

ПОЛУЧЕНИЕ СОЛОДА ИЗ ЯЧМЕНЯ ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Ж.А. Кох, Д.А. Кох

Исследованы химико-технологические показатели региональных сортов пивоваренного ячменя с точки зрения производства солода. Установлена пригодность исследуемых сортов зерновых культур для соложения и получения солода.

Ключевые слова: ячмень, солод, солодоращение, осахаривающая способность, ферментация, пивоваренный ячмень.

Важным звеном обеспечения продовольственной безопасности и независимости государства является стабильное производство достаточного количества высококачественного зерна для нужд пищевых производств.

Объективная полномасштабная оценка качества зерна, производимого в регионах Российской Федерации с весьма различающимися почвенно-климатическими условиями и в рамках сельскохозяйственных предприятий разных форм собственности, может способствовать эффективному управлению качеством зерна, оперативной выработке корректирующих мероприятий, формированию научно обоснованных практических рекомендаций для производителей, базирующихся на конкретных аналитических данных [1].

Исследование характера взаимосвязей между различными показателями качества зерна может послужить средством прогнозирования и управления определенными его свойствами, значительно влияющим на потребительские и пищевые достоинства конечного продукта.

Анализ вопроса использования ячменя Красноярского края показывает, что в основном производимое сырье направляется на фуражные цели. При этом имеются научные и практические данные, подтверждающие возможность применения данных зерновых культур для нужд пищевой и перерабатывающей промышленности. Прежде всего, для производства солода. Не стоит забывать, что увеличение производства пивоваренного ячменя позволит расширить севооборот зерновых культур сельскохозяйственным производителям [2].

Целью работы являлось изучение возможности использования местного пивоваренного ячменя для производства солода. В соответствии с заданной целью в 2014–2015 г. проводилось изучение наиболее важных химико-технологических показателей зерна культур с учетом рекомендаций сотрудников

ГНУ КНИИСХ РАСХ. В 2014 г. при проведении эксперимента учитывалось влияние зоны произрастания на технико-химические показатели исследуемых сортов. В дальнейшем проводилось лабораторное солодоращение в ящичной солодовне. Лабораторное солодоращение включает в себя следующие операции: очистка и сортировка зерна, мойка и дезинфекция, замачивание и проращивание, сушка и отлежка.

Анализ зерна в покоем состоянии производился в соответствии со следующими показателями:

- правила приемки – по ГОСТ 13586.3-2015;
- отбор проб – по ГОСТ 13586.3-2015;
- определение запаха и цвета – по ГОСТ 10967-90;
- определение влажности – по ГОСТ 3040-55;
- определение массы 1000 зерен – по ГОСТ ISO 520-2014;
- определение крахмала – по ГОСТ 10845-98;
- определение природы – по ГОСТ Р 54895-2012;
- определение содержания сахаров в зерне с применением 3,5-динитросалициловой кислоты – по ГОСТ 26176-91 [3, 4].

Анализ покоящегося зерна ячменя урожая 2014 года в сравнении с ГОСТом 5060-86 приведен в таблице 1.

Анализ показателей ячменя урожая 2015 года в зависимости от зон произрастания представлен в таблицах 2, 3, 4.

Полученные результаты, представленные в таблицах 2, 3, 4 позволяют сделать следующие выводы:

- из представленных на анализ образцов урожая 2014–2015 г. районированный пивоваренный сорт Абалак обладает пониженными солодовенными и пивоваренными свойствами. Данный сорт характеризуется

ПОЛУЧЕНИЕ СОЛОДА ИЗ ЯЧМЕНЯ ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

повышенным содержанием белка, высокой стекловидностью и пленчатостью. Совокупность данных показателей, может привести к перерастворению солода, что, в конечном счете, снижает качество солода. Худшими солодовыми свойствами обладает ячмень сорта Абалак, выращенный на Ужурском сортоучастке;

– для районированного сорта Ача характерны стабильные показатели, кроме параметра – содержание белка. При этом более равномерными показателями характеризуется сорт Ача, полученный на Мининском ОПХ (по визуальным и аналитическим результатам).

Таблица 1 – Анализ покоящегося ячменя урожая 2014 г.

Показатели	Наименование сорта			Норма ГОСТ 5060-86
	Абалак	Ача	Красноярский-80	
Величина абс. массы, %	46,9	45,7	46,3	40
Пленчатость, %	9,2	8,44	5,46	9
Энергия прорастания, %	98,5	98,2	84,7	90–95
Влажность, %	12,2	12,2	12,2	15,0–15,5
Содержание крахмала, %	68,8	65,4	66,2	64
Содержание белка, %	12,73	12,55	12,5	12

Таблица 2 – Анализ ячменя с Ужурского сортоучастка урожая 2015 г.

