

Научная статья

УДК 663.44

doi: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-152-157

Исследование влияния растворов белков и углеводов на физические показатели качества пивного сусла

Мадина Борисовна Хоконова^{✉1}, Амина Сергеевна Джабоева²

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

^{✉1} dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

² tpop_kbr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9352-0862>

Аннотация. Работа посвящена определению составных частей пивного сусла, в наибольшей мере увеличивающих его вязкость путем исследования растворов мальтозы, белковых веществ, декстринов и гемицеллюлоз. После добавления ферментных препаратов в дробине плохо разрыхленного солода остается крахмала больше, чем в дробине хорошо разрыхленного зерна. При промывке дробины содержание сахаров в промывной воде понижается, а общий и высокомолекулярный азот и вязкость повышаются. Из-за недостаточного ферментативного гидролиза при соложении высокомолекулярные углеводы и белки растворяются в промывной воде и состав сусла ухудшается. В качестве объектов исследований служило лабораторное сусло пивоваренного производства с добавлением растворов мальтозы, белковых веществ, гемицеллюлоз и декстринов. Для определения влияния растворов мальтозы, белковых веществ, декстринов и гемицеллюлоз на физические показатели пивного сусла содержание их в растворе варьировали от 1 до 13%, от 1 до 7%, от 1 до 4%, от 1 до 7% соответственно. Исследование проводили при температуре 20°C и 70°C. Установлено, что содержание в сусле раствора мальтозы концентрацией от 1 до 13% не ухудшает качества продукта. Для производства современных сортов пива допускается 7%-ная концентрация растворов белков в сусле; для классических сортов пива концентрация белков в растворе должна составлять менее 1%. Максимальная концентрация раствора декстринов в пивном сусле температурой 20°C не должна превышать 2%, а гемицеллюлоз в солоде температурой 70°C – 7%.

Ключевые слова: пивоварение, осахаривание, сусло, ферменты, белки, мальтоза, декстрины, гемицеллюлозы, вязкость

Для цитирования. Хоконова М. Б., Джабоева А. С. Исследование влияния растворов белков и углеводов на физические показатели качества пивного сусла // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 4(42). С. 152–157.
doi: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-152-157

Original article

Study of the influence of protein and carbohydrate solutions on physical indicators of beer wort quality

Madina B. Khokonova^{✉1}, Amina S. Dzhaboeva²

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,
Russia, 360030

^{✉1} dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

² tpop_kbr@mail.ru, // <https://orcid.org/0000-0001-9352-0862>

Abstract. The work is devoted to determining the components of beer wort, which most increase its viscosity by studying solutions of maltose, proteins, dextrans and hemicelluloses. After adding enzyme preparations, more starch remains in the grain of poorly loosened malt than in the grain of well-loosened grain. When washing spent grains, the sugar content in the wash water decreases, and total and high-molecular nitrogen and viscosity increase. Due to insufficient enzymatic hydrolysis during malting, high molecular weight carbohydrates and proteins dissolve in the wash water and the composition of the wort deteriorates. The objects of research were laboratory brewing wort with the addition of solutions of maltose, protein substances, hemicelluloses and dextrans. To determine the effect of solutions of maltose, protein substances, dextrans and hemicelluloses on the physical characteristics of beer wort, their content in the solution varied from 1 to 13%, from 1 to 7%, from 1 to 4%, from 1 to 7%, respectively. The study was carried out at temperatures of 20°C and 70°C. It has been established that the content of a maltose solution in the wort with a concentration of 1 to 13% does not impair the quality of the product. For the production of modern types of beer, a 7% concentration of protein solutions in the wort is allowed; for classic beers, the protein concentration in the solution should be less than 1%. The maximum concentration of a solution of dextrans in beer wort at a temperature of 20°C should not exceed 2%, and hemicelluloses in malt at a temperature of 70°C should not exceed 7%.

