

# ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЯГОДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДОМАШНЕГО ПИВА

И.М. Кухаренко, 4 курс

Научный руководитель – Н.В. Водчиц, заведующий ОЛ «ДНК и клеточных технологий в растениеводстве и животноводстве»

Полесский государственный университет

Разнообразие вкусов и стремление к индивидуальности делают крафтовое пивоварение все более популярным, особенно среди домашних пивоваров. Одним из эффективных способов придать напитку уникальные свойства является добавление натуральных ягодных концентратов.

**Цель исследования:** определить влияние концентрированных соков черники и голубики, добавленных на раннем этапе брожения, на органолептические и физико-химические характеристики нефильтрованного домашнего пива.

Для исследования было изготовлено три варианта пива: базовое (без добавок), с добавлением концентрированного черничного сока и с добавлением концентрированного голубичного сока. Концентрированные соки получены методом выпаривания. В качестве сырья использовались следующие компоненты: Chateau Pilsen 2RS; Chateau Melano; Chateau Cara Gold® – 0.03 кг; Хмель El Dorado; Дрожжи SafAle T-58; Концентрированный сок (черничный или голубичный)

Технологический процесс

1. Затирирование солода – 1.755 л воды (3 л на 1 кг солода), выдержка при 62 °С – 60 мин, повышение температуры до 72 °С (10 мин), затем до 78 °С (мэш-аут, 2 мин).
2. Кипячение сусла – 60 мин с добавлением хмеля по графику.
3. Охлаждение до 15 °С, перелив в ферментер после осаждения осадка.
4. Брожение – начальное при 15 °С в течение 2 дней, затем повышение до 20 °С и внесение сока (0.15 л). Брожение до снижения плотности до 2.5°Р (~7 дней).
5. Холодное созревание – охлаждение до 8 °С (1 день), затем до 2 °С (7 дней).
6. Карбонизация – добавление 6–8 г сахара и, при необходимости, 0.1–0.2 г дрожжей SafAle F-2 на 3 л. Выдержка в бутылке при 18–20 °С (5–7 дней), затем хранение при 4 °С.

Особенности внесения сока:

- Внесение на 2-й день помогает избежать потерь аромата (если вносить до брожения) и предотвратить переокисление (если после).

Физико-химические характеристики пива приведены в таблице.

Таблица 1. – Физико-химические показатели пива

| Вариант пива       | Начальная плотность (°Р) | Крепость (% об.) | pH  |
|--------------------|--------------------------|------------------|-----|
| Базовое            | 12.0                     | 5.3              | 4.4 |
| С черничным соком  | 12.5                     | 5.9              | 3.8 |
| С голубичным соком | 12.7                     | 6.2              | 4.0 |

Начальная плотность сусла (в градусах Плато, °Р) является ключевым параметром, определяющим потенциальное содержание алкоголя в пиве. Чем выше плотность, тем больше сахаров доступно для сбраживания [1]. В исследуемых образцах добавление ягодных концентратов увеличило плотность с 12.0°Р до 12.5–12.7°Р. Это свидетельствует о внесении дополнительных сахаров вместе с концентратами. Как результат, увеличивается конечная спиртуозность – в случае с голубичным пивом она достигла 6.2% об. по сравнению с 5.3% в базовом варианте.

Однако слишком высокая начальная плотность (свыше 13–14°Р при домашних условиях) может привести к неполному сбраживанию, особенно при недостаточной активности дрожжей. Это приведет к остаточной сладости и чрезмерной плотности во рту [1]. Оптимальным диапазоном для сбраживания с дрожжами SafAle T-58 считается 11–13°Р [2].

pH пива оказывает прямое влияние на вкус, стабильность и активность дрожжей. Чем ниже величина pH сусла, тем менее интенсивно происходит изомеризация горьких кислот хмеля при ки-

пачении сусла что на органолептическое восприятие [2]. В базовом образце рН составил 4.4 – это типичное значение для элей. Черничный концентрат снизил рН до 3.8, что вызвало резко выраженную кислотность во вкусе. Голубичный концентрат также повлиял на кислотность, но сохранил более мягкий баланс (рН 4.0).

При рН ниже 3.6 возможно подавление активности дрожжей и появление агрессивной кислотности, что нежелательно в большинстве стилей [3]. Кроме того, низкий рН усиливает экстракцию фенольных соединений из ягод, что может как положительно, так и отрицательно повлиять на вкусовой профиль [4].

Таким образом, варьирование плотности и рН позволяет тонко настраивать характеристики пива – от крепости до кислотности и текстуры.

Микробиологические аспекты ферментации

- При низком рН (3.8–4.0) создаются условия, враждебные для большинства бактерий, но дрожжи сохраняют активность.

- При рН <3.6 – могут быть проблемы с карбонизацией (дрожжи «засыпают»).

- Добавление фруктов увеличивает риск контаминации, если не соблюдать санитарные нормы [3].

