

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт

з навчальної дисципліни «Біохімія пива»

для студентів другого магістерського рівня освіти

денної та заочної форм навчання

зі спеціальності 181 «Харчові технології»

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 1 від 13.02.25р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2025

Методичні вказівки до лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Біохімія пива» для студентів другого магістерського рівня освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 181 «Харчові технології» / Уклад. Т.В. Арутюнян – Харків: НТУ «ХП», 2025. – 58 с.

Укладач: Т.В. Арутюнян

Рецензент: І.М. Демидов

Кафедра технології жирів та продуктів бродіння

Зміст

Вступ.....	4
Лабораторна робота № 1 Визначення органолептичних та фізичних показників пивоварного ячменю	8
Лабораторна робота №2 Визначення поліфенольних сполук хмелю	16
Лабораторна робота №3 Визначення фізіологічних показників якості зерна ...	18
Лабораторна робота № 4 Визначення технологічних показників якості зерна.	24
Лабораторна робота №5 Визначення екстрактивності солоду.....	27
Лабораторна робота № 6 Визначення технологічних показників приготування пивного суслу та його якості.....	32
Лабораторна робота №7 Визначення вмісту альфа-кислоти у хмелі та хмелепродуктах	42
Лабораторна робота №8 Визначення вмісту алкоголю і дійсного екстракту у пиві дистиляційним способом	44
Лабораторна робота №9 Визначення вмісту алкоголю і дійсного екстракту у пиві дистиляційним способом.....	47
Список рекомендованої літератури.....	51
Додаток 1. Готування титрованого розчину NaOH	52
Додаток 2. Співвідношення показників поглинання і кольору пива	54
Додаток 3. Співвідношення між відносною густиною та вмістом екстрактивних речовин у солодовому суслі	55
Додаток 4. Співвідношення відносної густини рідини і вмісту спирту	57

Вступ

Технологічний контроль має велике значення в кожній галузі харчового виробництва. Контроль в технології бродильних виробництв має ряд особливостей, що відображають характер біохімічних процесів по перетворенню складових сировини. В результаті таких перетворень напівпродукти суттєво відрізняються від сировини, а готовий продукт має ще більше відмінностей. Це насамперед відноситься до виробництва солоду та пива.

В процесі виробництва солоду та пива технохімічний контроль виконує такі функції:

- контроль якості сировини; в сировині дуже важливо визначити вміст цінних для виробництва речовин та небажаних домішок;
- контроль якості напівфабрикатів; інформація щодо складу напівфабрикатів дає можливість контролювати та регулювати хід технологічного процесу;
- контроль якості готового продукту, відповідність його нормативній документації.

У виробництві солоду і пива приділяється виключна увага контролю якості ячменю, так як від властивостей ячменю залежить доброякісність солоду та склад пива.

Приймання на переробку ячменю супроводжується визначенням його фізичних, фізіологічних, технологічних та хімічних показників.

Заслуговує особливу увагу оцінка якості хмелю та хмелепродуктів, який є основною та незамінною сировиною у виробництві пива. Кожна партія цієї сировини супроводжується органолептичною оцінкою та визначенням фізико-хімічних показників.

Як правило, хіміко-технологічний контроль здійснюється не тільки співробітниками виробничої лабораторії, але і технологами, які безпосередньо керують протіканням технологічних процесів.

Метою розроблених методичних вказівок до лабораторних робіт є набуття студентами знань та умінь зі здійснення контролю якості фізико-хімічних, фізіологічних показників сировини, напівпродуктів, пива.

До лабораторного практикуму включено лабораторні роботи з визначення показників якості у відповідності з нормативною документацією на ячмінь, хміль, солод пивоварний, пиво.

Загальні вимоги до виконання лабораторних робіт та оформлення лабораторного журналу

До кожної лабораторної роботи студентові слід підготуватися самостійно, використовуючи дані методичні вказівки, конспект лекцій і рекомендовану літературу.

Після проробки вказаного матеріалу студент повинен:

- знати мету, зміст і послідовність організації роботи, яку він має виконати, необхідні методи досліджень, теоретичні аспекти питань, що вивчаються;
- уміти користуватися лабораторними приладами та технологічним обладнанням, проводити дослідження відповідно прийнятих методик, проводити необхідні розрахунки, робити на підставі аналізу отриманих результатів конкретні висновки.

Контроль ступеню підготовки студентів до виконання лабораторної роботи здійснюється за допомогою питань для самоперевірки, за наявністю та правильністю заповнення лабораторного журналу.

Перед початком занять викладачі проводять інструктаж студентів з техніки безпеки, звертаючи увагу на властивості реактивів, які використовуються протягом практикуму, небезпечні моменти під час проведення робіт і способи їх попередження, заходи першої допомоги у випадку опіку, ураження електричним струмом та інших випадках, можливі причини виникнення пожежі та способи тушіння.

Крім того, студенти повинні ознайомитись з правилами експлуатації приладів і устаткування.

Під час виконання лабораторної роботи робоче місце слід утримувати в чистоті та порядку, після закінчення робіт слід ретельно прибрати його та вимити посуд. Студенти, які не мають спецодягу (халату, куртки), до виконання лабораторної роботи не допускаються.

Під час підготовки до кожної лабораторної роботи та її виконання студент повинен дотримуватись певних вимог до оформлення лабораторного журналу, які передбачають внесення до журналу таких записів:

- назви та мети лабораторної роботи, об'єкту та предмету дослідження;
- методик визначення показників якості тих чи інших видів сировини;
- експериментальні дані та зведені у підсумкові таблиці результати розрахунків, власних і сумісних досліджень;
- загальні висновки по роботі.

Звіт з лабораторної роботи необхідно оформляти та надавати викладачеві наприкінці поточного заняття.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Визначення органолептичних та фізичних показників пивоварного ячменю

Зернову сировину приймають партіями. Під партією зерна розуміють будь-яку кількість зерна, однорідного за якістю, що призначене до одночасного приймання, відвантаження або зберігання, оформлене одним документом про якість. Для визначення якості з партії зерна відбирають середню пробу у відповідності з нормативною документацією. Із середньої проби виділяють наважку для визначення вологи, потім середню пробу зважують до десятих часток грама та очищують від великої смітної домішки. Після такої очистки з середньої проби зерна виділяють наважки (за допомогою дільника) для визначення фізико-хімічних, фізіологічних показників якості зерна.

Фізичні показники зерна дають досить повне поняття про його якість. Якісним називають добре доспіле, здорове зерно, що перебуває в стабільному стані. На якість зерна вказує колір, запах, смак, а також його температура.

За такими фізичними показниками, як натура, абсолютна маса, плівчастість, можливо прогнозувати екстрактивність ячменю.

Зерно пивоварного ячменю повинно бути великим, рівним і блискучим. Сіро-матовий колір небажаний, тому що він може бути результатом розвитку цвілі; зерна повинні бути світло жовтого або жовтого кольору, що свідчить про зрілість ячменю та дотримання технології його збирання. Допускаються більш темні відтінки жовтого кольору зерна. Недопустимо наявність зерен з темними кінчиками, що вказує на порушення технології збирання або зберігання; зелений або занадто світлий колір є ознакою незрілості ячменю. Ячмінь повинен мати запах свіжої соломи.

Мета лабораторної роботи: навчитися визначати фізичні показники пивоварного ячменю.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої, реактиви та матеріали

1. Банка із кришкою місткістю 500 см³.
2. Млин лабораторний.

3. Ваги лабораторні загального призначення до 200 г, із ціною поділки 0,1 мг.
4. Колби конічні з шліфом місткістю 100 см³.
5. Сітка сталева.
6. Чашка місткістю 200-250 см³.
7. Дошка розбірна.
8. Шпатель металевий.
9. Чашка біологічна (Петрі) із кришкою.
10. Сушильна шафа, що забезпечує нагрівання зерна до 40 °С.
11. Термометр ртутний скляний лабораторний, з інтервалом виміру температури 0-100 °С.
12. Терези лабораторні загального призначення до 500 г або 1 кг із ціною поділки 0,01 г.
13. Дільник.
14. Дошка для проведення аналізу.
15. Лопаточка.
21. Пластинки.
22. Пурка літрова.

1.1. Визначення кольору

Підготовка до випробування

Проби зерна, що мають температуру нижче кімнатної, витримують у закритій посудині доти, поки температура зерна не досягне кімнатної. Сире зерно, якщо воно не піддається подрібненню, попередньо підсушують.

Проведення випробування

Колір визначають при денному розсіяному світлі шляхом порівняння із установленим зразком. Для аналізу беруть 100÷150 зерен і розміщують поруч із зразком. Зерна ячменю повинні бути світло-жовтого або жовтого кольору (допускається сірувато-жовтий колір) і мати характерний блиск. Зеленуватий або занадто світлий колір вказує на недозрілість ячменю. Зерно, що зберігалось у вологому стані або ушкоджене самозігріванням, втрачає блиск, стає тьмяним, у кольорі оболонки з'являються бурі відтінки, причому насамперед темніють

кінчики зернівки. Зазвичай втрата блиску пов'язана з розвитком цвілі, що насамперед вражає зародок, а потім поширюється на все зерно.

1.2. Визначення запаху

Проведення випробування

Запах визначають як у цілому, так і в розмеленому зерні. Із ретельно перемішаного зразка цілого або розмеленого зерна відбирають наважку масою приблизно 100 г поміщають у чашку й визначають запах зерна.

Якщо в партії зерна виявлений полиновий запах, то додатково наявність цього запаху визначають у розмеленому зерні, попередньо звільненому від кошичків полину.

У тих випадках, коли в зерні виявляється слабо виражений сторонній запах, не властивий дозрілому зерну, для посилення його, зерно прогривають такими способами:

а) ціле зерно насипають на сітку й протягом 2÷3 хв пропарюють над киплячою водою. Пропарене зерно висипають на аркуш чистого паперу й досліджують на присутність стороннього для зерна запаху;

б) ціле або розмелене зерно поміщають у чисту, без наявності стороннього запаху конічну колбу із шліфом місткістю 100 см³, щільно закривають пробкою й витримують протягом 30 хв. при температурі 35-40 °С, використовуючи сушильну шафу. Потім відкриваючи на короткий час колбу, визначають запах.

1.3. Визначення натурної маси зерна

Натурою, або натурною масою, називають масу 1 дм³ (л) зерна, виражену в грамах. Величина натурности зерна в основному залежить від вмісту в ньому крохмалю як найбільш важливого компонента сухих речовин. Натурна маса пивоварного ячменю коливається в межах 600-780 г/дм³.

Стандартним приладом для визначення натурности є літрова пурка з падаючим вантажем, конструкція якої забезпечує стабільність умов заповнення вимірювального об'єму (мірки) зерном: зерно насипається з постійної висоти, рівномірним потоком у мірку, повітря з якої витиснуто падаючим вантажем.



Рисунок 1.1 – Пурка літрова

Пурка (рис. 1.1) – це ваги, на коромислі яких ліворуч підвішена чашка для наважок, а праворуч - мірка. Крім ваг, пурка має наповнювач, що застосовується для рівномірного заповнення мірки зерном, циліндр з лійкою, призначений для перших порцій насипання зерна, і наважки. Усі частини пурки зберігаються в ящику.

При роботі з пуркою ящик встановлюють на столі. У гніздо на кришці ящика вгвинчують стійку вагів і перевіряють правильність установки пурки. На стійку навішують підвіску і вставляють коромисло в обойму так, щоб стрілка пройшла в отвір у її підставці, а призма лягла на подушку. На кінці призми коромисла надягають серги, стежачи за тим, щоб цифри на сергах і на кінцях коромисла збіглися. На ліву сергу навішують чашку, а на праву – мірку з опущеним у неї падаючим вантажем. Чашка й мірка з вантажем повинні врівноважувати одна одну. Потім мірку знімають із серги, виймають із неї вантаж і встановлюють у гніздо. У щілину у верхній частині мірки вставляють ніж, на нього кладуть вантаж і на мірку надягають наповнювач.