Keywords: brewing, saccharification, wort, enzymes, proteins, maltose, dextrans, hemicelluloses, viscosity

For citation. Khokonova M.B., Dzhaboeva A.S. Study of the influence of protein and carbohydrate solutions on physical indicators of beer wort quality. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;4(42):152–157. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-152-157

Введение. В пивоваренном производстве при переработке ячменя в дробине после фильтрации затора и промывки ее остается тем больше крахмала, чем менее разрыхлен солод [1–4]. Такая зависимость остается и при дополнительном доосахаривании дробины. После добавления ферментных препаратов в дробине плохо разрыхленного солода остается крахмала больше, чем в дробине хорошо разрыхленного зерна. При промывке дробины содержание сахаров в промывной воде понижается, а общий и высокомолекулярный азот и вязкость повышаются. Из-за недостаточного ферментативного гидролиза при соложении высокомолекулярные углеводы и белки растворяются в промывной воде, и состав сусла ухудшается [5–9].

Целью работы являлось определение влияния растворов мальтозы, белковых веществ, гемицеллюлоз и декстринов на физические показатели качества пивного сусла.

Материалы, методы и объекты исследования. В качестве объектов исследований служило лабораторное сусло пивоваренного производства с добавлением растворов мальтозы, белковых веществ, гемицеллюлоз и декстринов.

Для определения влияния растворов мальтозы, белковых веществ, декстринов и гемицеллюлоз на физические показатели

пивного сусла содержание их в растворе варьировали от 1 до 13%, от 1 до 7%, от 1 до 4%, от 1 до 7% соответственно.

Белковые вещества брали из заводского белкового отстоя и переводили в раствор после настаивания в 0,1 н. щелочи. Гемицеллюлозы получали по методу Приса, для опытов применяли их раствор до осаждения. Вязкость определяли вискозиметром Оствальда-Пинкевича.

В работе использовали общепринятые в пивоваренном производстве методы исследований [10].

Результаты исследования. Для определения влияния мальтозы на физические показатели качества пивного сусла содержание ее в растворе варьировали от 1 до 13%. Исследование проводили при температуре 20°C и 70°C. Полученные экспериментальные данные представлены в таблице 1.

Выявлено, что с повышением концентрации мальтозы в растворе от 1 до 13% время истечения, вязкость и удельный объем пивного сусла возрастают. В пробах температурой 20°C по сравнению с образцами температурой 70°C время истечения сусла увеличивается в 1,8–2,0 раза, вязкость – на 1,2–12,6%. Добавление растворов мальтозы одной концентрации в пробы температурой 20°C и 70°C не оказывало влияния на удельный вес сусла.

Таблица 1. Влияние концентрации растворов мальтозы на физические показатели качества пивного сусла
Table 1. The influence of the concentration of maltose solutions on the physical indicators of beer wort quality

Концентрация раствора мальтозы, %	Время истечения, с. (t=20°C),	Удельный вес, г/см ³	Вязкость, МПа·с	Время истечения, с. (t=70°C)	Удельный вес, г/см ³	Вязкость, МПа·с
1	14,0	1,0032	1,0032	8,0	1,0032	0,9908
2	14,1	1,0077	1,0149	8,0	1,0077	0,9953
3	14,7	1,0116	1,0622	8,1	1,0116	1,0116
4	14,9	1,0148	1,0799	8,2	1,0148	1,0273
5	15,1	1,0189	1,0989	8,2	1,0189	1,0314
6	15,7	1,0236	1,1479	8,3	1,0236	1,0489
7	16,0	1,0277	1,1745	9,0	1,0277	1,1419
8	16,0	1,0318	1,1791	9,0	1,0318	1,1464
9	17,0	1,0358	1,2578	9,0	1,0358	1,1509
10	17,2	1,0401	1,2779	9,1	1,0401	1,1684
11	17,3	1,0442	1,2903	9,2	1,0442	1,1860
12	18,0	1,0483	1,3478	9,2	1,0483	1,1907
13	18,2	1,0526	1,3684	9,2	1,0526	1,1955

Согласно техническим характеристикам сусло для современных сортов пива характеризуется удельным весом до 1,100 г/см³, а для более классических сортов – 1,030-1,070 г/см³. Следовательно, наличие в составе пивного сусла 1-13 %-ного раствора мальтозы не будет оказывать ухудшающее действие на ка-

чество классических и современных сортов пива.