Как видно из таблицы, добавление концентратов повышает начальную плотность сусла и крепость готового напитка. Это объясняется тем, что концентраты, полученные выпариванием, содержат дополнительные сахара, которые подвергаются брожению, что увеличивает содержание этанола. Также наблюдается снижение рН, особенно в черничном варианте, что напрямую влияет на усиление кислого вкуса.

Изменение начальной плотности сусла оказывает значительное влияние на крепость и тело напитка. При повышении плотности выше 13–14°Р может возникнуть риск недостаточного сбраживания, особенно при использовании слабых штаммов дрожжей, что повлечет за собой остаточную сладость и чрезмерную плотность во рту. С другой стороны, заниженная плотность приведет к водянистому вкусу и сниженной крепости [3].

Снижение рН в процессе брожения делает вкус напитка более ярким и насыщенным. Однако чрезмерное снижение ниже 3.6 может привести к неприятной кислотности и подавлению активности дрожжей [3]. Оптимальное значение рН (в районе 4.0) позволяет подчеркнуть фруктовые ноты, сохраняя при этом стабильность пива.

Органолептические характеристики оценивались по следующим показателям: внешний вид, аромат, вкус, послевкусие, ощущения во рту (таблица 2).

Таблица 2. – Органолептическая оценка пива

| Показатель       | Базовое пиво               | С черничным соком                     | С голубичным соком              |
|------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Цвет             | Светло-желтый, мутный      | Темно-бордовый, непрозрачный          | Темно-розовый, слегка мутный    |
| Пена             | Слабая                     | Практически отсутствует               | Невысокая                       |
| Аромат           | Хмельной                   | Сладковатый, напоминает игристое вино | Аналогичный черничному          |
| Вкус             | Хмелевой, умеренно горький | Резко кислый                          | Кисло-сладкий, сбалансированный |
| Послевкусие      | Долгое, хмелевое           | Короткое, кисловато-хмелевое          | Долгое, с горечью               |
| Плотность во рту | Средняя                    | Легкая                                | Мягкая                          |
| Газированность   | Средняя                    | Слабая                                | Средняя                         |

Поскольку прямое измерение в соответствии с «ГОСТ 32038 – 2012 ПИВО Метод определения двуокси углерода» не проводилось, в связи с отсутствием оборудования, был использован расчетный метод, основанный на теории вторичной ферментации. В процессе карбонизации в каждую бутылку добавлялось в среднем 7 г сахара на 1 л напитка, что при полном сбраживании эквивалентно образованию примерно 2.325 литра CO<sub>2</sub> на литр напитка. С учетом плотности CO<sub>2</sub> при нормальных условиях, ориентировочное содержание диоксида углерода в напитке составило око-

ло 0.43% по массе, что полностью соответствует стандартам, указанным в «ГОСТ 34796 – 2021 НАПИТКИ ПИВНЫЕ Общие технические условия» [4].

Это значение соответствует стандартной степени насыщения для элей, придавая напитку умеренную игристость и освежающий эффект. Более высокая карбонизация могла бы усилить восприятие кислотности, особенно в образцах с пониженным pH (черничный и голубичный варианты), но в данном случае достигнут сбалансированный уровень газированности.

Добавление черничного сока привело к усилению кислотности и снижению газированности, тогда как голубичный концентрат обеспечил более сбалансированный вкус, сохранив приемлемую газированность и усилив фруктово-хмелевое послевкусие. Снижение pH также отразилось на текстуре напитка, делая черничное пиво более «тонким» на вкус.

Концентрированные черничный и голубичный соки увеличивают крепость за счет дополнительного сбраживаемого сахара и снижают pH напитка.

Снижение pH под действием ягодных концентратов (до 3.8–4.0) способствовало формированию более яркого, фруктово-кислого вкусового профиля. При этом черничный сок вызывал более выраженную кислотность, в то время как голубичный обеспечивал более сбалансированное восприятие.

Дрожжи *SafAle T-58* имеют слабую флокуляцию, не образуя осадка, что сохраняет фруктовый и пряно-фенольный профиль напитка. Они подчеркивают вкус соков и добавляют пряные нотки, улучшая органолептические характеристики.

Перспективы дальнейших исследований:

Использование концентратов позволяет получать стабильный продукт вне сезона ягод.

Возможно масштабирование в условиях мини-пивоварни.

### Список использованных источников

1. Булгаков Н.И Биохимия солода и пива / Н.И. Булгаков. – 2-е изд., перераб. И доп.. –Москва : Пищевая пром-сть, 1976. –358 с. Ил.; 22.
2. Дрожжи SafAle T-58 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://fermentis.com/en/product/safale-t-58/> – Дата доступа: 28.03.2025.
3. Меледина Т.В., Дедегкаев А.Т. Коллоидная стойкость пива: Учеб. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 90 с.
4. Токсикологическая химия учебник / Т.Х. Вергейчик под ред. Проф. Е.Н. Вергей-чика. М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 400 с.
5. ГОСТ 34796-2021. Напитки пивные. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2021. – 5 с.