Показатели	Ужурский сортоучасток		
	Абалак	Ача	Красноярский-80
Масса 1000 зерен, г	39,15	37,8	39,07
Натура, г/дм	692	669	676
Пленчатость, %	7,6	4,2	5,3
Стекловидность, %	15	3	3
Способность к прорастанию, %	98	98,7	98,7
Содержание белка, %	14,75	10,96	10,71

Таблица 3 – Анализ ячменя с Новоселовского сортоучастка урожая 2015 г.

Показатели	Новоселовский сортоучасток	
	Абалак	Ача
Масса 1000 зерен, г	35,92	34,08
Натура, г/дм	642	629
Пленчатость, %	7,9	4,1
Стекловидность, %	7	6
Способность к прорастанию, %	97,2	98
Содержание белка, %	12,54	12,68

Таблица 4 – Анализ ячменя с Мининского ОПХ урожая 2015 г.

Показатели	Минино ОПХ				
	Одесский-115	Абалак	Ача	У-20-704	У 20-706
Масса 1000 зерен, г	35,42	33,58	32,09	31,11	33,88
Натура, г/дм	652	692	672	680	688
Пленчатость, %	5,3	8	4	5,2	5,3
Стекловидность, %	11	10	6	4	4
Способность к прорастанию, %	96	96,5	98	96,5	98
Содержание белка, %	12,96	12,94	12,47	12,10	12,07

После проведения ряда исследований показателей зерна, для наиболее полного анализа солодовенных свойств представленных сортов ячменя было проведено лабораторное солодоращение. Первому солодоращению подверглись только 6 сортов. Материал с Ужурского сортоучастка был представлен в ограниченном количестве и поэтому в первом – экспериментальном солодоращении решено было его не использовать.

Учитывая повышенное содержание белка, из нескольких способов солодоращения, использовали пневматическое солодоращение при падающем режиме с использованием воздушно-оросительного замачивания до достижения 46 % влажности.

Замачивание проводилось чередованием водных и воздушных пауз. Первое мокрое замачивание проводили при температуре воды 12 °С до 30 %-ной влажности 6 часов. Каждые 1–2 часа материал ворошили по 10–20 минут

сжатым воздухом, используя компрессор, а всплывший ячмень удаляли. Первое воздушное замачивание продолжалось 20 часов. Домачивание с использованием адгезивной воды проводили до достижения 30–32 %-ной влажности, а температуру повышали до 15–17 °С. Воздух (СО₂ и тепло) откачивали каждые 1–2 часа по 10–15 минут с интенсификацией дыхательной активности ячменя.

Длительность второго мокрого замачивания при температуре воды 12–15 °С до 38 %-ной влажности 4 часа. За это время проводили одно ворошение сжатым воздухом 15 минут, при этом наблюдалось прорастание особенно дружное в сортах Ача и У-20-706. Затем перешли ко второму воздушному замачиванию, которое длилось 14 часов до тех пор, пока материал равномерно не пророс. Домачивание проводили до влажности 39–40 %-ной влажности, температуру повышали до 18–20 °С. Откачивание СО₂ и тепла производят сначала каждые 2 часа по 15 минут; затем дольше.

Третье мокрое замачивание проводили при температуре воды 12–18 °С до влажности 41–42 % в течение 3 часов. Ворошение и разрыхление материала осуществляется сжатым воздухом в течение 20 минут.

Влажность 44–46 %-ная достигается путем орошения. Проращивание вели при падающем режиме, осуществляя ворошение 1 раз в сутки, что является достаточным из-за небольшого объема материала.

Проросший солод имел сильные курчавые корешки одинаковой длины, превышающие длину зерна в 1,5–2 раза, что говорит о хорошей ферментативной активности и достаточной степени растворения.

При проращивании у сортов Абалак и Одесский-115 наблюдалось образование большого количества «гусаров» (зародышевый листок), что пагубно для солодоращения.

Сушку проводили при 45 °С.

При проведении солодоращения каждый день отбирали небольшое количество каждого прорастающего образца для определения осахаривающей способности (О.С.) с использованием метода Бертрона [1].

Результаты приведены в таблицах 5, 6.

В дальнейшем при проведении эксперимента была усовершенствована схема солодоращения с учетом наблюдавшегося перерастворения ячменя с изменённым режимом замачивания [3].