Данные о влиянии различной концентрации растворов белков на физические показатели качества пивного сусла приведены в таблице 2.

Таблица 2. Влияние концентрации растворов белков на физические показатели качества пивного сусла
Table 2. The influence of the concentration of protein solutions on the physical indicators of beer wort quality

Концентрация раствора белков, %	Время истечения, с. (t=20°C),	Удельный вес, г/см ³	Вязкость при 20°C, МПа·с	Время истечения, с. (t=70°C)	Удельный вес, г/см ³	Вязкость при 70°C, МПа·с
1	18,1	1,0450	1,3511	9,1	1,0450	1,1741
2	18,2	1,0460	1,3598	9,2	1,0453	1,1880
3	18,3	1,0460	1,3648	9,2	1,0460	1,1880
4	18,3	1,0451	1,3659	9,3	1,0461	1,1990
5	18,4	1,0450	1,3661	9,3	1,0462	1,1999
6	18,4	1,0452	1,3662	9,3	1,0462	1,2000
7	18,5	1,0453	1,3663	9,3	1,0463	1,2001

Из представленных в таблице 2 данных видно, что с увеличением концентрации белковых веществ значения физических показателей опытных проб повышаются.

При сопоставительном анализе образцов пивного сусла, приготовленных с добавлени-

ем растворов белков 1-7%-ной концентрации, установлено, что в пробах температурой 20°C по сравнению с пробами температурой 70°C время истечения быстрее в 2,0 раза, а вязкость – больше в 1,3 раза. Удельный объем пивного сусла температурой 70°C при введении

4-7%-ных растворов белков незначительно выше по сравнению с удельным объемом аналогичных проб температурой 20°C.

Присутствие в пивном солоде раствора белковых веществ концентрацией от 1 до 7% допустимо только в случае выработки современных сортов пива. Для производства классических сортов пива концентрация белков в растворе должна составлять менее 1%.

На качество пивного суслу наряду с мальтозой, белковыми и другими веществами значительное влияние оказывают такие продукты гидролиза крахмала, как декстрины. Для проведения исследования использовали растворы декстринов 1, 2, 3 и 4%-ной концентрации. Полученные экспериментальные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. Влияние концентрации растворов декстринов на физические показатели качества пивного суслу

Table 3. The influence of the concentration of dextrin solutions on the physical indicators of beer wort quality

Концентрация раствора декстринов, %	Время истечения, с. (t=20°C),	Удельный вес, г/см ³	Вязкость, МПа·с	Время истечения, с. (t=70°C)	Удельный вес, г/см ³	Вязкость, МПа·с
1	17,3	1,0442	1,2903	9,2	1,0445	1,1860
2	20,2	1,0443	1,5079	10,3	1,0446	1,3289
3	21,2	1,0453	1,5813	10,6	1,0448	1,3666
4	23,1	1,0455	1,7246	11,2	1,0452	1,4451

Полученные результаты позволяют констатировать ту же закономерность изменения времени истечения и вязкости пивного суслу в зависимости от концентрации растворов декстринов, которая была установлена в отношении растворов мальтозы и сахаров. Концентрация раствора декстринов практически не оказывала влияния на удельный вес суслу. Следует отметить, что добавление растворов декстринов концентрацией 3% и более в пивное суслу температурой 20°C приводило к значительному повышению вязкости опытных проб и превышению нормируемого значения этого показателя – 1,55 МПа·с. Таким образом, для производст-

ва современных сортов пива предельно допустимой концентрацией раствора декстринов в пивном суслу температурой 20°C является 2%. Повышение температуры суслу до 70°C снижает вязкость опытных проб, что позволяет допустить наличие более высоких концентраций растворов декстринов в составе пивного суслу.