Проведення випробування

Визначення натури проводять після змішування середнього зразка зерна й виділення з нього наважки для визначення засміченості.

Зерно насипають у циліндр з лійкою, не досипаючи його на 1 мм до верхнього краю. Потім циліндр закріплюють на наповнювачі, обережно натискають на важілець замка й відкривають засувку лійки. Після висипання

зерна циліндр знімають із наповнювача, швидко й плавно виймають ніж із щілини. Коли вантаж і зерно потрапляють у мірку, ніж знову плавно вставляють у щілину, вимірюючи таким чином об'єм. Мірку виймають із гнізда разом з наповнювачем і перевертають, видаляючи з ножа надлишок зерна. Після цього знімають наповнювач, виймають ніж і зважують мірку з точністю до 0,5 г. Визначення натуре повторюють не менш двох разів з різних порцій зразка. Розбіжності між паралельними визначеннями натуре не повинні перевищувати 5 г. Обчислення проводять до першого десяткового знаку з наступним округленням до цілого числа.

Кращими вважаються ячмені з натурею 680-750 г/л середніми – з натурею 600-700 г/л.

1.4. Визначення маси 1000 (абсолютна маса) зерен

Маса 1000 зерен пивоварного ячменю в основному коливається від 37 до 48 г і становить в середньому 40 г на суху речовину.

Підготовка до випробування

Із середньої проби зерна виділяють дві наважки: одну для визначення масової частки вологи, другу для визначення маси 1000 зерен. Маса наважки для визначення 1000 зерен дорівнює 50 г. Наважку масою 50 г зважують з точністю до десятих часток грама.

Проведення випробування

Звільнене від домішок зерно ретельно перемішують, розподіляють рівним шаром у вигляді квадрата, який ділять по діагоналі на чотири трикутники. З кожного трикутника відраховують підряд без вибору по 250 зерен. Потім зерна, відлічені із двох протилежних трикутників, поєднують і одержують дві наважки по 500 зерен кожна. Кожна наважка зерна зважується окремо.

Обробка результатів

Сумарна маса двох наважок по 500 зерен є масою 1000 зерен при фактичній вологості зерна. Масу 1000 зерен у перерахунку на суху речовину M_c (г) розраховують за формулою:

$$M_c = \frac{M_\phi \cdot (100 - w)}{100} \quad (1.1)$$

де M_f – маса 1000 зерен при фактичній вологості, г;
 w – масова частка вологи в зерні, %.

Визначення абсолютної маси повторюють 2 рази, при цьому розбіжності між знайденими значеннями не повинні перевищувати 5 % їхньої середньої маси. Обчислення проводять до другого десяткового знаку з наступним округленням до першого десяткового знаку.

1.5 Визначення засміченості

Засміченість партії зерна оцінюють за кількістю домішок, виражених у відсотках до маси зерна. Домішки ділять на дві основні групи: смітну й зернову.

До смітної групи відносять всі насіння бур'яну і шкідливі для корму тварин домішки. До неї входять усі домішки, отримані при просіванні наважки зерна через сито з діаметром отвору в ситі.

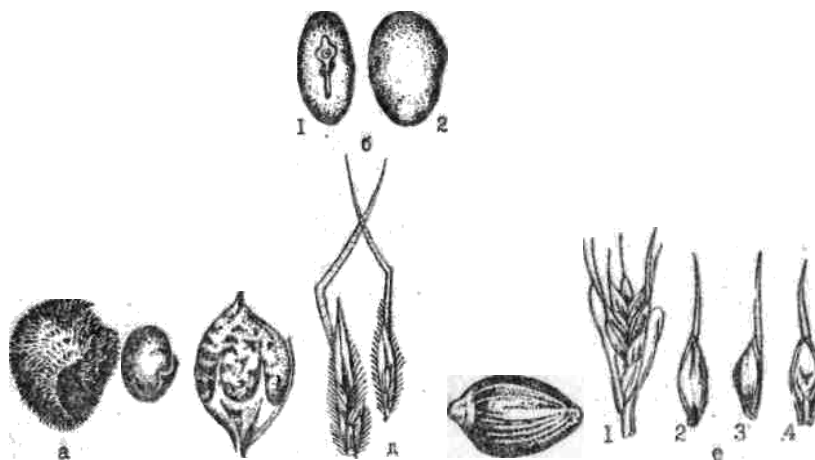


Рисунок 1.2 – Смітні домішки ячменю:

а – кукуль; б – гірчак софора; 1 – софора звичайна; 2 – софора лисохвоста; в – гірчак розовий; г – донник; д, е – плевел п'янкий; 1, 2, 3, 4 – колосок і зернівка з верхньої, нижньої сторін та збоку 1,5 мм; мінеральні речовини (грудочки землі, камінчики й т.і.); органічні речовини (солома, частини стрижнів колосся й т.д.); насіння всіх бур'янистих і культурних рослин; зерна ячменю, пшениці, жита, вівса й полби з ендоспермом від коричневого до чорного кольору або повністю виїденими шкідниками.

У смітну домішку в особливу групу виділяють насіння бур'янів, що містять шкідливі й отруйні речовини. До шкідливих домішок ячменю відносять плоди й

насіння таких бур'янів, як гірчак рожевий, гірчак-софора, мишатник, в'язель, геліотроп пушиноплідний, триходесма сива, плевел п'янкий (рис.1.2), а також зерна ячменю, уражені головнею й споринею. Головня надає зернам ячменю неприємний запах розсолу оселедця, обумовлений триметиламіном, що продукується грибом.

У спорині містяться отруйні речовини, тому вміст її в ячмені допускається не більше 0,5 %. До зернової домішки відносять мало пошкоджені зерна ячменю й інших культур, з порушеною оболонкою й оголеним ендоспермом; недоспілі-зелені і недорозвинені щуплі зерна; пророслі зерна з корінцем, що вийшов назовні, або паростком; ушкоджені сушінням, самозігріванням, що запліснявіли, зерна зі зміненим кольором ендосперму від кремового до світло-коричневого; зерна пшениці, жита, вівса, полби цілі й ушкоджені, не віднесені за характером ушкоджень до смітної домішки.

Підготовка до випробування

Ідентифікацію домішок виконують у відходах, отриманих при визначенні розміру зерна. Його висипають на скляну дошку з білим або блакитним відтінком і розподіляють за допомогою пінцета й пензлика на фракції. Насіння бур'янів визначають шляхом порівняння із зразками, при цьому користуються лупою. Відібрані фракції зважують із точністю до 0,01 г і результати розраховують у відсотках до взятої наважки.

Якщо при розборі домішок виявляють ріжки спорині, головню або насіння шкідливих бур'янів, то проводять контрольний аналіз по наважці в 500 г.

У ячмені 1-го класу вміст смітної домішки не повинен перевищувати 1 %, у тому числі шкідливої домішки не більше 0,2 %, а зернової – не більше 3 %. У ячмені 2-го класу смітної домішки повинно бути не більше 2 %, разом з тим вміст шкідливої та зернової домішки – не більше 5 %.

Проведення випробування

Наважку в 50 г після відділення великих домішок (просіювання крізь сито з діаметром 6мм) просіюють так, щоб сита були встановлені в такому порядку:

– піддон;

- сито з отворами діаметром 1,5 мм – для виділення проходу, що відноситься до смітної домішки;
- сито з отворами розміром 2,2×20 мм – для визначення великих зерен;
- сито з отворами розміром 2,6×20 – для визначення крупності.

Наважку насипають на верхнє сито і закривають кришкою. Якщо просіювання проводять вручну, то комплект сит з наважкою зерна розміщують на столі з рівною і гладенькою поверхнею і просіювання проводять круговими рухами.

З проходу через сита для відділення смітної домішки відділяють тільки шкідливу домішку. Все, що залишилося на піддоні, відносять до смітної домішки. Зі сходів всіх сит виділяють смітну та зернову домішки.

Обробка результатів

Виділені фракції смітної і зернової домішки окремо зважують і виражають у відсотках до маси взятої наважки.

Сходи з сит для визначення крупності і прохід через сито для визначення дрібних зерен, звільнені від смітної і зернової домішки, зважують.

Масову частку дрібних зерен або крупності X_m у відсотках знаходять за формулою:

$$X = \frac{M_1 \cdot 100}{M} \quad (1.2)$$

де M_1 – маса фракцій дрібного зерна або маса залишку зерна в сході з сита, призначеного для визначення крупності, г;

M – маса зерна, що залишилася після вилучення з наважки смітної та зернової домішки, г.

Остаточні результати визначення смітної, зернової домішки та дрібного зерна і крупності округляють до першого десяткового знаку.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Визначення поліфенольних сполук хмелю

Поліфенольні сполуки хмелю відносяться до флавоноїдів і представлені лейкоантоціанами, катехінами, глікозидами флавонолів, а також фенолкарбоновими кислотами. Ці сполуки містяться у шишках хмелю і мають велике значення в пивоварінні. Вони не тільки освітлюють сушло шляхом утворення комплексів з білками, що осаджуються, але разом з гіркими речовинами беруть участь в утворенні смаку та піностійкості пива. Кількісне визначення поліфенольних речовин дає необхідну інформацію про склад хмелю та його якість. Достатньо часто для визначення суми поліфенольних речовин хмелю використовують колориметричний метод з використанням реактивів Фоліна; ці реактиви утворюють синє забарвлення в результаті відновлення фенолами фосформолібденово-вольфрамових кислот до голубих окислів.

Так як для пивоваріння мають значення тільки водорозчинні фенольні сполуки, то при їх визначенні в шишках хмелю та хмелепродуктах використовується водна екстракція поліфенолів.

Мета роботи: Визначити вміст поліфенолів у шишках хмелю і хмелепродуктах.

Метод базується на зміні інтенсивності кольору розчину поліфенольних сполук в лужному середовищі у присутності заліза лимонно аміачного коричневого, водного.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої, реактиви і матеріали:

КМЦ (карбоксиметилцелюлоза), ЕДТА (етилдіамінтетраацетатдінатрієва сіль) або трілон Б, заліза лимонноаміачне коричневе, аміак, колби мірні місткістю 25, 100, 1000 см³, піпетки 10 см³, 1 см³, колба конічна 1000 см³, циліндр на 100 і 1000 см³, ваги аналітичні, фотоелектроколориметр, центрифуга.

Підготовка до випробування.

Водний екстракт: 20 г подрібненого сирого або 5,0 г повітряно-сухого хмелю (гранул) переносять у мірну колбу на 250 см³, наливають 200 см³ дистильованої води і кип'ятять на водяній бані при періодичному перемішуванні 1 годину. Потім суміш охолоджують доливають дистильованою водою до мітки

250 см³ перемішують і фільтрують через паперовий складчастий фільтр. Фільтрат аналізують на поліфенольні сполуки.

Спиртовий екстракт: 1-2,5 г повітряно-сухого хмелю (гранул) кип'ятять із 50 см³ 50 % етилового спирту із зворотним холодильником 30 хвилин. Потім охолоджують, фільтрують і фільтрат аналізують.

Приготування реагента 1: В конічну колбу 1 дм³ задають 10 г КМЦ і 2 г ЕДТА, заливають 800 см³ дистильованої води (теплої) і залишають суміш на ніч (для набухання і розчинення КМЦ). Потім вміст конічної колби кількісно переводять дистильованою водою в мірну колбу на 1 дм³ і доводять дистильованою водою до 1 дм³. Якщо необхідно, розчин освітляють центрифугуванням.

Приготування реагента 2: 2,5 г заліза лимонноаміачного коричневого, водного розчиняють в 100 см³ дистильованої води.

Приготування реагента 3: Розчин аміаку з масовою концентрацією 250 г/ дм³ змішують з двома об'ємами дистильованої води.

Проведення випробовування:

У мірну колбу на 25 см³ вносять 10 см³ екстракту і 8 см³ реагенту 1, вміст колби енергійно перемішують. Потім в колбу добавляють 0,5 см³ реагента 2 і після перемішування добавляють 0,5 см³ реагента 3. Вміст колби знову перемішують, об'єм розчину доводять дистильованою водою до 25 см³ і видержують у спокої 10 хвилин. Після цього вимірюють оптичну густину розчину у кюветі 10 см³ при довжині хвилі 600 нм по відношенню до дистильованої води.