Первое мокрое замачивание проводили при температуре воды – 14 °С до 30 %-ной влажности 4 часа. Каждые 1–2 часа материал ворошили по 10–20 минут сжатым воздухом, используя компрессор, а всплывший ячмень

удаляли. Первое воздушное замачивание продолжалось 10 часов. Домачивание с использованием адгезивной воды проводили до достижения 30–32 %-ной влажности, а температуру повышали до 16 °С. Воздух (СО₂ и тепло) откачивали каждые 1–2 часа по 10–15 минут.

Таблица 5 – Осахаривающая способность ячменя с Мининского ОПХ по дням прорастания

Осахаривающая способность Ед\г	Место произрастания, сорт				
	Минино ОПХ				
	У-20-706	У-20-704	Одесский	Абалак	Ача
На 2-й день	4,9	4,8	5,9	5,2	5,7
На 3-й день	5,7	5,9	9,1	7,2	8,9

Таблица 6 – Осахаривающая способность ячменя с Новоселовского сортоучастка по дням прорастания

Осахаривающая способность Ед\г	Место произрастания, сорт	
	Новоселовский сортоучасток	
	Абалак	Ача
На 2-й день	5,9	5,7
На 3-й день	7,8	8,9

За это время проводили одно ворошение сжатым воздухом 15 минут, при этом наблюдалось прорастание, особенно дружное было характерно для сорта Ача. Затем перешли ко второму воздушному замачиванию, которое длилось 14 часов до тех пор, пока материал равномерно не пророс. Домачивание проводили до влажности 40–42 %-ной влажности, температуру повышали до 18 °С. Откачивание СО₂ и тепла производят сначала каждые 2 часа по 15 минут; затем дольше.

Третье мокрое замачивание проводили при температуре воды 20 °С до влажности 44–46 % в течение 1,5 часов. Ворошение и разрыхление материала осуществляется сжатым воздухом в течение 20 минут.

Во время этого солодоращения каждый день отбирались пробы и проводился анализ О.С. с применением 3,5-динитросалициловой кислоты [1]. Полученные результаты приведены в таблицах 7, 8, 9.

Осахаривающая способность (О.С.) покоящегося зерна для сорта Ача стабильна, в зависимости от зон произрастания, что является хорошим показателем. Для сорта Абалак выявились некоторые колебания от 5,28 ед. /г до 6,7 ед. /г, которые соответствуют норме [3].

ПОЛУЧЕНИЕ СОЛОДА ИЗ ЯЧМЕНЯ ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Таблица 7 – Осахаривающая способность ячменя по дням прорастания с Мининского ОПХ

Дни	Минино ОПХ	
	Ача	Абалак
Покой	5,41±0,26	6,7±0,02
Замачивание	65,19±0,16	77,52±0,11
2-й день	60,62±0,38	30,83±0,83
3-й день	70,99±0,22	40,72±0,3
4-й день	128,00±0,34	133,8±0,97
5-й день	47,48±0,48	39,52±0,38

Таблица 8 – Осахаривающая способность ячменя по дням прорастания с Ужурского сортоучастка

Дни	Ужурский сортоучасток	
	Ача	Абалак
Покой	5,61±0,24	5,36±0,38
Замачивание	86,52±0,32	45,24±0,48
2-й день	22,2±0,27	17,47±0,38
3-й день	28,78±0,86	14,34±0,41
4-й день	97,2±0,01	144,79±0,41
5-й день	26,87±0,35	24,34±0,41

Таблица 9 – Осахаривающая способность ячменя по дням прорастания с Новоселовского сортоучастка

Дни	Новоселовский сортоучасток	
	Ача	Абалак
Покой	5,41±0,33	5,28±0,01
Замачивание	60,12±0,36	92,58±0,14
2-й день	33,62±0,17	48,47±0,22
3-й день	26,87±0,07	32,60±0,21
4-й день	136,58±0,05	98,94±0,36
5-й день	43,52±0,29	31,05±0,1.

Возрастание О.С. происходит во время замачивания. Причиной является активация α -амилазы. Наблюдается неравномерное возрастание О.С. у сорта Абалак: более резкое возрастание О.С. наблюдается у Абалака (Новоселово) и Абалак (Минино).

На 3-й день наблюдается уменьшение роста осаживающая способность для всех ячменей, кроме культур, выращенных на Ужурском сортоучастке. Данный факт можно объяснить наиболее активным ростом ростка

при соложении и соответственно увеличением активности α -амилазы. Эти результаты эксперимента подтверждаются анализом соотношения содержания белка в зерне и крупностью зерна.