Свой вклад в формирование качества пивного суслу вносят гемицеллюлозы. Для определения влияния гемицеллюлоз на физические показатели качества пивного суслу концентрацию их в растворе варьировали от 1 до 7%. Данные исследования приведены в таблице 4.

Таблица 4. Влияние концентрации растворов гемицеллюлоз на физические показатели качества пивного суслу

Table 4. The influence of the concentration of hemicelluloses solutions on the physical indicators of beer wort quality

Концентрация раствора гемицеллюлозы, %	Время истечения, с. (t=20°C),	Удельный вес, г/см ³	Вязкость, МПа·с	Время истечения, с. (t=70°C)	Удельный вес, г/см ³	Вязкость, МПа·с
1	24,3	1,0453	1,8143	11,2	1,0463	1,4596
2	25,0	1,0455	1,8175	11,2	1,0468	1,4660
3	25,6	1,0457	1,8224	11,3	1,0468	1,4759
4	25,8	1,0458	1,8369	11,3	1,0469	1,4855
5	25,8	1,0458	1,8418	11,3	1,0470	1,5084
6	26,5	1,0459	1,8539	11,8	1,0470	1,5357
7	26,9	1,0459	1,8564	11,9	1,0471	1,5429

Анализ цифрового материала показал, что добавление в пивной солод растворов гемицеллюлоз приводит к резкому увеличению вязкости и времени истечения по сравнению с образцами солода, в состав которых вводили растворы мальтозы, белков и декстринов. В пробах температурой 20°C значения вязкости превышают нормируемый показатель 1,55 мПа·с. Повышение вязкости можно объяснить увеличением количества гидрофильных компонентов в системе за счет присутствия гемицеллюлоз, в результате чего образуются новые связи, способствующие переходу воды из свободно дисперсного состояния в связанное. По данным исследования, приведенным в таблице 4, можно сделать вывод о возможности применения в производстве пива солода температурой

70°C при максимальной концентрации в нем гемицеллюлоз 7%.

Выводы. На основании экспериментальных данных, полученных при исследовании влияния растворов мальтозы, белковых веществ, гемицеллюлоз и декстринов на физические показатели качества пивного сусла установлено, что содержание в сусле раствора мальтозы концентрацией от 1 до 13 % не ухудшает качества продукта. Для производства современных сортов пива допускается 7%-ная концентрация растворов белков в сусле; для классических сортов пива концентрация белков в растворе должна составлять менее 1%. Максимальная концентрация раствора декстринов в пивном сусле температурой 20°C не должна превышать 2%, а гемицеллюлоз в солоде температурой 70°C – 7%.

Список литературы

1. Белокурова Е. С. Биотехнология продуктов брожения: учеб. пособие. Санкт-Петербург: СПбГТЭУ, 2015. 64 с.
2. Контроль качества продукции физико-химическими методами: учеб. пособие для студ. вузов / В. В. Ашапкин [и др.]. Москва: ДеЛи принт, 2005. 124 с.
3. Хоконова М. Б., Цагоева О. К. Качественные показатели зерновых заторов, осахаренных ферментами глубоинной культуры солода // Актуальная биотехнология. 2019. № 3(30). С. 244–248. <https://doi.org/10.20914/2304-4691-2019-3-244-248>. EDN: UHGQSJ
4. Биохимия / под. ред. Е. С. Северина. 5-е изд., испр. и доп. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 316 с.
5. Технология пищевых производств / под. ред. А. П. Нечаева. Москва: Колос, 2007. 189 с.
6. Фараджева Е. Д., Федоров В. А. Общая технология бродильных производств: учеб. пособие. Москва: Колос, 2002. 408 с.
7. Качмазов Г. С. Дрожжи бродильных производств: практическое руководство. Санкт-Петербург: Лань, 2012. 224 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
8. Романова Е. В., Введенский В. В. Технология хранения и переработки продукции растениеводства: учеб. пособие. Москва: Российский университет дружбы народов, 2012. 188 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://biblioclub.ru>
9. Неменуца Л. А., Степанищева Н. М. Современные технологии хранения и переработки плодовоовощной продукции: научное издание. Москва: Росинформагротех, 2009. 172 с.
10. Ермолаева Г. А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия. Санкт-Петербург: Профессия, 2004. 536 с.

