

# РАЗДЕЛ I. ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ

DOI 10.69540/2949-4079.2025.71.35.001

УДК 66.067

*А.И. Ключников, Д.А. Казарцев, С.В. Жуковская, М.В. Бабаева*  
*A.I. Klyuchnikov, D.A. Kazartsev, S.V. Zhukovskaya, M.V. Babaeva*

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХМЕЛЕВОГО ЭКСТРАКТА FEATURES OF BEER PRODUCTION TECHNOLOGY USING HOP EXTRACT

### *Аннотация:*

Представлены результаты экспериментальных исследований по охмелению пива хмелевыми экстрактами с различным содержанием сухих веществ. Показана практическая целесообразность использования данной технологии в процессе производства пива. Выявлен наилучший образец пива по дескрипторно-профильному методу дегустационного анализа. Данная технология позволит в 2 раза сократить расход дорогостоящего хмеля с высоким содержанием ароматических и горьких веществ, снизить себестоимость производства пива и повысить его конкурентоспособность на рынке без снижения показателей качества готовой продукции.

*Ключевые слова:* хмелевой экстракт, пиво, охмеление, экстракция, дескрипторный и органолептический анализ.

### *Abstract:*

The results of experimental studies on beer hopping with hop extracts with different dry matter contents are presented. The practical feasibility of using this technology in the beer production process is shown. The best sample of beer is identified using the descriptor-profile method of tasting analysis. This technology will allow to reduce the consumption of expensive hops with a high content of aromatic and bitter substances by 2 times, reduce the cost of beer production and increase its competitiveness in the market without reducing the quality indicators of the finished product.

*Keywords:* hop extract, beer, hopping, extraction, descriptor and organoleptic analysis.

В основе любой технологии получения новых сортов пива<sup>1</sup> с отличительными вкусо-ароматическими особенностями находится применение специальных сортов хмеля, вносимых в напиток в различных сочетаниях<sup>2</sup>. Проанализировав перечень существующих технологий охмеления, можно сделать вывод о том, что большая их часть направлена на рациональное использование сырья<sup>3</sup>. Основными поставщиками хмеля традиционно являются Европа и США, с которыми в настоящее время сформировались нестабильные торговые отношения. Сырье в РФ не поступает в должном количестве, а собственное российское производство только начинает возрождаться и ждать от него какого-либо значимого замещения импорта в ближайшие два десятилетия не стоит<sup>4</sup>. Именно поэтому значимость применения хмелевых экстрактов в пивоварении является актуальной задачей для всестороннего рассмотрения.

Целью данного исследования является изучение возможности получения хмелевого экстракта непосредственно на пивоваренном производстве и обоснование технологии производства пива с использованием хмелевого экстракта.

Сегодня существует более 100 сортов хмеля, однако селекционеры продолжают создавать новые. Основными направлениями развития хмелеводства являются повышение урожайности, стойкости к болезням, повышение содержания  $\alpha$ - и  $\beta$ -кислот, ароматических составляющих<sup>5</sup>.

В 2000-х гг. доставка хмеля в Европу, например, из Новой Зеландии могла превышать стоимость самого хмеля. Но с тех пор количество горьких кислот и ароматических масел в новых сортах хмеля увеличилось примерно на 20—30 %, что пропорционально повлияло на закладку хмеля при производстве пива. При этом посевные площади в Новой Зеландии сократились на треть, что снизило также затраты на выра-

---

<sup>1</sup> Бэмфорт Ч. Новое в пивоварении: Пособие для специалистов / Пер. с англ. Е.С. Боровиковой, И.С. Горожанкиной. СПб.: «Профессия», 2007. 519 с.

<sup>2</sup> Гернет М.В., Грибкова И.Н. Современные способы использования хмелепродуктов в пивоварении // Хранение и переработка сельхозсырья. 2020. № 4. С. 34—42.

<sup>3</sup> Грибкова И.Н., Борисенко О.А. Влияние соединений хмеля на формирование органолептических показателей пива при «холодном» способе охмеления // Пиво и напитки. 2021. № 1. С. 30—35.

<sup>4</sup> Христюк А.В., Касьянов Г.И. Хмель в пивоварении // Пиво и напитки. 2007. № 1. С. 10—12.

<sup>5</sup> Матвеева Н.А., Титов А.А. Выбор сорта хмеля для технологии сухого охмеления // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. № 4. С. 120—125.