Контроль 1. У мірну колбу на 25 см³ вносять 10 см³ екстракту і 8 см³ реагенту 1, вміст колби енергійно перемішують. Потім в колбу добавляють 0,5 см³ реагента 3, вміст колби перемішують, об'єм розчину доводять дистильованою водою до 25 см³ знову перемішують і видержують у покої 10 хвилин. Після цього вимірюють оптичну густину розчину у кюветі 10 см³ при довжині хвилі 600 нм по відношенню до дистильованої води.

Контроль 2. У мірну колбу на 25 см³ вносять 10 см³ дистильованої води і 8 см³ реагенту 1, вміст колби енергійно перемішують. Потім в колбу добавляють 0,5 см³ реагента 2 і після перемішування добавляють 0,5 см³ реагента 3. Вміст

колби знову перемішують, об'єм розчину доводять дистильованою водою до 25 см³ перемішують і видержують у покої 10 хвилин. Після цього вимірюють оптичну густину розчину у кюветі 10 см³ при довжині хвилі 600 нм по відношенню до дистильованої води.

Обробка результатів.

Загальну кількість в екстракті поліфенольних сполук в мг/дм³ розраховують за формулою:

$$P_{\phi} = [OP - (OP_{k1} + OP_{k2})] \cdot 820$$

Обрахунок виконують з точністю до 0,01 мг з наступним округленням до 0,1 мг. Остаточний результат приймають як середнє арифметичне двох паралельних визначень.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Визначення фізіологічних показників якості зерна

3.1. Визначення енергії проростання й здатності до проростання

Під показником енергії проростання розуміють відсоток зерен, що проросли за три доби. Під показником здатності до проростання розуміють відсоток зерен, що проросли за п'ять діб, віднесений до всієї маси зерна в партії.

Мета лабораторної роботи: навчитися визначати фізіологічні показники якості зернової сировини.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої, реактиви й матеріали

1. Дільник.
2. Лійка скляна діаметром 8-10 см³.
3. Трубка гумова.
4. Затискач.
5. Кулька скляна.
6. Штатив.
7. Склянка хімічна 200 і 250 см³.
8. Паличка скляна.

9. Чашка біологічна (Петрі).

10. Папір фільтрувальний.

Підготовка до випробування

Із зразка середньої проби за допомогою дільника або вручну виділяють 50 г зерна. Виділену наважку зерна змішують, потім розрівнюють рівним шаром у вигляді квадрата, ділять по діагоналі на чотири трикутники й з кожних двох протилежних трикутників, починаючи з вершини, відраховують підряд по 250 цілих зерен, не віднесених до смітної й зернової домішок, усього 500 зерен.

Зерно, що залишилося, знову змішують і виділяють зазначеним вище способом другу пробу у 500 зерен.

На скляну лійку надівають гумову трубку із затискачем і встановлюють її на штативі (рис. 3.1). В отвір лійки, щоб уникнути проскакування зерен, кладуть скляну кульку.

Проведення випробування

У лійку при закритому затискачі кладуть 500 зерен ячменю, наливають воду кімнатної температури, так, щоб її рівень був на 1,5-2,0 см вище поверхні зерна. Зерно перемішують скляною паличкою, щоб дати можливість зернам, що спливли, осісти. Визначення проводять при кімнатній температурі.

Щоб уникнути пліснявіння зерна при температурі понад 22 °С при першій замочці у воду додають хлорне вапно (0,03 % від маси зерна) після закінчення замочки зерно промивають водою.

Через 4 год. воду з лійки спускають і залишають ячмінь у лійці з відкритим затискачем на 16-18 год.; щоб уникнути висихання зерна лійку накривають скляною кришкою (від чашки Петрі) на внутрішню поверхню чашки кладуть кілька шарів вологого фільтрувального паперу. Через 10-16 год. затискач закривають, ячмінь знову заливають водою й залишають на 4 години під водою, після чого воду зливають, ячмінь залишають без води з відкритим затискачем з закритою кришкою з вологим фільтрувальним папером до кінця проростання .

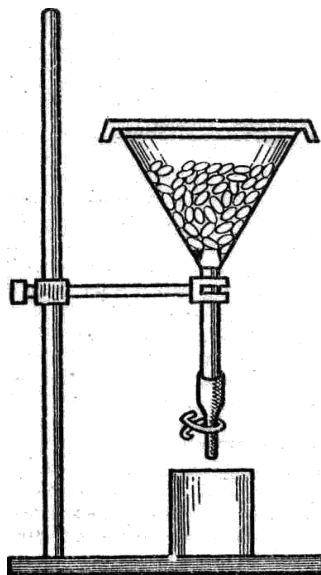


Рисунок 3.1 – Установа для визначення енергії проростання й здатності до проростання

Через 43 години після першої замочки зерно в лійці необхідно добре перемішати й до кінця проростання по мірі його висихання зволожувати, заповнюючи лійку з зерном водою при відкритому затискачі.

При визначенні енергії проростання пророслі зерна (зерна з корінцями, що вийшли назовні, і зерна з паростками) підраховують через три доби (72 год.) після початку проведення аналізу.

Не пророслі зерна залишають у лійці ще на дві доби (48 год.) при зазначених вище умовах, після чого додатково підраховують кількість пророслих зерен.

Обробка результатів

Кількість пророслих зерен у кожній пробі X у відсотках обчислюють за формулою:

$$X = 100 \times \frac{A}{B}, \quad (3.1)$$

де A – кількість пророслих зерен у пробі, шт.;

B – загальна кількість зерен у пробі (500 шт.).

Показник енергії проростання (кількість пророслих зерен за три доби обчислюють як середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень).

Розбіжності між двома паралельними визначеннями (у відсотках) допускаються не більше:

при середньоарифметичній величині 90 % і вище – 5 %; нижче 90 % – 7 %.

При розбіжності результатів аналізу двох проб на величину, що перевищила допустимі відхилення, аналіз повторюють.

Показник здатності проростання зерна Y у відсотках обчислюють за формулою;

$$Y = \frac{(100 - C) \times D}{100}, \quad (3.2)$$

де C – вміст у партії зернової й смітної домішки %;

D – кількість пророслих зерен за 5 діб, %.

Всі обчислення проводять до першого десяткового знаку з наступним округленням до цілого числа.

Приклад. Вміст у партії зерна смітної домішки – 2 %, зернової домішки – 2,5 %. Загальний відсоток смітної й зернової домішки – 4,5 %. Пророслих зерен – 98 %.

Показник здатності до проростання % дорівнює :

$$X = \frac{(100 - 4,5) \times 98}{100} = 93,6 \% \quad (3.3)$$

3.2. Визначення життєздатності ячменю

Сутність методу полягає у здатності дегідрогеназ живих клітин зернового зародка відновлювати безбарвний розчин трифенілтетрозоліумхлориду. У результаті зародок живого зерна набуває червоного (малинового) кольору, зародки мертвих зернівок залишаються незабарвленими. Крім повністю пофарбованих і знебарвлених, можуть зустрічатися зерна із частково пофарбованими

зародками. За розміщенням та розміром некротичних плям на зародку зерна класифікують його як життєздатне й нежиттєздатне.

Визначення життєздатності проводять по двох паралельних пробах 100 зерен у кожній, що відбираються з середньої проби зерна.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої, реактиви й матеріали

1. Ваги лабораторні загального призначення технічні третього класу.
2. Термостат з діапазоном регулювання температури в робочій камері від +3 до +35 °С, допустимі коливання температури в робочій камері ± 2 °С.
3. Чашки біологічні (Петрі).
4. Лезо.
5. Пінцет.
6. Склянка хімічна місткістю 50 см³.
7. 2,3 – трифенілтетразоліумхлорид (тетразол хлористий), розчин масовою концентрацією 5 г/дм³.
8. Калій фосфорнокислий, однозаміщений (KH₂PO₄).
9. Натрій фосфорнокислий, двозаміщений (Na₂HPO₄·2H₂O).
10. Вода питна.
11. Папір фільтрувальний лабораторний.
12. Папір індикаторний для визначення рН розчину.

Підготовка до випробування

1. Готування водного розчину трифенілтетразоліумхлориду

5 г трифенілтетразоліумхлориду розчиняють в 1000 см³ дистильованої води із рН 6,0-7,0. Якщо значення рН води менше 6, використовують буферний розчин, що готують у такий спосіб:

– розчин № 1 розчиняють 9,078 г фосфорнокислого калію в 1000 см³ дистильованої води;

– розчин № 2 розчиняють 11,876 г фосфорнокислого натрію в 1000 см³ дистильованої води;

Потім 400 см³ розчину № 1 і 600 см³ розчину № 2 змішують.

У літрі буферного розчину розчиняють 5 г солі трифенілтетразоліумхлориду. Одержують розчин трифенілтетразоліумхлориду масовою концентрацією 5 г/дм³, рН якого дорівнює 7,0.

2. Підготовка зерна

Зерна ячменю замочують у воді протягом 15-18 год. (на ніч) при температурі 20 °С, а свіжозібраний ячмінь – при температурі 10-15 °С протягом такого ж часу.

Проведення випробування

Зерна ячменю розрізають на дві половинки уздовж зародка. Кожну підготовлену сотню половинок зерен кладуть у хімічну склянку або пробірку, промивають кілька разів водою і повністю занурюють у розчин трифенілтетразоліумхлориду й витримують у темряві протягом 1 год. 30 хв. при температурі 20 °С або 40–50 хв при 30 °С. Іншу сотню половинок зерен анулюють.

Оброблені зерна (половинки зерен) після промивання водою переносять у чашку Петрі, на пластинку або фільтрувальний папір, підтримуючи їх у вологому стані протягом усього дослідження. Потім насіння переглядають, беруть кожне зерно пінцетом.

Кожне зерно оцінюється як життєздатне або нежиттєздатне. При слабкому фарбуванні тканин зародка час обробки необхідно продовжити на 30-60 хв.

До життєздатних зерен ячменю відносять ті, у яких зародок повністю пофарбований. До нежиттєздатних – зерна, у яких зародок повністю або частково не пофарбований.

Обробка результатів

Життєздатність насіння обчислюють у відсотках. За результати аналізу приймають середнє арифметичне результатів аналізу двох проб, виражене цілим числом.

Кількість пофарбованих половинок зерен у кожній пробі X у відсотках обчислюють за формулою :

$$X=100 \cdot A/B \quad (3.4)$$

де А – кількість пофарбованих половинок зерен у пробі, шт.;

Б – загальна кількість половинок зерен у пробі (100 шт.).

Розбіжність між результатами аналізу двох проб допускається не більше зазначеної в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Допустимі розбіжності між результатами аналізу життєздатності двох проб ячменю

Середнє арифметичне значення життєздатності, обчислене за результатами аналізу двох проб, %	Розбіжність, що допускається, між результатами аналізу двох проб ячменю, %
99	2
98	4
97	5
від 95 до 96	6
від 93 до 94	7
від 90 до 92	8

При розбіжності результатів аналізу проб на величину, що перевищує допустимі розходження, випробування повторюють.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Визначення технологічних показників якості зерна

4.1. Визначення плівчастості

Плівчастістю називають кількість квіткових плівок (м'якинна оболонка, полова, оболонка), виражену у відсотках від загальної маси зерна. Зі збільшенням плівчастості відповідно зменшується частка інших сухих речовин зерна й насамперед крохмалю. Крім того товсті плівки містять більше гірких і дубильних речовин, що негативно позначається на смакових якостях пива.

Квіткові плівки ячменю міцно приклеєні до зернівки пектиновими речовинами і щоб відділити їх, потрібно спочатку розчинити пектинові речовини. Для визначення плівчастості користають два основних метода: лужний метод Омарова і метод Люффа. Лужний метод Омарова ґрунтується на розчиненні пектинових речовин гарячим розчином луґу (метод 1).

