хранения, так и для пивоварения, такие как, влажность и содержание белка, также были в пределах установленных стандартом норм, а именно: влажность 12,1-14,0 %; содержание белка 10,5 – 11,5 %.

При использовании ячменя для солодоращения особое внимание уделяется физиологическим показателям качества, таким как энергия прорастания и способность прорастания. В нашем случае они получились 95 – 97% и 95 до 98% соответственно.

Таким образом, все исследованные образцы ячменя пивоваренного, импортируемого из Дании (по документам в Дании и выращенного), согласно требованиям ГОСТ 5060-86 можно было отнести к ячменю 1 класса. Мы считаем, что это связано с тем фактом, что в странах ЕС требования к качеству зерна пивоваренного ячменя жёстче, чем в России и количество нормируемых показателей больше. Так, например, по содержанию белка, в Российском стандарте предел – 12,0 %, а в странах ЕС предельная норма – 11,5 %.

Ячмень пивоваренный отечественного производства урожая 2010 года по внешнему виду, цвету и запаху, соответствовал по цвету и запаху требованиям, установленным ГОСТ 5060-86 [2]: имел светло-жёлтый, характерный для ячменя, цвет; приятный, без посторонних запахов, аромат, но он содержал много примесей органического происхождения. Механическое исследование показало, что в исследуемых образцах ячменя крупность в пределах от 87,8% до 92,5%; содержание мелких зёрен от 0,73 до 2,28%; содержание зерновой примеси от 2,5 до 3,8%; содержание сорной примеси от 0,3 до 0,8%. По нашему мнению повышенное количество зерновой примеси в исследуемых образцах ячменя пивоваренного может свидетельствовать о некачественной послеуборочной обработке пивоваренного ячменя.

Физико-химические показатели у всех исследуемых образцов ячменя пивоваренного находились в пределах установленных ГОСТ

5060-86 норм: влажность от 12,7 до 14%; содержание белка от 11 до 12%.

Нами были определены физиологические показатели: энергия прорастания – от 86,4 до 92 %; способность прорастания – от 94 до 98%.

Таким образом, все исследуемые образцы ячменя пивоваренного по содержанию белка в соответствии с ГОСТ 5060-86 «Ячмень пивоваренный. Технические условия» можно отнести к ячменю 1 класса. По влажности согласно этому же стандарту можно считать его состояние сухим. По крупности, по содержанию мелких зёрен и по содержанию сорной примеси все образцы можно также отнести к 1 классу. Из рассмотренных нами образцов некоторые образцы не отвечали требованиям ГОСТ 5060-86, предъявляемым к первоклассному ячменю, по таким показателям как содержание зерновой примеси, энергия прорастания и способность прорастания.

Энергией прорастания называют содержание зёрен в процентах, проросших в течение 3 суток, а способностью прорастания называют общее количество зёрен в процентах, проросших за 5 суток. Энергия прорастания по ГОСТ 5060-86 «Ячмень пивоваренный» не нормируется, а способность прорастания пивоваренного ячменя 1-го класса должна быть не менее 95 %, а ячменя 2-го класса – не менее 90%. Разница между способностью прорастания и энергией прорастания не должна превышать 2%.

В некоторых случаях здоровый, нормальный по физическим свойствам, ячмень имеет низкую прорастаемость. В этих случаях проверяют его жизнеспособность вообще. Под жизнеспособностью зерна ячменя понимают жизненность его зародыша или потенциальную возможность зерна к прорастанию. Согласно ГОСТ 5060-86 жизнеспособность у пивоваренного ячменя 1-го и 2-го класса должна быть не менее 95 %. Жизнеспособность и способность прорастания ячменя нового урожая определяется спустя 45 дней после его уборки, т.к. у такого ячменя прошло послеуборочное дозревание и завершились биохимические процессы.

Некоторые зарубежные исследователи, в частности, аналитики компании Carls-

berg, при определении пригодности ячменного зерна для солодоращения предлагают определять индекс прорастания. В нашей работе мы проводили сравнительный анализ физиологических показателей качества ячменя пивоваренного, выращенного в России и ячменя пивоваренного, импортируемого из Дании. Во всех партиях ячменя мы определяли по вышеуказанной методике индекс прорастания ячменя пивоваренного.

Определение индекса прорастания проводили следующим образом: сначала определяли долю прорастаемых зёрен, затем определяли среднее время прорастания, а затем подсчитывали индекс прорастания.