щивание. Сегодня возможно уже купить хмель, выращенный на любом континенте. Однако даже сейчас в ряде случаев производители могут вводить квоты, поэтому тенденция к выведению новых сортов с более высоким содержанием необходимых в пивоварении веществ продолжится еще как минимум пару десятков лет.

На Рис. 1 можно увидеть, насколько выросло содержание горьких и ароматических веществ (в %) в составе хмеля за последнее время.

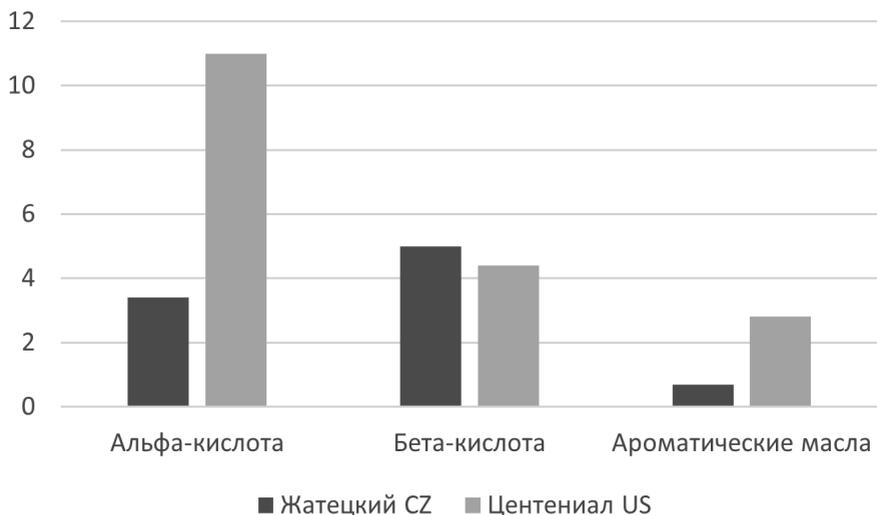


Рис. 1. Состав хмеля «Жатецкий» и «Центениал US».

ГОСТ<sup>6</sup> дает следующую классификацию хмелепродуктов:

1. По способу производства гранулированного хмеля:

а) тип 90;

б) тип 45.

2. По способу производства экстрактов хмеля<sup>7</sup>:

а) этанольный экстракт;

б) CO<sub>2</sub>-экстракт.

По органолептическим показателям хмелепродукты должны соответствовать требованиям, приведенным в Табл. 1.

<sup>6</sup> ГОСТ 32912-2014 «Хмелепродукты. Общие технические условия».

<sup>7</sup> Федоренко Б.Н., Орлов И.А., Каледин И.М., Скоморохов Н.С. Оценка эффективности современного способа экстракции хмеля в пивоваренной промышленности с применением специализированного оборудования // Health, Food & Biotechnology. 2020. № 3. С. 57—66.

Табл. 1. Требования к хмелепродуктам по органолептическим показателям.

Наименование	Характеристика хмелепродуктов			
	гранулы тип 90	гранулы тип 45	этанольный экстракт	CO <sub>2</sub> -экстракт
Внешний вид	гранулы цилиндрической формы		густой сироп	вязкая однородная масса
Цвет	от светло-желто-зеленого до золотисто-зеленого и зеленовато-желтого		от темно-зеленого до темно-зеленого с коричневым оттенком	от светло-зеленого, желтого до светло-коричневого
Запах	специфический хмелевой, не допускается наличие плесневого, прелого, затхлого, сырного, дымного, валерианового или другого постороннего запаха, не свойственного хмелю		хмелевой при наличии запаха этилового спирта	хмелевой

По физико-химическим показателям хмелепродукты должны соответствовать требованиям, указанным в Табл. 2.

Табл. 2. Требования к хмелепродуктам по физико-химическим показателям.