Метод Люффа оснований на розчиненні пектинових речовин слабким розчином аміаку з наступним відділенням плівок, їх висушуванням і зважуванням (метод 2).

Плівчастість визначають по різниці маси проб зерна до й після відділення плівок.

Мета лабораторної роботи: дослідити технологічні показники якості зернової сировини та пояснити їх вплив на технологію переробки зернової сировини.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої, реактиви й матеріали.

1. Ваги лабораторні загального призначення з найбільшою межею зважування 200 г, з ціною поділки 0,01 г.

2. Бюкси металеві або скляні.

3. Конічні колби на 100-150 см³ з пробкою.

4. Термостат або водяна баня.

5. 3 %-ий розчин лугу.

6. Циліндр мірний на 50 мл.

7. Шафа сушильна.

8. 5 %-ий розчин аміаку (аміак водний густиною 0,91 г/см³ розбавляють водою 1:4)

Проведення випробування

Метод 1. Зі зразка ячменю виділяють близько 50 г зерна, очищають його від смітної й зернової домішок, у тому числі від битих, голих, щуплих та інших зіпсованих зерен. Із очищеного зерна беруть наважку 5 г \pm 0,01 г у конічну колбу, доливають 25 см³ 3 %-го розчину лугу і збовтують зерна з розчином. Потім суміш швидко доводять до бурхливого кипіння й відразу знімають з вогню. Після охолодження до 50-60 °С колбу закривають гумовою пробкою й енергійно струшують. Потім у колбу доливають воду й знову струшують, при цьому плівки повністю відділяються від ядра зерна. Розчин із плівками зливають, а ядра 2-3 рази промивають водою при енергійному струшуванні. Всі операції проводять швидко, щоб не перезволожити зерно. Після промивання зерна переносять на фільтрувальний папір, знімають залишки плівки, просушують фільтрувальним

папером і поміщають у бюкс з відомою масою. Паралельно в інший бюкс беруть наважку $5 \pm 0,01$ г вихідного чистого зерна й обидві наважки сушать у сушильній шафі при температурі $100\text{ }^\circ\text{C}$ протягом години, охолоджують в ексікаторі й зважують. За різницею між масою вихідного зерна й масою зерна без плівок знаходять масу плівок.

Метод 2. Зерно, що залишилося після визначення його засміченості, розрівнюють тонким шаром у вигляді квадрату і ділять його по діагоналям. Із кожного з двох протилежних трикутників окремо відраховують підряд, без відбору по 50 зерен. Відібрані зерна зважують на технічних вагах з точністю до $0,01$ г і висипають в конічні колби. В колби доливають по 150 см^3 води і 10 см^3 розчину аміаку (циліндром), закривають їх нещільно пробками, поміщають у водяну баню і нагрівають протягом 1 год. При $80\text{ }^\circ\text{C}$. Розчин зливають, зерна пересипають в скляну чи порцелянову чашку і за допомогою пінцета обережно знімають з них оболонку. Плівки поміщають у попередньо зважені бюкси і висушують при $105\text{ }^\circ\text{C}$ протягом 3 год. Після охолодження в ексікаторі бюкси зважують на технічних вагах.

Плівчастість (у % на суху речовину ячменю) розраховують за формулою:

$$X = \frac{a \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot (100 - W)} \quad (4.1)$$

де a – маса плівок, г.

m – наважка зерна, узятого на аналіз, г.

W – вологість зерна, %

Плівчастість ячменю знаходять як середнє арифметичне із двох паралельних визначень. Для пивоварного ячменю вона повинна бути в межах 7-9 % та не вище 10 %.

4.2. Визначення водочутливості

Метод полягає у визначенні кількості пророслих зерен ячменю при замочуванні його в різних кількостях рідини.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої, реактиви й матеріали

1. Чашка біологічна (Петрі) із кришкою.
2. Піпетка місткістю 10 см³, з точністю виміру 0,1 см³.
3. Термометр ртутний скляний лабораторний 0-100 °С.
4. Папір фільтрувальний.

Підготовка до випробування

Із середнього зразка ячменю відраховують 2 рази по 100 зерен. У дві чашки Петрі кладуть 2-3 шари фільтрувального паперу діаметром 9 см й ущільнюють його.

Проведення випробування

В чашках Петрі на фільтрувальний папір, змочений 4 і 8 см³ дистильованої води, розкладають по 100 зерен ячменю бороздкою вверху, так щоб кожне зерно добре контактувало зі замоченим папером. Зверху зерно прикривають аркушами фільтрувального паперу того ж розміру. Чашки закривають і витримують у темному місці 72 год. при температурі 18-20 °С. Через кожні 24 год. пророслі зерна підраховують і вилучають.

Обробка результатів

Ступінь водочутливості характеризується різницею в кількості пророслих зерен у чашках з 4 і 8 см³ води, вираженою у відсотках.

До водочутливих відносять ячмінь зі ступенем водочутливості, що становить 26-45 %, а при значенні ступеня понад 45 % відзначають високу водочутливість.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Визначення екстрактивності солоду

Мета лабораторної роботи: навчитися визначати основні показники якості напівпродукту – солоду різних видів.

5.1. Визначення екстракту у світлому й темному солоді

Під екстрактивністю солоду розуміють відсоток сухих речовин, здатних перейти в розчин за певних умов.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої, реактиви й матеріали

1. Млин лабораторний для тонкого подрібнення (не менше 85 % борошна).
2. Млин лабораторний для грубого подрібнення (не менше 25 % борошна).
3. Лабораторні сита для розсіву.
4. Ваги лабораторні технічні 3 кл.
5. Апарат заторний або водяна баня з лабораторними склянками для затирання місткістю 500 см³.
6. Термометр ртутний скляний лабораторний (0-100 °С).
7. Сито лабораторне металеве № 056.
8. Лійка скляна діаметром 150 мм.
9. Скло годинне або кришка для лійки.
10. Циліндр місткістю 250 см³.
11. Пікнометр номінальною місткістю 50 см³ з горловиною діаметром не більше 6 мм.
12. Колба конічна місткістю 750 см³.
13. Паличка скляна з оплавленими кінцями.
14. Папір фільтрувальний лабораторний.

Підготовка до випробування

Якість подрібнення визначають при лабораторному розсіві, за допомогою набору з 5 круглих сит із кришкою й піддоном, встановлених у спеціальний прилад, що робить кругові рухи.

100 г подрібненого солоду поміщують на верхнє сито, на кожне сито кладуть по 3 гумових кульки й 3 гумових кубики для кращого перемішування. Закривають апарат кришкою і вмикають на 5 хв при швидкості 300 струшувань за хвилину, після чого зсипають із кожного сита залишки розмеленого зерна й зважують.

При розсіві подрібненого зразка солоду сума фракцій, що залишилися на четвертому й п'ятому ситах і в піддоні, становить кількість борошна. У випадку відсутності подібного приладу можна застосовувати набір вітчизняних сит з номером сітки 1,25; 1,00 і 0,56 з піддоном і кришкою.

Проведення випробування

Від середньої проби солоду (після перемішування) відбирають наважку масою 55 г вручну очищають від смітної домішки й розмелюють на млині тонкого подрібнення. Після закінчення подрібнення м'яким пензликом ретельно змітають у склянку все борошно. Одночасно подрібнюють солод для визначення масової частки вологи.

У суху склянку заторного апарата з відомою масою відважують 50,0 г подрібненого досліджуваного солоду, доливають дистильовану воду у кількості 200 см³, нагріту до температури 47 °С, склянку занурюють у водяну баню заторного апарата, вода в якій попередньо нагріта до 45 °С.

При безперервному механічному перемішуванні, якщо роботу ведуть у заторному апараті, і при періодичному перемішуванні вручну, якщо немає заторного апарата, витримують суміш солоду з водою у водяній бані 30 хв., після чого підвищують температуру до 70 °С з таким розрахунком, щоб підвищення температури на 1 градус тривало 1 хв. При досягненні температури 70 °С у склянку наливають 100 см³ дистильованої води, нагрітої до 70 °С. При цій температурі затор оцукрюється і видержується 1 годину. Потім промивають мішалку дистильованою водою, зливаючи її у середину склянки, вміст якої протягом 10-15 хв. охолоджують до кімнатної температури. Вміст склянки доливають до 450 г дистильованою водою, розмішують і фільтрують через складчастий фільтр діаметром 30-32 см у суху колбу. Першу порцію фільтрату (близько 100 см³) повертають на фільтр. Лійка повинна вміщати весь затор. Під час фільтрування лійку прикривають покривним склом.

Фільтрування продовжують до моменту утворення тріщин на поверхні осаду на фільтрі, але не довше 2 год. У фільтраті визначають відносну густину за допомогою пікнометра, за якою встановлюють масову частку екстракту в лабораторному суслі.

Обробка результатів

Масову частку екстракту в розрахунку на повітряно-суху речовину солоду E_1 у відсотках обчислюють за формулою:

$$E_1 = \frac{\mu \cdot (800 + W)}{100 - \mu} \quad (5.1)$$

де μ – масова частка екстракту в лабораторному суслі, %;

W – масова частка вологи в солоді, %;

800; 100 – постійні розрахункові величини.

Масову частку екстракту в розрахунку на суху речовину солоду E_2 у відсотках обчислюють за формулою:

$$E_2 = \frac{E_1 \cdot 100}{100 - W} \quad (5.2)$$

Екстрактивність солоду, виготовленого з пивоварних сортів ячменю високої якості, практично відповідає екстрактивності ячменю.

Обчислення проводять до другого десяткового знаку. За результат випробування приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень і виражають цілим числом з одним десятковим знаком.

Розбіжність між результатами двох паралельних визначень, отриманими для однієї й тієї ж проби одним виконавцем, при довірчій імовірності $P = 0,95$ не повинна перевищувати 0,5 %.

Розбіжність між результатами двох визначень, отриманими в різних лабораторіях для однієї й тієї ж проби, при довірчій імовірності $P = 0,95$ не повинна перевищувати 0,7 %.

5.2. Визначення екстрактивності паленого й карамельного солоду

Сутність метода полягає у гідролізі нерозчинних речовин зерна карамельного або паленого солоду ферментною системою світлого солоду.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої, реактиви й матеріали

1. Млин лабораторний для тонкого помелу (не менше 85 % борошна).
2. Млин лабораторний для грубого помелу (не менше 25 % борошна).
3. Сита лабораторні для розсіву помелу.
4. Ваги лабораторні технічні 3 класу.

5. Апарат заторний або водяна баня з лабораторними стаканами для затирання місткістю 500 см³.
6. Термометр ртутний скляний лабораторний з інтервалом виміру 0-100 °С.
7. Лійка скляна діаметром 150 мм.
8. Скло годинне або кришка для лійки.
9. Циліндр місткістю 250 см³.
10. Пікнометр номінальною місткістю 50 см³ з горловиною діаметром не більше 6 мм.
11. Колба конічна місткістю 750 см³.
12. Паличка скляна з оплавленими кінцями.
13. Папір фільтрувальний лабораторний.

Проведення випробування

Визначення екстрактивності в паленому й карамельному солоді проводять у тонкому помелі.

Із середнього зразка паленого або карамельного солоду і середнього зразка світлого пивоварного солоду за допомогою дільника або вручну виділяють приблизно по 30 г зерна, очищають від смітної домішки і подрібнюють на лабораторному млині так, щоб прохід через сито з металевою сіткою № 56 становив не менше 85 %. Одночасно беруть наважку для визначення масової частки вологи.

Подрібнений солод ретельно перемішують і відважують 25,0 г помелу в попередньо зважену суху заторну склянку; туди ж зважують 25,0 г тонко подрібненого світлого солоду, показники якості якого повинні відповідати вимогам для солоду 1 класу. Склянку поміщують у заторний апарат і додають 200 см³ нагрітої до 47 °С води. Далі проводять випробування так, як при визначенні екстрактивності світлого солоду (п. 5.1).