Доля прорастаемых зёрен аналогична отечественному показателю энергия прорастания, он показывает общее количество зёрен, проросших за трое суток. Для его определения проращивали 4 x 100 зёрен на влажной фильтровальной бумаге в чашках Петри в термостате при 19,5 °С. Подсчёт и удаление проросших зёрен проводили через 24 ( $N_{24}$ ), 48 ( $N_{48}$ ) и 72 ( $N_{72}$ ) часа проращивания [5].

Долю пророщенных зёрен определяли по формуле:

$$D = \frac{N_{24} + N_{48} + N_{72}}{4}, \quad (1)$$

где  $D$  – доля пророщенных зерен.

Среднее время прорастания определяли по формуле:

$$T_{\text{ср}} = \frac{N_{24} + 2N_{48} + 3N_{72}}{N_{24} + N_{48} + N_{72}}, \quad (2)$$

где  $T_{\text{ср}}$  – среднее время прорастания.

Индекс прорастания рассчитывали по формуле:

$$I_{\text{пр}} = \frac{10}{T_{\text{ср}}}, \quad (3)$$

где  $I_{\text{пр}}$  – индекс прорастания.

Начало прорастания определяли, исходя из предложенной шкалы микрофенологических фаз прорастания семян (МФФ ПС) ярового ячменя (табл. 1).

Исследование различных партий пивоваренного ячменя, поступающего на пивоваренные предприятия России, по вышеуказанным методикам, дало следующие результаты (табл. 2).

Из таблицы 2 видно, что ячмень пивоваренный, выращенный в Дании, по своим физиологическим показателям превосходит

ячмень, выращенный в Российской Федерации.

Таблица 1. Шкала микрофенологических фаз прорастания семян (МФФ ПС) ярового ячменя

МФФ ПС	Описание
СЗ	Сухая зерновка
НН	Начало набухания (замачивание семян)
Точка	Наклеивание, появление зародышевого корешка
Корешки 1 (К1), «вилка»	Дифференциация зародышевого корешка на несколько корешков длиной 1-2 мм
Корешки 2 (К2)	Начальный рост корешков, их размер менее длины семени
Корешки 3 (К3)	Зрелые корешки размером более длины семени; ростка нет
Росток (Р)	Появление coleoptilia; семя имеет несколько корешков и росток размером менее половины длины семени
Проросток (П)	Становление полноценного проростка, имеющего не менее двух корешков размером более длины семени и ростка размером более половины длины семени

Таблица 2. Результаты определения индекса и среднего времени прорастания пивоваренного ячменя

Наименование объектов исследования	Доля пророщенных зёрен, %	Среднее время прорастания, сутки	Индекс прорастания
Ячмень пивоваренный (Дания)	96,7	1,40	7,11
Ячмень пивоваренный (Россия)	87,2	1,77	5,65

Протекание процесса проращивания ячменя по суткам можно представить в виде следующей таблицы:

На представленном рисунке (рис.1) видно, что при проращивании датского ячменя более половины зёрен прорастает в первые сутки рощения. А отечественный ячмень в первый день имеет немногим более 30 % проросших зёрен. По-видимому, это связано с тем фактом, что ячмень из Дании выровнен-

ный, однородный, поэтому прорастает значительно быстрее и равномернее.

Таблица 3. Динамика прорастания зёрен ячменя пивоваренного

Наименование партий ячменя пивоваренного	Количество проросших зёрен за 1 сутки, шт.	Количество проросших зёрен за 2 сутки, шт.	Количество проросших зёрен за 3 сутки, шт.
Ячмень из Дании	6	1	1
Ячмень из РФ	3	3	2

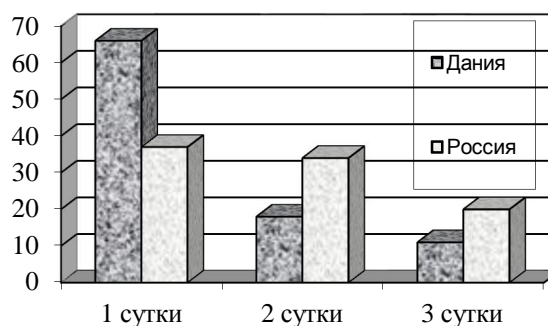


Рисунок 1. Динамика процесса проращивания

В связи с тем, что определяемые нами показатели не регламентируются отечественным ГОСТ 5060-86 «Ячмень пивоваренный. Технические условия», был определён такой показатель как способность к прорастанию. Способность к прорастанию у ячменя, выращенного в РФ, получилась 91,8 %, а у ячменя из Дании 98,1 %. Таким образом, согласно ГОСТ 5060-86 по физиологическим показателям проверенные партии ячменя из Дании можно отнести к ячменю 1 класса, а ячменя из РФ к ячменю 2 класса.