Наименование	Значение показателей			
	гранулы тип 90	гранулы тип 45	этанольный экстракт	CO <sub>2</sub> -экстракт
Массовая доля влаги, %	6,0—13,0		не определяют	
Массовая доля альфа-кислот в пересчете на сухое вещество, %, не менее	2,5		не определяют	

## Пищевые системы и биотехнологии

Кондуктометрический показатель горечи, %	не определяют	9,0	28,0
Массовая доля золы, в пересчете на сухое вещество, %	14,0	не определяют	
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	не определяют	60,0	80,0
Массовая доля эфирного масла, %, не менее	не определяют		1,5

В данном исследовании такие показатели, как аромат, цвет и внешний вид применяемых экстрактов хмеля, определяли органолептически. Аромат экстрактов хмеля определяли непосредственно после вскрытия упаковки. Запах, исходящий от пробы, должен иметь соответствующий аромат. Цвет экстрактов определяли при дневном освещении. Для этого наносили его стеклянной палочкой тонким слоем на лист белой бумаги. Цвет должен быть однородным от светло- до темно-коричневого. Внешний вид определяли визуально: должна быть однородная сиропообразная консистенция без расслоений.

Для получения хмелевого экстракта<sup>8</sup> одним из способов<sup>9</sup> использовали хмель Idaho 7 Yakima Chief Hops 2022 г. урожая. Его многогранный аромат и вкус — смесь влажных тропических фруктов, ягод, цитрусов и черного чая — делает данный продукт подходящим для производства пива IPA, светлых элей и охмеленного американского пива.

Состав хмеля Idaho 7 Yakima Chief Hops 2022 г. приведен на Рис. 2.

<sup>8</sup> *Коничев А.С., Баурин П.В., Федоровский Н.Н., Марахова А.И.* и др. Традиционные и современные методы экстракции биологически активных веществ из растительного сырья: перспективы, достоинства, недостатки // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки, 2011. № 3. С. 49—54.

<sup>9</sup> *Шишацкий Ю.И., Мельникова Е.И., Плюха С.Ю., Кузьмин Е.В.* и др. Перспективные типы экстракционных аппаратов для системы «твердое тело — жидкость» (аспекты теории и анализ конструкций) // Университет им. В.И. Вернадского. 2012. № 2 (40). С. 339—351.

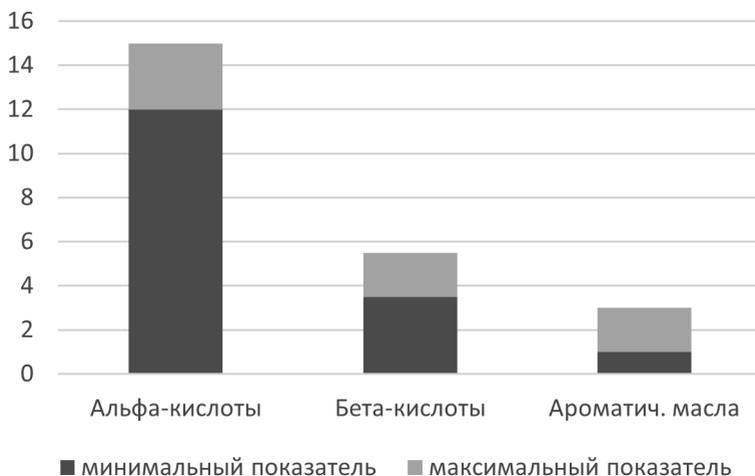


Рис. 2. Компоненты хмеля Idaho 7 Yakima Chief Hops 2022 г. урожая.

Как видно из Рис. 2, в составе имеется большое количество горьких кислот. Из них  $\alpha$ -кислот 12—15 %, с преобладанием когумулона — 35—40 %,  $\beta$ -кислот — 3,5—5,5 %, ароматических масел — 1—3 %. В ароматическом профиле преобладают ароматы абрикоса, ягод, апельсина, грейпфрута, черного чая (Рис. 3).



Рис. 3. Ароматический профиль хмеля Idaho 7 Yakima Chief Hops 2022 г. урожая.

Сладко-фруктовый тропический аромат вызван содержанием в хмеле ароматических масел (Рис. 4) — мирцена (сосновый, цитрусовый, фруктовый оттенки) и кариофиллена (сладкий, древесный, перечный оттенки).