Обробка результатів

Масову частку екстракту в розрахунку на повітряно-суху речовину карамельного й паленого солоду E_1 у відсотках обчислюють за формулою:

$$E_1 = \frac{\mu \cdot (1600 + W_1 + W_2)}{100 - \mu} \cdot E \quad (5.3)$$

де μ – масова частка екстракту у фільтраті, % ;

W_1 – масова частка вологи світлого солоду, % ;

W_2 – масова частка вологи паленого або карамельного солоду, % ;

E – масова частка екстракту в розрахунку на повітряно-суху речовину світлого солоду, %.

Масову частку екстракту в перерахунку на суху речовину E_2 у відсотках обчислюють за формулою:

$$E_2 = \frac{E_1 \cdot 100}{100 - W} \quad (5.4)$$

Всі обчислення проводять до сотих з наступним округленням до десятих часток відсотка.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Визначення технологічних показників приготування пивного сусла та його якості

Мета лабораторної роботи: дослідити технологічні показники при приготуванні пивного сусла та пояснити їх вплив на технологію виробництва пива.

6.1. Визначення тривалості оцукрювання світлого та темного солоду

Визначення тривалості оцукрювання проводять у процесі визначення екстрактивності в солоді.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої, реактиви й матеріали

1. Колба мірна місткістю 100 см³.
2. Крапельниця лабораторна скляна.
3. Паличка скляна.

4. Пластинка біла порцелянова, гладка або із заглибленнями.
5. Розчин йоду концентрацією 0,1 моль/дм³.
6. Калій йодистий.

Підготовка до випробування

Для визначення тривалості оцукрювання готують суміш, що складається з 20 см³ розчину йоду та 80 см³ дистильованої води, або готують розчин, що складається з 0,8 г йодистого калію і 0,25 г йоду, розчиненого в 100 см³ дистильованої води. Обидва розчини зберігають у склянках з темного скла.

Проведення випробування

Після досягнення в лабораторному заторі температури 70 °С скляною паличкою відбирають із заторної склянки краплю затору й переносять її на порцелянову пластинку; поруч із нею поміщають краплю йоду й, нахилиючи пластинку, з'єднують обидві краплі. У місці з'єднання крапель визначають колір суміші. Реакцію повторюють, беручи проби сусла через кожні 5 хв. Доти, поки не встановиться чисто жовте пофарбування. Для порівняння на ту ж порцелянову пластинку поміщають краплю дистильованої води, змішану із краплею розчину йоду. Тривалість оцукрювання солоду виражають у хвилинах.

6.2. Визначення якості фільтрування затору

Фільтрування затору вважається нормальним, якщо після повернення першої порції фільтрату 100 см³ на фільтр воно триває не більше 1 год. У протилежному випадку фільтрування може бути оцінено як повільне (понад 1 год.) або дуже повільне (понад дві години). Якість сусла оцінюється візуально як прозоре, з опалесценцією або мутне.

6.3. Визначення кольору лабораторного сусла зі світлого й темного солоду

Колір сусла характеризує той або інший тип солоду. Визначення кольору проводять у лабораторному суслі.

Розбіжність між результатами двох визначень, отриманих для однієї і тієї ж проби, не повинно перевищувати 0,01 ум.од. Колір сусла можна визначати

двома методами: методом порівняння з розчином йоду, методом порівняння зі стандартними розчинами та визначенням оптичної густини суслу.

А. Метод порівняння з розчином йоду. Метод оснований на візуальному порівнянні кольору пива з кольором розчину йоду різної концентрації в 100 см³ води.

За умовну одиницю кольору (ум.од.) прийнято колір розчину, отриманий додаванням 1 см³ розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм³ до 100 см³ дистильованої води.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої, реактиви й матеріали

1. Компаратор.
2. Склянка хімічна місткістю 150 см³ діаметром 35-40 мм.
3. Мішалка.
4. Циліндр місткістю 100 см³.
5. Колба конічна місткістю 500 см³.
6. Колба мірна місткістю 1 дм³.
7. Бюретка ціна поділки 0,02 см, місткістю 5 см³.
8. Йод кристалічний або розчин концентрацією 0,1 моль/дм³.
9. Калій йодистий.
10. Папір фільтрувальний лабораторний.
11. Лампа люмінесцентна ртутна.

Підготовка до випробування

Готують розчин йоду концентрацією 0,1 моль/дм³ і визначають коефіцієнт поправки до концентрації.

Проведення випробування

Компаратор встановлюють навпроти джерела світла (денне світло або люмінесцентна лампа) на рівні очей спостерігача так, щоб задня стінка була звернена до джерела світла. Потім у гніздо компаратора вставляють склянки. Одну склянку з суслем місткістю 100 см³, а другу – з дистильованою водою місткістю 100 см³.

У склянку з водою доливають із бюретки при розмішуванні скляною мішалкою розчин йоду, доти поки колір рідини в ній не стане однаковим з кольором сусла, що встановлюється, спостерігаючи за зміною фарбування.

Обробка результатів

Колір сусла Ц в ум.од. розраховують за формулою:

$$Ц = V \cdot K \quad (6.1)$$

де V – об'єм розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм³, доданий до 100 см³ дистильованої води до збігу кольору розчину з кольором сусла, см³;

K – коефіцієнт розведення темного сусла ($K=4$).

Обчислення проводять до другого десяткового знаку. За результат аналізу приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень і виражають цілим числом з одним десятковим знаком.

Розбіжність між результатами двох визначень, отриманих для однієї й тої ж проби одним виконавцем, при довірчій імовірності $P=0,95$ не повинна перевищувати 0,1 ум.од.

Розбіжність між результатами двох визначень, отриманими в різних лабораторіях для однієї й тієї ж проби, при довірчій імовірності $P = 0,95$ не повинна перевищувати 0,3 ум.од.

Б. Метод порівняння зі стандартними розчинами. Метод ґрунтується на візуальному порівнянні кольору сусла з кольором стандартних розчинів.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої, реактиви й матеріали

1. Компаратор трикамерний.
2. Склянка хімічна місткістю 150 см³, 200 см³, діаметром 35-40 мм.
3. Мішалка.
4. Ваги лабораторні 3 класу.
5. Циліндр, місткістю 100 см³.
6. Колба мірна місткістю 100 см³.
7. Бюретка з ціною поділки 0,02 см³ місткістю 5 см³.
8. Кобальт хлористий.

9. Калій двохромовоокислий.

10. Йод кристалічний, розчин концентрацією 0,1 моль/дм³.

Підготовка до випробування

Готування стандартних розчинів для визначення кольору:

– 6,5 г хлористого кобальту розчиняють у невеликій кількості води в мірній колбі місткістю 100 см³ і доводять водою до мітки (розчин I);

– 1,2 г. двохромовоокислого калію розчиняють у невеликій кількості води в мірній колбі місткістю 100 см³ і доводять водою до мітки (розчин II);

– змішують 80 см³ розчину I і 20 см³ розчину II, одержуючи розчин III.

5 см³ розчину йоду вносять у мірну колбу місткістю 100 см³, доводять водою до мітки й переливають у склянку.

В іншій такій склянці розбавляють розчин III водою до одержання однакового кольору рідини в обох склянках (порівняння проводять у компараторі). З одержаного таким способом основного (кобальто-хромпікового) розчину з кольором 5 ум.од. готують стандартні розчини кольору в мірних колбах місткістю 100 см³, доводячи дистильованою водою об'єм основного розчину до мітки. Дозування основного розчину для одержання шкали стандартних розчинів кольору наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Співвідношення об'єму основного розчину з кольором стандартного розчину

Об'єм основного розчину, см ³	Колір стандартного розчину, ум.од.	Об'єм основного розчину, см ³	Колір стандартного розчину, ум.од.
2	0,1	28	1,4
4	0,2	30	1,5
6	0,3	32	1,6
8	0,4	34	1,7
10	0,5	36	1,8
12	0,6	38	1,9
14	0,7	40	2,0
16	0,8	42	2,1
18	0,9	44	2,2
20	1,0	46	2,3
22	1,1	48	2,4
24	1,2	50	2,5
26	1,3		

Приготовлені стандартні розчини розливають в однакові склянки з безбарвного скла, щільно закривають, маркують, наносячи на склянку числове значення кольору кожного стандартного розчину.

Склянки зі стандартними розчинами зберігають у темному місці. Стандартні розчини періодично, 1 раз в 6 місяців перевіряють по розчину йоду, й у випадку зміни кольору замінюють свіжими.

Проведення випробування

У склянку, аналогічну склянкам зі стандартними розчинами кольору, наливають пробу сусла, поміщують у середню камеру компаратора. З боків у дві інші камери поміщують найбільш близькі за кольором стандартні розчини й встановлюють ідентичність кольору сусла з кольором стандартного розчину.

Обробка результатів

За результат беруть величину кольору ідентичну стандартному розчину.

В. Метод визначення кольору за показником поглинання. Сутність методу полягає у визначенні оптичної густини пивного сусла й обчислення показника поглинання, що характеризує колір сусла.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої, реактиви й матеріали

1. Фотоелектроколориметр із світлофільтром $\lambda=440\pm 10$ нм із скляними кюветами номінальною товщиною поглинаючого світла 10 мм.

2. Термометр ртутний скляний лабораторний, інтервал виміру від 0 до 100 °С.

3. Колба конічна місткістю 500 см³.

4. Колба мірна місткістю 100 см³.

5. Піпетки місткістю 25 і 50 см³.

6. Спирт етиловий ректифікований.

7. Кислота соляна, розчин концентрацією 3 моль/дм³.

8. Кізельгур.

9. Папір фільтрувальний лабораторний.

Підготовка до випробування

Звільнення сусла від двоокису вуглецю

Непрозоре сусло фільтрують крізь паперовий фільтр. Якщо при цьому не одержують прозорого сусла, його додатково фільтрують із застосуванням кізельгуру, для чого до 100 см³ сусла додають приблизно 0,5 г кізельгуру, ретельно перемішують і фільтрують через паперовий фільтр. Першу порцію фільтрату (приблизно 20 см³) відкидають.

Допускається фільтрування сусла через скляний фільтр із пористою пластинкою (розмір пор 4 мкм), через мембранний фільтр або центрифугують при частоті обертання не менше 5000 об/хв.

Дозування кізельгуру для випробування підбирають шляхом вимірювання оптичної густини вихідного прозорого сусла після фільтрування його із дозуванням різних наважок кізельгуру (1 г, 2 г). Якщо величина оптичної густини залишається постійною, то вибирають дозування 1 г. Якщо величина оптичної густини змінюється, то збільшують дозування кізельгуру до 3 г.

Темне сусло перед випробуванням розбавляють дистильованою водою так, щоб значення оптичної густини було не більше 0,7. Для цього 50 см³ прозорого сусла вносять піпеткою в мірну, колбу місткістю 100 см³ і доводять об'єм рідини дистильованою водою до мітки. Якщо такого розведення недостатньо, беруть 25 см³ сусла.

Проведення випробування

Сусло, приготовлене для випробування, наливають у вимірювальну кювету, попередньо не менше двох разів промиваючи її цим же суслем, і вимірюють оптичну густину при довжині хвилі (440±10) нм відносно дистильованої води.

Обробка результатів

Показник поглинання D_0 при $\lambda = 440 + 10$ нм обчислюють за формулою:

$$D_0 = \frac{D}{L} \cdot \frac{V_2}{V_1}, \quad (6.2)$$

де D – оптична густина сусла,

L – дійсна товщина рідини в кюветі, мм,

V_1 – об’єм сусла до розведення, см^3 ,

V_2 – об’єм сусла, розведеного дистильованою водою, см^3 .

Обчислення проводять до першого десяткового знаку. За результат випробування приймають середнє – арифметичне результатів двох паралельних визначень і виражають цілим числом.

За остаточний результат приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень, розбіжність між якими не повинно перевищувати 3 %. Співвідношення показника поглинання до величини кольору в см^3 розчину йоду концентрацією 0,1 моль/ дм^3 на 100 см^3 води наведено в таблиці Д 2.1. (додаток 2).