На четвертый день происходит возрастание О.С. В норме данный показатель для низкобелковых сортов ячменя должен увеличиваться до 120 ед./г. В нашем случае только сорт Ача (Ужурский сортоучасток), содержащий 10,96 % белка, соответствует данному критерию. Повышенная осаживающая способность наблюдается у сорта Абалак Ужурского и Мининского ОПХ. Хотелось бы отметить особенность ячменя сорта Абалак, выращенного на Ужурском сортоучастке. Для него характерно крупное зерно, но при этом наблюдается неравномерный рост О.С., что говорит о склонности к перерастворению зерна при прорастании.

По литературным данным для ячменей, выращенных в районах юга западной России, характерно возрастание О.С. на пятый день соложения [3]. В нашем случае для всех сортов ячменя, выращенных в разных климатических зонах Красноярского края, возрастание О.С. происходит на четвертый день. Причем данный факт наблюдается при разных режимах соложения. Так как эксперимент в заданном направлении проводился в течение одного года, однозначно, нельзя четко выяснить причину данного факта. Некоторые авторы указывают, что причинами могут являться и генетические особенности сорта, и агроклиматические условия произрастания ячменя [4].

На пятый день наблюдается снижение О.С. в пределах нормы (40–60 ед./г.) для всех анализируемых сортов ячменя, кроме материала с Ужурского сортоучастка.

При анализе результатов соложения также выяснилось, что для сорта Абалак (Минино) характерно образование на 3-й день большого количества «гусаров». И напротив, Абалак (Ужур) плохо замачивается и прорастает, хотя имеет большую массу 1000 зерен. Сорт Ача замачивает и прорастает более равномерно, незначительно отличается Ача (Новоселово).

При анализе зеленого солода были проведены следующие эксперименты:

- определение отношения длины проростка к длине зерна;
- определение О.С. с применением 3,5-динитросалициловой кислоты.

Определение отношения корешок – зерно определялся методом отбора проб и измерением этих показателей [3].

Результаты представлены в таблицах 10, 11.

Таблица 10 – Соотношение корешок – зерно зеленого солода с Ужурского и Новоселовского сортоучастков

Сорта	Ужурский сортоучасток		Новоселовский сортоучасток	
	Абалак	Ача	Абалак	Ача
Отношение корешок – зерно	1,62	0,76	0,61	0,61

Таблица 11 – Соотношение корешок – зерно зеленого солода с Мининского ОПХ

Сорта	Мининское ОПХ	
	Бахус	Ача
Отношение корешок – зерно	0,78	0,45

В норме данный показатель равен 0,8–1. При анализе результатов исследования очевидно, что сорт Абалак (Ужур) не соответствует действующему параметру. Общее соотношение корешок – зерно для сорта Ача равно $1,0 \pm 0,082$, для сорта Абалак – $1,00 \pm 0,614$. Количество непроросших зерен представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Определение количества непроросших зерен

Место произрастания. Сорт	Количество непроросших зерен
Ужурский сортоучасток:	
Абалак	5
Ача	1
Красноярский-80	–
Новоселовский сортоучасток:	
Абалак	1
Ача	1
Мининское ОПХ:	
Одесский-115	–
Абалак	2
Ача	2
У-20-704	–
У-20-706	–

Анализируя суммарные данные таблиц, можно сделать следующие выводы:

– из представленных на анализ образцов урожая 2014–2015 г.г. районированный пивоваренный сорт Абалак обладает пони-

женными солодовыми и пивоваренными свойствами. Несмотря на крупное зерно и хорошую способность к прорастанию, для данного сорта пивоваренного ячменя характерно устойчивое повышенное содержание белка, высокая стекловидность и пленчатость. Данные показатели подтверждаются динамикой соложения. Как и при первом соложении, так и при втором наблюдали неравномерное или быстрое образование «гусаров». Косвенным подтверждением данного факта является резкое изменение О.С. Превышение соотношения корешок – зерно и резкий скачок О.С. свидетельствует о высокой активности амилазного комплекса. Совокупность данных факторов может привести к перерастворению солода, что, в конечном счете, снижает его качество. Худшими солодовыми свойствами обладает ячмень сорта Абалак, выращенный на Ужурском сортоучастке.

Вероятнее всего на солодовые качества данного сорта оказывает влияние, как агротехника выращивания, так и климатические условия;

– для районированного сорта Ача характерны стабильные технико-химические показатели, кроме параметра – содержание белка. При этом более равномерными показателями характеризуется сорт Ача, полученный на Мининском ОПХ;

– селекционные линии У-20-704 и У-20-706 по результатам эксперимента соответствуют требованиям, предъявляемым к качеству пивоваренного ячменя.