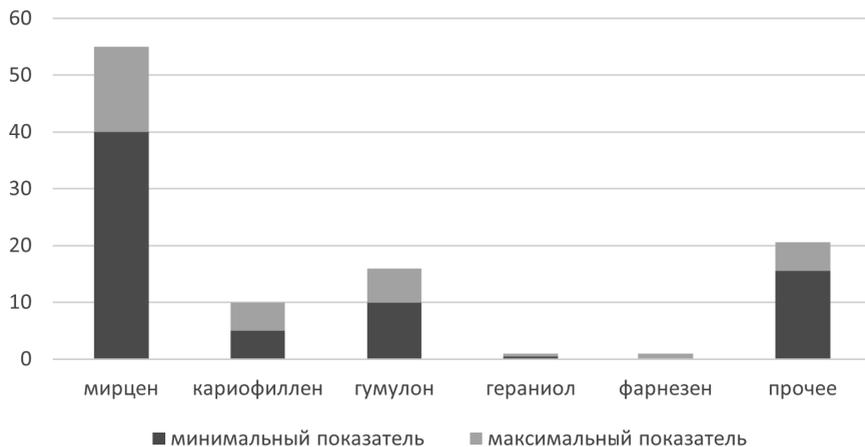


Рис. 4. Состав ароматических масел хмеля Idaho 7 Yakima Chief Hops 2022 г. урожая.

В качестве основы для создания образцов пива, охмеленного полученными экстрактами хмеля, и контрольного образца, полученного  $\text{CO}_2$ -экстракцией, было использовано пиво сорта «Фирменное», произведенное на базе ООО «Коломенская пивоварня», из линейки «Starovar». Его вкус сочетает легкие хлебные тона с оттенками сена и луговых цветов. В аромате также преобладают хлебные тона со слабым хмелевым ароматом. Цвет пива характеризуется как цвет старого янтаря с медными оттенками. Тело сбалансированное, с ярко выраженной солодовой составляющей и легкой хмелевой горечью. Допускается незначительный остаточный аромат диацетила.

Для оценки ароматического профиля полученных образцов пива был применен дескрипторно-профильный анализ. В качестве дескрипторов были выбраны ароматы: сладкий (отмечен еще и как медовый), чайный, фруктовый, цветочный, травяной. Результаты анализа приведены на Рис. 5.

Из данных диаграммы (Рис. 5) видно, что наибольший интерес в плане извлечения ароматических составляющих имеют образцы № 7 и № 8. Принципиальное отличие в том, что у образца № 7 в профиле присутствует помимо сладкого, цветочного и фруктового аромата так-

же и травяной. Образцы № 2 и № 3 имеют схожий профиль, но меньшую интенсивность аромата. Образцы №№ 2, 7 и 8 помимо интенсивного аромата показывают соответственно и высокие проценты экстракции сухих веществ (Табл. 3).

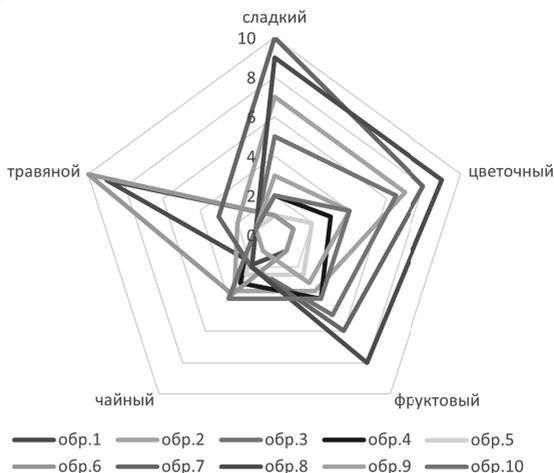


Рис. 5. Дескрипторный анализ ароматического профиля образцов.

Табл. 3. Значение доли сухих веществ в образцах хмелевого экстракта.

Номер образца	Номер испытания	Масса сухого остатка, г	Доля сухих веществ, %	Окончательное значение доли сухих веществ, %
1	1	0,06	3,33	3,46
	2	0,10	3,58	
2	1	0,29	12,80	12,63
	2	0,33	12,45	
3	1	0,16	6,87	6,71
	2	0,31	6,55	
4	1	0,14	3,60	3,53
	2	0,19	3,45	
5	1	0,13	2,51	2,67
	2	0,21	2,83	

## Пищевые системы и биотехнологии

6	1	0,13	5,20	5,31
	2	0,17	5,41	
7	1	0,29	9,80	9,53
	2	0,35	9,26	
8	1	0,51	12,66	12,18
	2	0,47	11,69	
9	1	0,19	5,51	5,56
	2	0,28	5,60	
10	1	0,21	4,73	4,67
	2	0,30	4,61	

Для оценки вкусо-ароматического профиля образцов также был применен дескрипторно-профильный анализ (Рис. 6). В качестве дескрипторов выбраны: солодовость, аромат, вяжущая горечь, мягкая горечь, длительность послевкусия.