6.4. Визначення кольору карамельного й паленого солоду

Сутність методу полягає в порівнянні кольору водної витяжки карамельного солоду, або паленого з кольором стандартних розчинів.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої, реактиви й матеріали

1. Млин лабораторний тонкого помелу (не менше 85 % борошна).
2. Ваги лабораторні 3 класу.
3. Бюретка місткістю 5 см^3 .
4. Компаратор.
5. Паличка скляна.
6. Склянка хімічна місткістю 400 см^3 .
7. Лійка лабораторна.
8. Циліндр місткістю 250 см^3 .
9. Колба конічна місткістю 500 см^3 .
10. Колба мірна місткістю 100 і 500 см^3 .
11. Плитка електрична.
12. Папір фільтрувальний лабораторний.
13. Залізо-амонійні квасці.
14. Кислота оцтова.
15. Кислота сірчана, розчин молярної концентрації 0,1 моль/ дм^3 (0,1 н).

Підготовка до випробування

Приготування стандартного кольорового розчину для карамельного солоду (розчин для порівняння)

4 г залізо-амонійних квасців розчиняють у воді з 20 см³ розчину сірчаної кислоти, доливають до мітки в мірній колбі на 100 см³.

Приготування стандартного розчину для паленого солоду (розчин для порівняння)

1 г залізо-амонійних квасців розчиняють у воді з 2 см³ оцтової кислоти й доливають дистильованою водою до мітки в мірній колбі на 100 см³.

Проведення випробування

Наважку карамельного або паленого солоду масою 15 г розмелюють на млині, перемішують і відбирають 10 ± 0,1 г. У склянку або колбу, заливають 200 см³ дистильованої води й суміш кип'ятять протягом 10 хв.; після охолодження до кімнатної температури суміш кількісно переносять у мірну колбу на 500 см³ і доливають дистильованою водою до мітки. Вміст колби перемішують і фільтрують через складчастий паперовий фільтр у суху колбу.

В одну склянку двокамерного компаратора поміщують розчин для порівняння, а в іншу – (попередньо) отриману відфільтровану витяжку з солоду об'ємом 5, 10, 20 і т.і. (залежно від кольору фільтрату). З бюретки в склянку з фільтратом доливають при помішуванні скляною паличкою дистильовану воду до зрівняння кольору в обох склянках компаратора.

Коли фільтрат за кольором слабкіший, ніж розчин порівняння, то дистильовану воду доливають не до фільтрату, а до розчину порівняння, взятому в цьому випадку в об'ємах 5, 10.

Обробка результатів

Колір солоду Γ в одиницях Лінтнера (Лн) розраховують за формулою:

а) при розведенні фільтрату

$$F = \frac{V+V_1}{V} \cdot 10 \quad (6.3)$$

де V – об'єм фільтрату, см^3 ;

V_1 – об'єм дистильованої води, використаний для порівняння кольору розчинів у склянках, см^3 .

б) при розведенні розчину порівняння

$$F = \frac{V_2}{V_2 + V_1} \cdot 10 \quad (6.4)$$

де V_2 – об'єм розчину порівняння, см^3 ;

10 – постійна величина.

Розбіжність між результатами двох визначень, отриманими для однієї й тієї ж проби, не повинно перевищувати 0,5 Лн.

6.5. Визначення кислотності лабораторного сусла

Визначення проводять у лабораторному суслі, отриманому зі світлого й темного солоду тонкого помелу.

Сутність методу полягає у нейтралізації кислот, що містяться у суслі, і кислих солей розчином гідроокису натрію в присутності фенолфталеїну.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої реактиви й матеріали

1. Бюретка місткістю 25 см^3 .
2. Колба конічна місткістю 150 або 200 см^3 .
3. Пластинка порцелянова біла гладенька або із заглибленнями.
4. Крапельниця.
5. Піпетка місткістю 1 або 2 см^3 .
6. Натрію гідроокис, розчин концентрацією 0,1 моль/ дм^3 .
7. Спирт етиловий ректифікований.
8. Фенолфталеїн, розчин концентрацією 10 г/ дм^3 .

Підготовка до випробування

Фенолфталеїн готують перед проведенням аналізу.

1. Наважку 0,1 г фенолфталеїну розчиняють у 100 см^3 етилового спирту.
2. Гідроокис натрію 0,1 N (додток 1).

Проведення випробування

50 см³ лабораторного сусла вносять у конічну колбу й титрують із бюретки розчином гідроксиду натрію, що додається доти поки 4 краплі сусла, змішані на порцеляновій пластинці з 2 краплями фенолфталеїну, перестануть його знебарвлювати.

Обробка результатів

Кислотність лабораторного сусла X у см³ гідроксиду натрію концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³ сусла обчислюють за формулою:

$$X = 0,2 \cdot V \quad (6.5)$$

де V – об'єм розчину гідроксиду натрію, витрачений на титрування.

Розбіжність між результатами двох визначень, отриманих для однієї й тієї ж проби в одній лабораторії, не повинна перевищувати 0,1 см³ розчину гідроксиду натрію.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

Визначення ступеня розчинення солоду

Мета лабораторної роботи: Визначити ступінь розчинення ендосперму зразків солоду.

Однією із важливих задач при виробництві солоду є достатнє розчинення ендосперму зерна, що забезпечить високий вихід виробничого екстракту навіть у випадках деяких відхилень від оптимального гранулометричного складу помелу чи від оптимальних температур затирання.

Для оцінки ступеня розчинення солоду використовують два методи, метод Кольбаха і метод Хартонга-Кречмера.

Метод Кольбаха. Цей метод оснований на встановленні різниці в екстрактивності солоду тонкого і грубого помелів. Чим менша ця різниця, тим краще розчинення солоду, оскільки навіть при більш грубому подрібненні солоду в розчин переходить достатня кількість екстрактивних речовин.

Екстрактивність солоду грубого та тонкого помелу визначають за методом наведеним у лабораторній роботі №5.

За допомогою лабораторного млина проводять подрібнення двох наважок зразка солоду (по 55 г кожна). Вміст борошна (прохід через сито № 056) в тонкому помелі має бути 90 ± 1 %, в грубому помелі – 25 ± 1 %.

Спосіб затирання солоду грубого помелу такий же, як і для солоду тонкого помелу. Різницю в екстрактивності солоду тонкого й грубого помелу визначають арифметично.

Оцінка ступеня розчинення солоду за величиною різниці в екстрактивності, визначеної в солоді тонкого і грубого помелу, представлено в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Ступінь розчинення солоду за величиною різниці в екстрактивності тонкого і грубого помелу

Різниця екстрактивності, на суху речовину, %	Ступінь розчинення
нижче 2	дуже гарна
2,0 – 2,9	гарна
3,0 – 3,9	задовільна
4,0 – 4,9	недостатня
вище 4,9	погана

Метод Хартонга-Кречмера. За цим методом визначають екстрактивність солоду тонкого помелу стандартним (конгресним) способом в чотирьох варках при різних температурах: 20, 45, 65 і 80 °С. Отримані величини екстрактивності складають і ділять на 4 для розрахунку середнього значення, яке зазвичай знаходиться в межах 60-70 %. Із середнього значення екстрактивності віднімають число 58,1 (константу, що характеризує якість самого гіршого солоду) і отримують величину, значення якої повинно знаходитись в межах від 0 до 10 – так зване число розчинення Хартонга. Шкала оцінки якості розчинення солоду за цим методом представлена в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Ступінь розчинення солоду за величиною різниці в екстрактивності тонкого і грубого помелу

Число Хартонга	Ступінь розчинення солоду
0-3,5	Недостатній
4-4,5	Нормальний
5	Відмінний
5,5-6,0	Сильний
6,5-10	Надмірний (солод перерозчинений)

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

Визначення вмісту α -кислоти у хмелі та хмелепродуктах

Мета лабораторної роботи: навчитися визначати основні показники якості хмелю та хмелепродуктів.

Визначення вмісту α -кислоти проводять кондуктометричним методом шляхом виміру сили струму, що проходить через екстракт гірких речовин у процесі титрування його оцтовокислим свинцем.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої реактиви й матеріали

1. Кондуктометр для визначення альфа-кислоти.
2. Мішалка магнітна.
3. Подрібнювач.
4. Електролін.
5. Автотрансформатор лабораторний ЛАТР.
6. Ваги аналітичні.
7. Ваги технічні лабораторні.
8. Шафа сушильна лабораторна.
9. Колби конічні місткістю 50-100 см³ із притертою пробкою.
10. Піпетки місткістю 10 см³.
11. Мікробюретка місткістю 5 см³.
12. Склянка хімічна місткістю 100 см³.
13. Колби екстракційні.
14. Лійки скляні.
15. Аспіратор.

16. Паличка порцелянова.
17. Папір фільтрувальний.
18. Суміш етилового спирту й петролейного ефіру в співвідношенні 1 : 9 (фракція 70-100).
19. Гліцерин.
20. Свинець оцтовокислий кристалічний.
21. Спирт етиловий.

Підготовка до випробування

Для приготування 5 %-го спиртового розчину гліцерину 5 мл гліцерину розчиняють в 95 мл етилового спирту.

Для приготування 4 %-го розчину оцтовокислого свинцю 4 г оцтовокислого свинцю РЬ $(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ зважують на аналітичних терезах і розчиняють в 25 %-му спиртовому розчині етанолу й гліцерину (75 мл етилового спирту + 25 мл гліцерину).

Визначення коефіцієнта поправки розчину оцтовокислого свинцю

За допомогою аспіратора відбирають піпеткою 5 см^3 розчину сірчаної кислоти молярною концентрацією $0,1 \text{ моль/дм}^3$, переносять у хімічну склянку місткістю 100 см^3 і доливають 45 см^3 розчину гліцерину об'ємною часткою 5 %. У склянку опускають якір магнітної мішалки, на штативі якої закріплюють бюретку з розчином оцтовокислого свинцю (титруючий розчин) і датчик приладу. Встановлюють початкову точку титрування на мікроамперметрі на позначці 70-80 мкА, доливають із бюретки $1,2-1,5 \text{ см}^3$ розчину оцтовокислого свинцю, ретельно розмішують і продовжують титрування, додаючи по $0,2-0,3 \text{ см}^3$ розчину оцтовокислого свинцю, при постійному перемішуванні. Після додавання кожної порції розчину оцтовокислого свинцю, записують показання приладу (силу струму в мкА). Як тільки сила струму почне збільшуватися, доливають ще 4-5 порцій розчину оцтовокислого свинцю.

Будують графік титрування, відкладаючи по осі абсцис кількість витраченого на титрування розчину оцтовокислого свинцю в см^3 , а по осі ординат – відповідні значення сили струму, що проходить через розчин. Значення на

графіку з'єднують прямими лініями, з точки прямих на вісь абсцис опускають перпендикуляр і знаходять точку еквівалентності V , що відповідає кількості оцтовокислого свинцю, витраченого на титрування.

Коефіцієнт поправки розчину оцтовокислого свинцю розраховують за формулою:

$$K = \frac{2,37}{V}, \quad (8.1)$$

де V – об'єм розчину оцтовокислого свинцю, витрачений на титрування 5 см^3 розчину сірчаної кислоти концентрацією $0,1 \text{ моль/дм}^3$.

Проведення випробування

Пробу хмелю 20-30 г, призначену для визначення α -кислот, необхідно розмолоти на електромлині.

Зважують 7,5 г попередньо розмеленого хмелю з похибкою не більше $0,01 \text{ г}$. Наважку переносять в екстракційну колбу, доливають 50 см^3 суміші етилового спирту й петролейного ефіру в співвідношенні 1 : 9 (фракція 70-100) і екстрагують протягом 5 хв. у електроподрібнювачі (регулюючи швидкість перемішування таким чином, щоб не допустити розбризкування розчину). Вміст екстракційної колби переносять на складчастий фільтр і відфільтровують у конічну колбу місткістю 100 см^3 , залишок екстракту видавлюють порцеляною паличкою.