В связи с тем фактом, что Россия вступила в ВТО и активно участвует в международной торговле необходимо повышать качество выращиваемого в России ячменя пивоваренного. Для этого, во-первых, необходимо гармонизировать требования к качеству, предъявляемые отечественными стандартами с требованиями к качеству, предъявляемыми стандартами других стран. Сравнительный анализ нормируемых ГОСТ 5060-86 «Ячмень пивоваренный. Технические условия» показ-



телей качества и требований, предъявляемых к ячменю пивоваренному в странах ЕС, показал, что по таким показателям как содержание влаги, содержание белка, способность прорастания, крупность зерна имеются различия, требования ЕС жёстче. В стандарте ЕС имеется такой показатель как масса 100 зёрен, а в ГОСТ 5060-86 он отсутствует. Таким образом, становится ясно, что если ячмень и отвечает требованиям ГОСТ 5060-86, то он не всегда будет соответствовать требованиям ЕС, что очень неблагоприятно для России при проведении торговых операций со странами-членами ЕС.

Во-вторых, для определения качественных показателей ячменя пивоваренного необходимо шире использовать различные методы исследования, апробированные и широко используемые в других странах. Так, например, в пивоварении используются эталонные и экспресс-методы, разработанные в странах Европейской пивоваренной конвенции (*European Brewery Convention — EBC*), Аналитической комиссии стран Центральной Европы (*МЕВАК*) и в Американском сообществе химиков - аналитиков (*American Society of Brewing Chemists — ASBC*). Между методиками этих организации существуют различия, но и имеется много общего [6].

В-третьих, наличие большого количества зерновой примеси свидетельствует о низком уровне очистки собранного зерна ячменя, поэтому необходимо проводить мероприятия по замене зерноочистительного оборудования на заготовительных предприятиях или по дополнительной очистке зерна ячменя для снижения количества примесей и придания зерну «товарного вида».

В-четвёртых, при поступлении различных партий пивоваренного ячменя на пивоваренные заводы не всегда соблюдается

чистота сорта. В нашем случае невысокое качество зерна можно объяснить неоднородностью и невыравненностью поступающих партий зерна, что происходит из-за несоблюдения чистоты сорта. Известно, что только выровненное и однородное зерно замачивается и прорастает равномерно, одновременно достигая соответствующего растворения, обеспечивая равномерное протекание биохимических процессов. Поэтому отечественным производителям необходимо добиваться однородности и выравненности партий зерна, а это возможно только при соблюдении чистоты сорта.

### *Литература:*

1. «О ситуации в области обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации» Доклад заместителя министра сельского хозяйства РФ Николая Архипова на круглом столе «Вызовы мирового агропродовольственного рынка и продовольственная безопасность страны» 14 октября 2008 г.
2. ГОСТ 5060-86 "Ячмень пивоваренный. Технические условия"
3. Нарцисс Л. Пивоварение. Т.1 Технология солодоращения. Перевод с нем. Под общ.ред. Г.А. Ермолаевой и Е.Ф. Шанеко – СПб: Профессия, 2007 г.
4. Инструкция по техно-химическому контролю пивоваренного производства, Научно-производственное объединение напитков и минеральных вод. Москва, 1991г.
5. Франк Рат «Требования к качеству пивоваренного ячменя и их значение в процессах солодоращения и пивоварения» Материалы VLB – семинара «Сырьевая база для солодовенного и пивоваренного производства», Переславль-Залесский, 2-4 июня 2010 г.
6. Белокурова Е.С. Новые методы определения качественных показателей сырья в пивоварении.// Пиво и напитки безалкогольные и алкогольные, соки, вино №1, 2008 г. с.40-41

<sup>1</sup> Белокурова Елена Сергеевна – кандидат технических наук, доцент кафедры химии и биотехнологии СПбГТЭУ, тел.: (812) 230-54-28, моб.: +7 905 203 15 11, e-mail;

<sup>2</sup> Борисова Лилия Михайловна, кандидат химических наук, доцент, заведующая кафедрой химии и биотехнологии СПбГТЭУ, тел.: (812) 550-07-17, моб.: +7 921 334 12 18, e-mail: ttf@ice.spb.ru;

<sup>3</sup> Лепеш Григорий Васильевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Машины и оборудование бытового и жилищно-коммунального назначения», тел.: (812) 683-11-84, моб.: +7 921 751 28 29, e-mail: gregoryl@yandex.ru