Разделения по горечи были выбраны в виду того, что при дегустации была выявлена разная специфика горечи и ее длительности. Объясняется это тем фактом, что различные масла, имеющие горечь и горькие кислоты, при различных условиях проведения опыта показали различную степень экстракции.

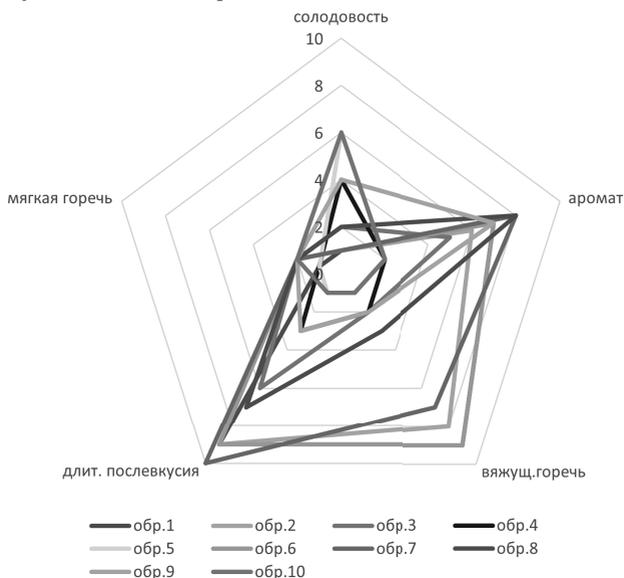


Рис. 6. Общий дескрипторный анализ образцов.

Исходя из данных анализа ароматического профиля (Рис. 5), наиболее привлекательными по ароматике образцами можно считать образцы №№ 2, 7 и 8. Согласно общему анализу, наилучшим образом показали себя образцы №№ 3, 8 и 9. На заключительном этапе было проведено сравнение образцов №№ 2, 3, 7, 8 и 9 с полученными контрольными №№ 11 и 12. Результаты анализа представлены на Рис. 7.

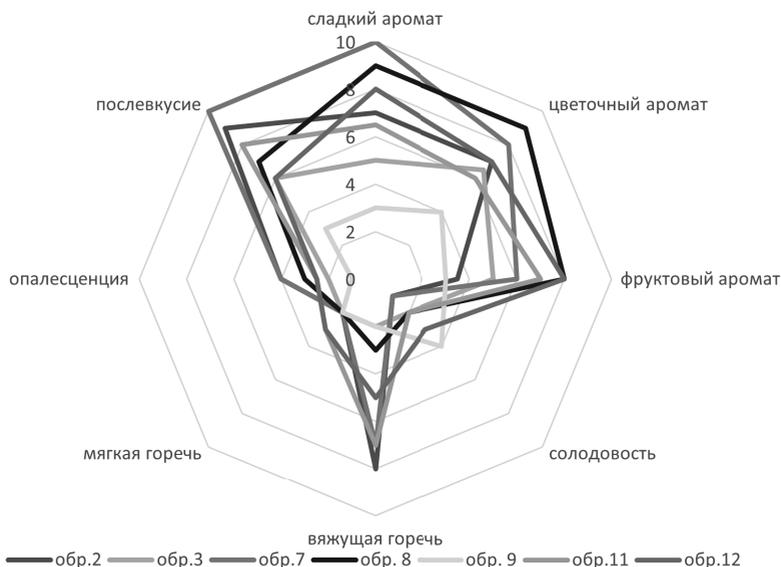


Рис. 7. Дескрипторный анализ перспективных в охмелении образцов в сравнении с контрольными.

На диаграмме (Рис. 7) видно, что контрольный образец № 12, охмеленный замоченным в течение 3 ч хмелем и охмелявшийся в течение 3 суток, имеет преимущество по сравнению с образцом № 11, охмелявшимся в течение 4 суток классическим способом. Образцы №№ 2, 7 и 8 имеют схожий с образцом № 12 ароматический профиль, в целом даже превосходящий его по интенсивности. Однако у образцов №№ 2 и 7 была выявлена вяжущая горечь и долгое послевкусие. В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что образец № 8 имеет наиболее оптимальные показатели по общим признакам.