Для полномасштабного изучения совокупности условий для выращивания растениеводческой продукции с высокими количественными и качественными параметрами недостаточно исследовать лишь зависимость этих параметров от природных и антропогенных факторов, воздействующих на них непосредственно или косвенно. Важное значение имеет выявление закономерностей изменения взаимозависимых показателей качества зерна. Выделение групп показателей с устойчивыми тесными коррелятивными связями позволяет представить общую картину перспективной динамики качественных характеристик и создает потенциальную возможность воздействовать на них посредством всесторонней оптимизации факторов, которые существенно влияют на физические и биохимические свойства зерна при наименьших и только оправданных затратах и при высокой их эффективности. Известно, что между отдельными показателями качества зерна существует тесная корреляция [4].

По имеющимся данным, между экстрак-

ПОЛУЧЕНИЕ СОЛОДА ИЗ ЯЧМЕНЯ ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

тивностью ячменя и содержанием белковых веществ в зерне, а также массой 1000 зерен существует тесная корреляция. Для определения экстрактивности ячменя (%) используется уравнением регрессии:

$$E=K-0,85 B+0,15 A,$$

где $K = 83$ для двурядного ячменя и $K = 79$ для многорядного ячменя; B – содержание белков в % от сухого вещества; A – масса 1000 зерен.

По этой формуле была рассчитана экстрактивность исследуемых сортов ячменя, полученные результаты приведены в таблицах 13, 14, 15.

Таблица 13 – Экстрактивность ячменя с Ужурского сортоучастка

Показатель	Ужурский сортоучасток		
	Абалак	Ача	Красноярский-80
Экстрактивность	76,33	79,35	79,75

Таблица 14 – Экстрактивность ячменя с Новоселовского сортоучастка

Показатель	Новоселовский сортоучасток	
	Абалак	Ача
Экстрактивность	77,72	77,33

Таблица 15 – Экстрактивность ячменя с Мининского ОПХ

Показатель	Мининское ОПХ				
	Одесский-115	Абалак	Ача	У-20-704	У-20-706
Экстрактивность	77,29	77,03	77,20	77,30	77,82

Анализируя данные расчеты, можно сказать, что сорт Ача независимо от зоны произрастания соответствует требуемым стандартам (норма экстрактивности 78–82 %). Также подтверждаются данные о непригодности для производства солода по сорту Абалак с Ужурского сортоучастка.

При анализе зерна районированных сортов пивоваренных сортов ячменя Красноярского края в покоем состоянии, при проращивании и при получении зеленого солода ориентировались в основном на следующие показатели: содержание крахмала для ржи, содержание белка и активность амилазного комплекса для ячменя, динамику изменения

О.С. в зависимости от дней проращивания.

Анализ зерна в покоем состоянии показал пригодность данных сортов зерновых культур для соложения и получения солода, кроме районированного сорта пивоваренного ячменя Абалак.

Из представленных на исследование сортов пивоваренного ячменя стабильными показателями независимо от зоны произрастания и условий соложения характеризуются районированный сорт Ача и селекционные линии ячменя.

Проведенное лабораторное солодоращение наиболее полно подтверждает возможность использования данных сортов ячменя для производства солода. Перечень изученных показателей позволяет рассматривать возможность использования пивоваренного ячменя Ача для солодоращения. Исследование химико-технологических показателей послужит дополнением к характеристикам сорта (устойчивость к болезням и вредителям, раннее созревание, высокая урожайность.) Регулирование технологий и ферментация позволят улучшить показатели зеленого солода и конечного продукта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце. – СПб. : Профессия, 2011. – 912 с.
2. Нарцисс, Л. Пивоварение. Т. 1. Технология солодоращения / Л. Нарцисс; перевод с нем. под общ. ред. Г. А. Ермолаевой и Е. Ф. Шаненко. – СПб. : Профессия, 2007. – 584 с., ил., табл. – (Серия: Научные основы и технологии). ISBN 5-93913-118-2.
3. Андреев, Н. Р. Термодинамические и структурные свойства зерновых крахмалов, выделенных из различных сортов пшеницы, ржи и ячменя / Н. Р. Андреев, В. П. Юрьев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1999. – № 11. – С. 7–10.
4. Бегулов, М. Ш. Проблемы качества продукции в зерновой отрасли сельского хозяйства РФ / М. Ш. Бегулов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 12. – С. 47–49.

Кох Жанна Александровна, к.т.н., доцент кафедры технологии, оборудования бродильных и пищевых производств ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 90, e-mail: jannetta-83@mail.ru, тел.: 8-923-336-2680.

Кох Денис Александрович, к.т.н., доцент кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 90, e-mail: dekoch@mail.ru, тел.: 8-908-025-7276.