За допомогою аспіратора відбирають піпеткою 10 см^3 екстракту, переносять у хімічну склянку місткістю 100 см^3 і доливають 40 см^3 5 %-го розчину гліцерину. У склянку опускають якір магнітної мішалки. Склянку вставляють у гніздо магнітної мішалки, на штативі якої закріплюють мікробюретку з розчином оцтовокислого свинцю й датчик кондуктометра. У склянку з екстрактом опускають кондуктометричний датчик і визначають початкову крапку. Починають титрувати, розчин оцтовокислого свинцю доливають по $0,1\text{-}0,2 \text{ см}^3$, постійно перемішують, і після кожної порції визначають на кондуктометрі значення сили струму, що проходить через екстракт. Як тільки

сила струму почне стрімко збільшуватися, доливають ще 4-5 порцій оцтовокислого свинцю і закінчують титрування. Результати титрування записують у лабораторному журналі.

За отриманими значеннями сили струму будують графік титрування відповідно до рис. 8.1, за яким визначають кількість оцтовокислого свинцю, витраченого на титрування альфа-кислот, у см³.

Графік титрування

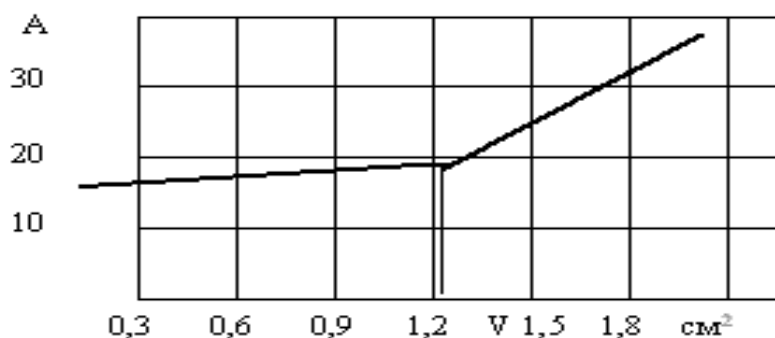


Рисунок 8.1 – Графік титрування

Обробка результатів

Вміст альфа-кислоти α у відсотках у перерахунку на абсолютно суху речовину обчислюють за формулою:

$$\alpha = \frac{V \cdot K \cdot 2,54 \cdot 100}{100 - W} \quad (8.2)$$

де V — кількість 4 %-го розчину оцтовокислого свинцю, витрачене на титрування до крапки еквівалентності, см³;

W — вологість хмелю, %;

K — коефіцієнт поправки розчину оцтовокислого свинцю;

2,54 — постійний коефіцієнт.

Обчислення проводять до 0,01 % з наступним округленням до 0,1 %.

За остаточний результат випробування приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень. Розбіжність між результатами двох паралельних визначень не повинна перевищувати 0,1 %, а між результатами визначень, проведених у двох лабораторіях, – 0,3 %.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

Визначення вмісту алкоголю і дійсного екстракту у пиві дистиляційним способом

Мета лабораторної роботи: навчитися визначати показники якості пива.

Відбір проб

Пиво, призначене для аналізу, обов'язково звільняється від вуглекислоти. Для цього зразок пива кімнатної температури струшується в колбі (спочатку злегка, потім сильніше) і багато разів переливається з однієї великої хімічної склянки в іншу до повного вилучення вуглекислоти. Потім пиво 1-2 рази фільтрують через сухий складчастий фільтр.

Засоби вимірювання, допоміжні пристрої реактиви й матеріали

1. Пікнометр.
2. Плоскодонна перегінна колба на 500 см³.
3. Холодильник Лібіха.
4. Краплеуловлювач.
5. Колба на 250 см³.
6. Технічні ваги.

Визначення видимого екстракту

Видимий екстракт визначають в продукті за наявності у ньому спирту. У зразку пива, звільненому від вуглекислого газу, визначають за допомогою пікнометра відносну густину і за встановленою величиною, користуючись додатком 3, знаходять відповідну величину видимого екстракту. Видимий екстракт можна також визначити зануренням цукроміра в циліндр, наповнений досліджуваним пивом.

Визначення вмісту алкоголю

Вміст алкоголю в пиві визначають методом дистиляції (перегонки). Дистиляційний прилад (рис.9.1) складається з плоскодонної перегінної колби 1 на 500 см³, холодильника Лібіха 3, краплеуловлювача 2 і приймача дистиляту колби 4 на 250 см³. Перед початком аналізу колбу 1 для перегонки і приймальну колбу 4 для дистиляту заздалегідь зважують на технічних терезах з точністю до 0,1 г. Потім в перегінну колбу наливають 200 см³ звільненого від вуглекислоти пива, а в приймач 10-15 см³ дистильованої води і приступають до перегонки пива. Приймач в літній час поміщають в посудину з холодною водою або з кригою. Під час перегонки в холодильник повинна безперервно подаватись холодна вода.

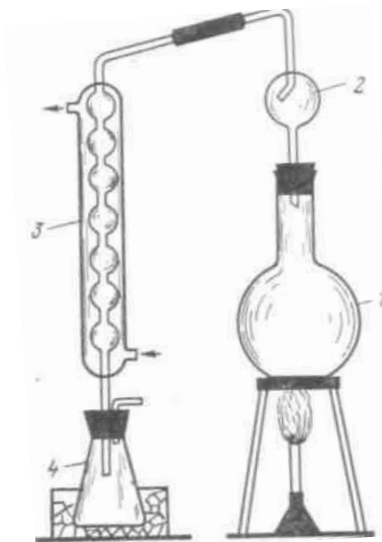


Рисунок 9.1 – Прилад для відгону спирту

Пиво в перегінній колбі спочатку повільно нагрівають до кипіння і лише після настання рівномірного кипіння нагрів збільшують. При перегонці стежать за тим, щоб до стінок колби не пригорали екстрактні речовини пива.

Як тільки в приймачі за рахунок конденсації водно-спиртової пари накопичиться 2/3-3/4 рідини від об'єму у взятого для випробовування пива, перегонку припиняють. Вимикають спочатку нагрівач, а через деякий час припиняють подачу води у холодильник і розбирають прилад. Приймач ставлять на терези і доливають дистильованою водою до маси рідини 200,0 г (рівної

масі узятого пива). Потім вміст приймача ретельно перемішують і за допомогою пікнометра визначають відносну густину при 20 °С. За значенням відносної густини, користуючись додатком 4, визначають відповідний вміст алкоголю в пиві. Наприклад, густина відгону 0,9948; за додатком 4 цьому значенню відповідає 2,850 мас. % алкоголю.

Визначення дійсного екстракту

Перегінну колбу із залишком пива, звільненого при перегонці від алкоголю, охолоджують і на вагах доводять вагу дистильованою водою до 200,0 г. Після ретельного перемішування визначають пікнометром відносну густину цієї рідини і за додатком знаходять відповідну кількість екстрактних речовин.

Наприклад. Відносна густина рідини в перегінній колбі після доведення її маси дистильованою водою до 200,0 г дорівнює 1,0198. З додатка 3 знаходимо, що при такій густині в рідині міститься 5,03 мас. % екстрактних речовин.

На результати аналізу при дистиляційному способі значно впливає точність визначення відносної густини розчинів алкоголю та екстрактних речовин: Помилка в одну одиницю четвертого знаку дає відхилення по алкоголю 0,055-0,060 %, а по екстрактних речовинах 0,025 %.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Wolfgang Kunze. Technologie Brauer und Mälzer.- 2016 | 11., überarbeitete Auflage Versuchs- u. Lehranstalt f. Brauerei (Verlag). - 900 Seiten. 978-3-921690-81-9 (ISBN).
2. Barth, Roger (2013), The Chemistry of Beer: The Science in the Suds, John Wiley & Sons, ISBN 978-1-11873-379-0.
3. Hopkins, R (2011), Biochemistry Applied to Beer Brewing – General Chemistry of the Raw Materials of Malting and Brewing, Tobey Press, ISBN 978-1-44654-168-5.
4. Verzele, M; De Keukeleire, D (2013), Chemistry and Analysis of Hop and Beer Bitter Acids, Elsevier, ISBN 978-1-48329-086-7.
5. Домарецький В. А. Технологія солоду і пива: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. - К.: ІНКОС, 2004.— 426 с.
6. Makoto Kanauchi. Brewing Technology. (2017), ISBN 978-953-51-3342-1. – 210 p.
7. ДСТУ 4282:2018. Солод пивоварний ячмінний. Загальні технічні умови [Текст]. - На заміну ДСТУ 4282:2004 ; Чинний від 2019-03-01. - Київ : УкрНДНЦ, 2019. - III, 28 с. : іл. - (Національний стандарт України).

Додаткова література:

8. ДСТУ 3139:2015. Пивоваріння. Терміни та визначення понять. – На заміну ДСТУ 3139-95; Чинний від 2015-11-01. – Київ: УкрНДНЦ, 2015. – III, 27 с. - (Національний стандарт України). – Бібліогр.: с. 26.
9. Проценко Л.В., Ляшенко М.І., Свірчевська О.В., Гринюк Т.П., Власенко А.С. Методологія оцінювання хмелю і хмелепродуктів: монографія/ за ред. Л.В.Проценко. Житомир: Рута, 2020. 272 с.
10. Ukrainian Food Journal. 2012-2022 рік.

Готування титрованого розчину NaOH

250 г гідроксиду натрію розчиняють у порцеляновій склянці в 250 см³ дистильованої води. Після охолодження розчин переливають у циліндр або поліетиленову посудину, закривають пробкою, протягом 2-3 тижнів витримують до повного осадження вуглекислого натрію, нерозчинного в розчині гідроксиду натрію зазначеної концентрації.

У відстояному прозорому концентрованому розчині встановлюють вміст гідроксиду натрію по густині (із застосуванням таблиць) або титруванням. При титрометричному визначенні 1 см³ розчину, відібраного піпеткою, доводять дистильованою водою до 40 см³ і титрують розчином сірчаної або соляної кислот концентрацією 1 моль/дм³ (HCl) або ½ моль/дм³ (H₂SO₄). 1 см³ розчину зазначеної кислоти відповідає 0,04 г гідроксиду натрію.

Для виготовлення 1 дм³ розчину гідроксиду натрію беруть об'єми концентрованого розчину, що відповідає кількості гідроксиду натрію в грамах, визначених у таблиці Д 1.1.

Таблиця Д 1.1. – Відповідність кількості гідроксиду натрію концентрації розчину

Концентрація розчину	c(NaOH)= = 2 моль/дм ³ (2N)	c(NaOH)= = 1 моль/дм ³ (1N)	c(NaOH)= = 0,5 моль/дм ³ (0,5N)	c(NaOH)= = 0,1 моль/дм ³ (0,1N)
Кількість NaOH, г	80,0	40,0	20,0	4,0

Потім об'єм розчину доводять дистильованою водою до 1 дм³. Розчин концентрацією 1 моль/дм³ зберігають у скляної посуді.

Визначення коефіцієнту поправки до концентрації розчину NaOH по соляній або сірчаній кислотах

До 30-40 см³ розчину гідроксиду натрію додають 1 краплю розчину метилового жовтогарячого й титрують розчином кислоти відповідної концентрації до переходу жовтого фарбування розчину в жовтогарячий або додають 3-4 краплі розчину фенолфталеїну й титрують розчином кислоти до моменту знебарвлення розчину. Потім в останньому випадку розчин нагрівають до

кипіння (накривши покривним склом), і, якщо рожеве фарбування знову з'явилося, розчин прохолоджують і додають по краплях розчин кислоти до зникнення фарбування. Нагрівання до кипіння, охолодження й титрування проводять поки кип'ятіння не перестане викликати рожеве фарбування (спосіб 1).