Для измерения физико-химических показателей образцов пива использовали ультразвуковой анализатор пива «Колос-1»<sup>10</sup>, измерения

<sup>10</sup> ГОСТ 12787-81 «Пиво. Методы определения спирта, действительного экстракта и расчет сухих веществ в начальном сусле».

производили по общепринятой методике<sup>11</sup>. Результаты физико-химического анализа образцов пива представлены в Табл. 3.

Табл. 3. Физико-химические показатели образцов пива.

Наименование	Начальный образец	Контрольный образец	Образец № 8
<b>Содержание спирта, %:</b>			
массовая	3,0	3,6	3,94
объемная	4,8	4,8	5,0
Массовая доля действительного экстракта, %	4,87	5,12	4,93
Экстрактивность начального сусла, %	12,3	12,2	12,5
Температура, °С	20		
Плотность, кг/см <sup>3</sup>	1014	1012	1011
Видимый экстракт, %	3,05	3,44	3,12
<b>Степень сбраживания, %</b>			
видимая	73,1	71,5	75,1
действительная	58,2	57,7	60,7

Из данных Табл. 3 видно, что образец пива № 8 имеет наибольший показатель содержания спирта и видимого экстракта. Это объясняется тем, что в нем присутствовал спиртовой экстракт хмеля. На практике такого не будет, так как спирт в качестве экстрагента начнет поступать непосредственно из пива и по окончании процесса экстракции ароматических веществ будет возвращаться назад.

Оценку органолептических показателей<sup>12</sup> проводили по 25-балльной шкале. По отдельным показателям пиво максимально оценивалось баллами: прозрачность — 3, цвет — 3, аромат — 4, вкус — 5, хмелевая горечь — 5, пенообразование — 5 (в сумме максимально — 25 баллов). Результаты оценки органолептических показателей образцов пива представлены на Рис. 8.

По итогу в результате оценки органолептических показателей контрольный образец № 11 набрал общую оценку 22 балла, опытный образец № 8 — 24 балла.

<sup>11</sup> ГОСТ 12786-2021 «Продукция пивоваренная. Правила приемки и методы отбора проб».

<sup>12</sup> ГОСТ 30060-2022 «Пивоваренная продукция. Методы определения органолептических показателей и объема продукции».

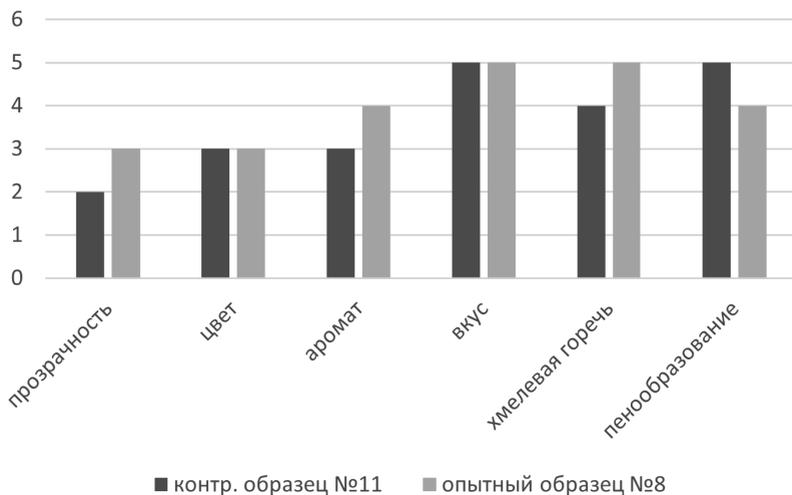


Рис. 8. Органолептические показатели пива.