References

1. Belokurova E.S. *Biotekhnologiya produktov brozheniya: ucheb. posobiye* [Biotechnology of fermentation products: textbook. allowance]. Saint Petersburg: SPbGTEU, 2015. 64 p. (In Russ.)
2. Ashapkin V.V. [et al.]. *Kontrol' kachestva produktsii fiziko-himicheskimi metodami: ucheb. posobiye dlya stud. vuzov* [Product quality control using physical and chemical methods: textbook. aid for students universities]. Moscow: DeLi print, 2005. 124 p. (In Russ.)
3. Khokonova M.B., Tsagoeva O.K. Qualitative indicators of grain mashes saccharified with enzymes of deep malt culture. *Aktual'naja biotekhnologiya*. 2019;3(30):244–248. (In Russ.). <https://doi.org/10.20914/2304-4691-2019-3-244-248>. EDN: UHGQSJ
4. *Biokhimiya*. [Biochemistry]. Edited by E.S. Severin. Moscow: GEOTAR-Media, 2008. 316 p. (In Russ.)

5. *Tehnologiya pishovykh proizvodstv*. [Food production technology]. Edited by A.P. Nechaev. Moscow: Kolos, 2007. 189 p. (In Russ.)
6. Faradzheva E.D., Fedorov V.A. *Obshchaya tekhnologiya brodil'nykh proizvodstv: ucheb. posobiye* [General technology of fermentation production: textbook allowance]. Moscow: Kolos, 2002. 408 p. (In Russ.)
7. Kachmazov G.S. *Drozhzhi brodil'nykh proizvodstv: prakticheskoe rukovodstvo* [Fermentation yeast: a practical guide]. Saint-Petersburg: Lan', 2012. 224 p. [Electronic resource]. Access mode: <http://e.lanbook.com> (In Russ.)
8. Romanova E.V., Vvedenskij V.V. *Tekhnologiya hraneniya i pererabotki produktsii rastenievodstva: ucheb. posobiye* [Technology of storage and processing of crop products: textbook allowance]. Moscow: Rossijskij universitet druzhby narodov, 2012. 188 p. [Electronic resource]. Access mode: <https://biblioclub.ru> (In Russ.)
9. Nemenushchaya L.A., Stepanishcheva N.M. *Sovremennye tekhnologii hraneniya i pererabotki plodoovoshchnoj produktsii*. [Modern technologies for storage and processing of fruits and vegetables]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2009. 172 p. (In Russ.)
10. Ermolaeva G.A. *Spravochnik rabotnika laboratorii pivovarenного predpriyatiya* [Handbook for a brewery laboratory worker]. Saint-Petersburg: Professija, 2004. 536 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Хоконова Мадина Борисовна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4098-3325, Scopus ID: 57203266828

Джабоева Амина Сергеевна – доктор технических наук, профессор кафедры технологии общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7958-3942

Information about the authors

Madina B. Khokonova – Doctor of Agricultural Sciences, associate professor, Professor of the department of technology production and processing of agricultural product, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4098-3325, Scopus ID: 57203266828

Amina S. Dzhaboeva – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Catering Technology and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov, SPIN-code: 7958-3942

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования непосредственно планировали, выполняли и анализировали данное исследование.

Author's contribution. The author of this study directly planned, executed and analyzed this study.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 15.11.2023;
одобрена после рецензирования 07.12.2023;
принята к публикации 14.12.2023.*

*The article was submitted 15.11.2023;
approved after reviewing 07.12.2023;
accepted for publication 14.12.2023.*