До 30-40 см³ кислоти відповідної концентрації додають 3-4 краплі розчину фенолфталеїну й титрують розчином гідроксиду натрію до появи незникаючого рожевого фарбування (спосіб 2). Розраховують коефіцієнт К поправки за формулою:

$$K = \frac{V}{V_1}$$

де V – кількість розчину гідроксиду натрію взятого на титрування, см³;

V_1 – кількість розчину кислоти відповідної концентрації, що пішло на титрування.

При застосуванні в аналізі інших індикаторів коефіцієнт поправки варто визначати із цими ж індикаторами. Для готування 1 дм³ розчину натрію гідроксиду концентрацією NaOH – 100 г/дм³; 150 г/дм³; 200 г/дм³; 330 г/дм³ беруть наважку натрію гідроксиду, зазначених в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Відповідність кількості гідроксиду натрію концентрації розчину

Концентрація розчину	с(NaOH)= = 100г/дм ³	с(NaOH)= = 150г/дм ³	с(NaOH)= = 200г/дм ³	с(NaOH)= = 330г/дм ³
Кількість NaOH, г.	100,0	150,0	200,0	330,0

Наважку натрію гідроксиду розчиняють при постійному розмішуванні скляною паличкою в порцеляновій склянці в 600 см³ дистильованої води; після охолодження розчин переливають у мірну колбу місткістю 1 дм³ і доливають дистильованою водою до мітки.

Таблиця Д 2.1 – Співвідношення показників поглинання і кольору пива

К – показник поглинання при довжині хвилі (440 ± 10) нм, м^{-1} ,

Ц – колір пива в ум. од. (см^3 розчину йоду концентрацією $0,1$ моль/ дм^3 на 100 см^3 води).

К	Ц	К	Ц	К	Ц
10,0	0,17	40,0	1,01	70,0	2,06
11,0	0,20	41,0	1,04	71,0	2,10
12,0	0,22	42,0	1,07	72,0	2,14
13,0	0,25	43,0	1,10	73,0	2,18
14,0	0,27	44,0	1,13	74,0	2,22
15,0	0,30	45,0	1,17	75,0	2,26
16,0	0,32	46,0	1,20	76,0	2,30
17,0	0,35	47,0	1,23	77,0	2,34
18,0	0,37	48,0	1,27	78,0	2,38
19,0	0,40	49,0	1,30	79,0	2,42
20,0	0,43	50,0	1,33	80,0	2,46
21,0	0,45	51,0	1,37	81,0	2,51
22,0	0,48	52,0	1,40	82,0	2,55
23,0	0,51	53,0	1,44	83,0	2,59
24,0	0,53	54,0	1,47	84,0	2,63
25,0	0,56	55,0	1,51	85,0	2,67
26,0	0,59	56,0	1,54	86,0	2,72
27,0	0,62	57,0	1,58	87,0	2,76
28,0	0,65	58,0	1,61	88,0	2,80
29,0	0,68	59,0	1,65	89,0	2,85
30,0	0,70	60,0	1,69	90,0	2,89
31,0	0,73	61,0	1,72	91,0	2,93
32,0	0,76	62,0	1,76	92,0	2,98
33,0	0,79	63,0	1,80	93,0	3,02
34,0	0,82	64,0	1,83	94,0	3,07
35,0	0,85	65,0	1,87	95,0	3,11
36,0	0,88	66,0	1,91	96,0	3,16
37,0	0,91	67,0	1,95	97,0	3,20
38,0	0,94	68,0	1,99	98,0	3,25
39,0	0,98	69,0	2,02	99,0	3,29
				100,0	3,34

Таблиця 3.1 – Співвідношення між відносною густиною та вмістом екстрактивних речовин у солодовому суслі

Відносна густина d ₂₀ ²⁰	Вміст екстрактивних речовин, % мас. (г/100гр.)	Відносна густина d ₂₀ ²⁰	Вміст екстрактивних речовин, % мас. (г/100гр.)	Відносна густина d ₂₀ ²⁰	Вміст екстрактивних речовин, % мас. (г/100гр.)	Відносна густина d ₂₀ ²⁰	Вміст екстрактивних речовин, % мас. (г/100гр.)
1	2	3	4	5	6	7	8
1,0160	4,077	1,0210	5,330	1,0260	6,572	1,0310	7,803
1	4,102	1	5,355	1	6,597	1	7,828
2	4,128	2	5,380	2	6,621	2	7,853
3	4,153	3	5,405	3	6,646	3	7,887
4	4,178	4	5,430	4	6,671	4	7,901
5	4,203	5	5,455	5	6,696	5	7,926
6	4,228	6	5,480	6	6,720	6	7,950
7	4,253	7	5,505	7	6,745	7	7,975
8	4,278	8	5,530	8	6,770	8	8,000
9	4,304	9	5,555	9	6,794	9	8,024
1,0170	4,329	1,0220	5,580	1,0270	6,819	1,0320	8,048
1	4,354	1	5,605	1	6,844	1	8,073
2	4,379	2	5,629	2	6,868	2	8,098
3	4,404	3	5,654	3	6,893	3	8,122
4	4,429	4	5,679	4	6,918	4	8,146
5	4,454	5	5,704	5	6,943	5	8,171
6	4,479	6	5,729	6	6,967	6	8,195
7	4,505	7	5,754	7	6,992	7	8,220
8	4,529	8	5,779	8	7,017	8	8,244
9	4,555	9	5,803	9	7,041	9	8,269
1,0180	4,580	1,0230	5,828	1,0280	7,066	1,0330	8,293
1	4,605	1	5,853	1	7,091	1	8,317
2	4,630	2	5,878	2	7,115	2	8,342
3	4,655	3	5,903	3	7,140	1,0333	8,366
4	4,680	4	5,928	4	7,164	4	8,391
5	4,705	5	5,952	5	7,189	5	8,415
6	4,730	6	5,977	6	7,214	6	8,439
7	4,755	7	6,002	7	7,238	7	8,464
8	4,780	8	6,027	8	7,263	8	8,488
9	4,805	9	6,052	9	7,287	9	8,513
1,0190	4,830	1,0240	6,077	1,0290	7,312	1,0340	8,537
1	4,855	1	6,101	1	7,337	1	8,561
2	4,880	2	6,126	2	7,361	2	8,586
3	4,905	3	6,151	3	7,386	3	8,610
4	4,930	4	6,176	4	7,411	4	8,634
5	4,955	5	6,200	5	7,435	5	8,659
6	4,980	1,0246	6,225	6	7,460	6	8,683
7	5,005	7	6,250	7	7,484	7	8,708
8	5,030	8	6,275	8	7,509	8	8,732
9	5,055	9	6,300	9	7,533	9	8,756
1,0200	5,080	1,0250	6,325	1,0300	7,558	1,0350	8,781
1	5,106	1	6,350	1	7,583	1	8,805
2	5,130	2	6,374	2	7,607	2	8,830
1,0203	5,155	3	6,399	3	7,632	3	8,854
4	5,180	4	6,424	4	7,656	4	8,878
5	5,205	5	6,449	5	7,681	5	8,902
6	5,230	6	6,473	6	7,705	6	8,927
7	5,255	7	6,498	7	7,730	7	8,951
8	5,280	8	6,523	8	7,754	8	8,972
9	5,305	9	6,547	9	7,779	9	9,000

1	2	3	4	5	6	7	8
1,0360	9,024	1,0390	9,751	1,0420	10,475	1,0450	11,195
1	9,048	1	9,777	1	10,499	1	11,219
2	9,073	2	9,800	2	10,523	2	11,243
3	9,097	3	9,824	3	10,548	3	11,267
4	9,121	4	9,848	4	10,571	4	11,291
5	9,145	5	9,873	5	10,596	5	11,315
6	9,170	6	9,897	6	10,620	6	11,339
7	9,194	7	9,921	7	10,644	7	11,363
8	9,218	8	9,945	8	10,668	8	11,387
9	9,243	9	9,969	9	10,692	9	11,411
1,0370	9,267	1,0400	9,993	1,0430	10,716	1,0460	11,435
1	9,291	1	10,017	1	10,740	1	11,458
2	9,316	2	10,042	2	10,764	2	11,482
3	9,340	3	10,066	3	10,788	3	11,506
4	9,364	4	10,090	4	10,812	4	11,530
5	9,388	5	10,114	5	10,836	5	11,554
6	9,413	6	10,138	6	10,860	6	11,578
7	9,437	1,0407	10,162	7	10,884	7	11,602
8	9,461	8	10,186	8	10,908	8	11,626
9	9,485	9	10,210	9	10,932	9	11,650
1,0380	9,509	1,0410	10,234	1,0440	10,956	1,0470	11,673
1	9,534	1	10,259	1	10,980	1	11,697
2	9,558	2	10,283	2	11,004	2	11,721
3	9,582	3	10,307	1,0443	11,027	3	11,745
4	9,606	4	10,331	4	11,051	4	11,768
5	9,631	5	10,355	5	11,075	5	11,792
6	9,655	6	10,379	6	11,100	6	11,816
7	9,679	7	10,403	7	11,123	7	11,840
8	9,703	8	10,427	8	11,147	8	11,864
9	9,727	9	10,451	9	11,171	9	11,888

Таблиця 4.1 – Співвідношення відносної густини рідини і вмісту спирту

d_{20}^{20}	Вміст спирту, мас.% (г на 100 г)	d_{20}^{20}	Вміст спирту, мас.% (г на 100 г)	d_{20}^{20}	Вміст спирту, мас.% (г на 100 г)	d_{20}^{20}	Вміст спирту, мас.% (г на 100 г)
1,0000	0,000	6	1,840	2	3,785	0,9899	5,820
0,9999	0,055	5	1,890	1	3,845	8	5,890
8	0,110	4	1,950	0	3,905	7	5,950
7	0,165	3	2,005	0,9929	3,965	6	6,015
6	0,220	2	2,060	8	4,030	5	6,080
5	0,270	1	2,120	7	4,090	4	6,150
4	0,325	0	2,170	6	4,150	3	6,205
3	0,380	0,9959	2,225	5	4,215	2	6,270
2	0,435	8	2,280	4	4,275	1	6,330
1	0,485	7	2,335	3	4,335	0	6,395
0	0,540	6	2,390	2	4,400	0,9889	6,455
0,9989	0,590	5	2,450	1	4,460	8	6,520
8	0,645	4	2,505	0	4,520	7	6,580
7	0,700	3	2,560	0,9919	4,580	6	6,645
6	0,750	2	2,620	8	4,640	5	6,710
5	0,805	1	2,675	7	4,700	4	6,780
4	0,855	0	2,730	6	4,760	3	6,840
3	0,910	0,9949	2,790	5	4,825	2	6,910
2	0,960	8	2,850	4	4,885	1	6,980
1	1,015	7	2,910	3	4,945	0	7,050
0	1,070	6	2,970	2	5,005	0,9879	7,115
0,9979	1,125	5	3,030	1	5,070	8	7,180
8	1,180	4	3,090	0	5,130	7	7,250
7	1,235	3	3,150	0,9909	5,190	6	7,310
6	1,285	2	3,205	8	5,255	5	7,380
5	1,345	1	3,265	7	5,315	4	7,445
4	1,400	0	3,320	6	5,375	3	7,510
3	1,455	0,9939	3,375	5	5,445	2	7,580
2	1,510	8	3,435	4	5,510	1	7,650
1	1,565	7	3,490	3	5,570	0	7,710
0	1,620	6	3,550	2	5,635	0,9869	7,780
0,9969	1,675	5	3,610	1	5,700	8	7,850
8	1,730	4	3,670	0	5,760	7	7,915
7	1,785	3	3,730			6	7,980

Навчальне видання

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
з навчальної дисципліни «Біохімія пива»
для студентів другого магістерського рівня освіти
денної та заочної форм навчання
за спеціальністю 181 «Харчові технології»

Укладач:

АРУТЮНЯН Тетяна Володимирівна

Відповідальна за випуск проф. Півень О.М.
Роботу до видання рекомендувала доц. Березка Т.О.

В авторській редакції

План 2025 р., поз. 439

Підп. до друку _____ Гарнітура Times New Roman.

Видавничий центр НТУ «ХП»,
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

Електронна версія