Таким образом, использование экстрактов хмеля позволяет резко сократить время производства охмеленного пива. Близким по способу является охмеление с помощью хопгана, однако при этом частицы хмеля все равно попадают в пиво, и в последующем требуется либо время для осаждения взвеси (порядка нескольких суток), либо сепарирование продукта. При внесении непосредственно в танк, кроме этого, еще одним из минусов будет то, что хмель, осевший на днище аппарата в процессе экстракции, работать не будет и ароматические вещества в пиво не перейдут. В образцах пива №№ 2, 3, 6, 7 кроме экстрагированных ароматических веществ присутствует большое количество экстрагированных горьких компонентов хмеля. Однако образец пива № 8 при высоком показателе ароматической составляющей имел уже незначительное количество горьких веществ. Контрольный образец пива № 12, охмеленный замоченным в течение 3 ч хмелем и охмелявшийся в течение 3 суток, имел преимущество по сравнению с образцом № 11, охмелявшимся в течение 4 суток классическим способом. Образцы пива №№ 2, 7 и 8 имели схожий с контрольным образцом № 12 ароматический профиль, в целом даже превосходящий его по интенсивности. Однако у образцов пива №№ 2 и 7 была выявлена вяжущая горечь и долгое послевкусие. В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что образец пива № 8 имеет наиболее оптимальные для конечного потребителя показатели по общим признакам и в целом превосходит контрольные образцы.

Анализ образцов экстрактов хмеля, пива, охмеленного ими, и контрольных образцов показал, что охмеление пива с целью получения ароматической составляющей оправдывает применение спиртовых экстрактов.

### Список литературы

1. *Бэмфорт Ч.* Новое в пивоварении: Пособие для специалистов / Пер. с англ. Е.С. Боровиковой, И.С. Горожанкиной. СПб.: «Профессия», 2007. 519 с.

2. *Гернет М.В., Грибкова И.Н.* Современные способы использования хмелепродуктов в пивоварении // Хранение и переработка сельхозсырья. 2020. № 4. С. 34—42.

3. ГОСТ 12786-2021 «Продукция пивоваренная. Правила приемки и методы отбора проб».

4. ГОСТ 12787-81 «Пиво. Методы определения спирта, действительного экстракта и расчет сухих веществ в начальном сусле».

5. ГОСТ 30060-2022 «Пивоваренная продукция. Методы определения органолептических показателей и объема продукции».

6. ГОСТ 32912-2014 «Хмелепродукты. Общие технические условия».

7. *Грибкова И.Н., Борисенко О.А.* Влияние соединений хмеля на формирование органолептических показателей пива при «холодном» способе охмеления // Пиво и напитки. 2021. № 1. С. 30—35.

8. *Коничев А.С., Баурин П.В., Федоровский Н.Н., Марахова А.И.* и др. Традиционные и современные методы экстракции биологически активных веществ из растительного сырья: перспективы, достоинства, недостатки // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки, 2011. № 3. С. 49—54.

9. *Матвеева Н.А., Титов А.А.* Выбор сорта хмеля для технологии сухого охмеления // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. № 4. С. 120—125.

10. *Федоренко Б.Н., Орлов И.А., Каледин И.М., Скоморохов Н.С.* Оценка эффективности современного способа экстракции хмеля в пивоваренной промышленности с применением специализированного оборудования // Health, Food & Biotechnology. 2020. № 3. С. 57—66.

11. *Христюк А.В., Касьянов Г.И.* Хмель в пивоварении // Пиво и напитки. 2007. № 1. С. 10—12.

12. *Шишацкий Ю.И., Мельникова Е.И., Плюха С.Ю., Кузьмин Е.В.* и др. Перспективные типы экстракционных аппаратов для системы «твердое тело — жидкость» (аспекты теории и анализ конструкций) // Университет им. В.И. Вернадского. 2012. № 2 (40). С. 339—351.

*Сведения об авторах*

*Ключников Андрей Иванович*, доктор технических наук, доцент, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского. Тел.: 8-950-755-83-62.

*Казарцев Дмитрий Анатольевич*, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии виноделия, броидильных производств и химии им. Г.Г. Агабальянца, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского. Тел.: 8-903-650-42-08.

*Жуковская Светлана Викторовна*, кандидат химических наук, доцент, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского. Тел.: 8-916-462-53-69.

*Бабаева Мария Васильевна*, кандидат технических наук, доцент, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского. Тел.: 8-916-313-87-33.

*Information about the authors*

*Klyuchnikov Andrey Ivanovich*, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management. Phone: +7-950-755-83-62.

*Kazartsev Dmitry Anatolyevich*, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Winemaking Technology, Fermentation Production and Chemistry named after G.G. Agabal'yants, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management. Phone: +7-903-650-42-08.

*Zhukovskaya Svetlana Viktorovna*, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management. Phone.: +7-916-462-53-69.

*Babaeva Maria Vasilievna*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management. Phone: +7-916-313-87-33.