

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИГОТОВЛЕННЯ ЧАЮ

Водовозов А. М. студент, anton.vodovozov@gmail.com

Науковий керівник – доцент Юлевич О. І.

Миколаївський національний аграрний університет

В статті наведені основні етапи виготовлення чаю і детально розглянуті біотехнологічні аспекти його виробництва. Наведено перелік основних ферментів, що беруть участь у формуванні різних видів чаю. Розглянуто склад основних хімічних речовин у сирій масі, неферментованому і ферментованому чаї. Оцінено вплив компонентів та їх концентрації на якість чаю та його органолептичні особливості. Вказаний вплив основних хімічних сполук чайного напою на організм людини.

Ключові слова: чай, в'ялення, ферментація, ензими, цвілеві гриби, Deuteromycotina, Aspergillus, сушка, екстрактивні речовини, алкалоїди, дубильні речовини, ефірні олії

Постановка проблеми. «Поки є чай – є надія» казав англійський драматург Артур Уінг Пінеро. Чай є найпопулярнішим та одним з найуживаніших напоїв у світі. Через свій приємний смак, аромат і заспокійливий ефект він здобув таку широку популярність, але за для здобуття такого ефекту виробники повинні здійснити ряд складних етапів під час виробництва даного продукту. Основним процесом, що модифікує вміст чайного листа є ферментація. Ступінь ферментації чаю залежить від ступеня взаємодії між ферментами і окислювальними речовинами. Це один з процесів, який повинен протікати при виготовленні одних видів чаїв, і бути виключений при виготовленні інших. Стадія контрольованої ферментації, що вимагає особливої уваги, є однією з найбільш важливих етапів виробництва як зелених, так і чорних чаїв.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Настій із обробленого чайного листа зародився на території древнього Китаю та Індії і від початку свого існування цікавив людей своїм приємним смаком і ароматом. З плином часу чай не втрачав своєї популярності, а лише розповсюджувався по всіх куточках світу. Так з розвитком технологій вчені, зацікавлені у особливостях цього напою, змогли дослідити хімічний склад чайного листа, фізико-хімічні процеси під час обробки листа та вплив різних видів чаю на організм людини.

Академік У Вей Сін, доктор медицини з Китаю, написала книгу «Енциклопедія цілющого чаю», в якій розповідає про історію культури чаю, надає технології виготовлення різних його типів, описує лікувальні властивості та досвід китайської медицини щодо використання чаю [1]. Хімічні речовини в складі чаю стали предметом досліджень для В. В. Гушпета, який для своїх досліджень використовував різні марки індійського чорного чаю [2]. І. А. Татарченко та Р. С. Решетова досліджували і аналізували зміни хімічного складу при виготовленні зеленого і чорного чаю; відмінності між різними його видами; користь, яку несе організму споживання чайного напою [3].

Постановка завдання. Дослідити особливості виробництва та характер обробки листя чаю, деталі процесу його ферментації. Розглянути хімічний склад чаю до і після ферментації, характер зміни хімічних речовин їх вплив на якість напою. Навести й охарактеризувати вплив основних компонентів чаю на організм людини.

Матеріали і методика. Основою даної роботи став загальний опис етапів створення чаю та детальний аналіз біотехнологічних аспектів його виготовлення.

Результати досліджень. Чай – напій, що отримується заварюванням, варінням або настоюванням підготовленого листа чайного куща.

Різноманітність чайного продукту залежить від виду рослини і технології переробки листа. Чай виготовляють з листя чайного куща, іноді з листовими бруньками – тіпсами (у високих гатунках) або гілками (у невисоких гатунках – різаних та пресованих чаях, висівках) [4].

Основними стадіями обробки чайного листа є:

- збір чайного листа (молоді листя з верхніми частинами пагонів та тіпси);
- в'ялення листя (гаряче повітря температурою близько 40°C);
- скручування листя;
- ферментація (окиснення) чайного листа (висока вологість та оптимальна температура);
- сушка листя (у спеціальних машинах з подачею гарячого повітря температурою 90-95°C; припиняє процес ферментації) [5].

З одного того ж свіжозібраного зеленого чайного листа можна отримати різні типи готового чаю – білий, зелений, жовтий, червоний, чорний. Все залежить від того, яким технологічним процесам буде підданий чайний лист.

- білий чай: в'ялення + сушка;
- зелений чай: в'ялення + часткова сушка + скручування + досушування;
- жовтий чай: в'ялення + скручування + часткова ферментація + сушка;
- улун – червоний (оолонг) чай: в'ялення + скручування + часткова ферментація + сушка;
- чорний чай: в'ялення + скручування + повна ферментація + сушка.

Останнім етапом вироблення даного чаю є постферментація і витримка не менше 3 років

Тобто, не кожен вид чаю проходить весь технологічний ланцюжок. Наприклад, жовтий і червоний чай є проміжними продуктами між чорним і зеленим, і виробництво цих чаїв відрізняється не стільки процесами, скільки технологічними режимами [6].

Чайне листя містить в своєму складі значну кількість різноманітних ферментів, яким належить важлива роль в перетворенні сировини на готовий продукт. Особливо це стосується окисно-відновних ферментів. Вважають, що основним біокаталізатором чайного листя під час ферментації є

поліфенолоксидаза, за допомогою якої окислюються всі основні речовини дубильного комплексу. Велике значення мають і такі ферменти як інвертаза, амілаза, окси-нітролаза, протеаза, пектиназа і каталаза. Тому найголовнішим етапом із вище зазначених у виготовленні чаю являється процес ферментації. Ферментація чаю буває:

- ендогенна, яка відбувається під дією кисню і власних ферментів рослини;
- екзогенна – під впливом мікроорганізмів [7].

Перший і найважливіший етап – ендогенна ферментація. Вона може призводити як до позитивних, так і до негативних змін. Під час виробництва чаю має місце як спонтанне, так і контрольоване окислення. Спонтанне окислення протікає під час сушки чайного листа при виготовленні білого, улунського і чорного чаїв. Стадія контрольованого окислення, що вимагає особливої уваги, є однією з найбільш важливих етапів виробництва ферментованого чаю [8].

Саме окислення починається після того, як листя скручують або подрібнюють. Це допомагає вичавити з листя певну кількість соку, що прискорює ферментацію і впливає на смак чаю. Час, відведений на ферментацію чаю, залежить від його сорту, виду сировини, пори року і температури навколишнього середовища [7].

Під час періоду ферментативного окислення, ферменти поліфенолоксидази і пероксидази впливають на поліфеноли, в результаті чого створюється теафлавіни, що призводить до синтезу теарубігінів, які відповідальні за зміну кольору листа від зеленого до золотого, мідного, коричнево-шоколадного. Теарубігіни також взаємодіють з амінокислотами і цукрами в листі, створюючи високополімерні сполуки, які перетворюються в різноманітні і характерні ароматичні компоненти чаю.

В процесі окислення з чайного листа виділяється діоксид вуглецю і відбувається підвищення температури. Від регулювання цього процесу залежить якість кінцевого продукту – якщо температурі листа дозволити піднятися дуже високо, то окислення вийде з-під контролю; якщо температура занадто низько впаде, то окислення припиниться [8].

Другий найважливіший етап обробки чаю – ферментативний. Ферментація починається в момент розриву клітин листа (скручування), а припиняється під час просушування або прогрівання, коли ензими руйнуються. Оптимальна температура для неї – 24-29°C. Вологість також повинна бути підвищена – близько 93-95%, при меншій вологості листя придбають нерівномірне забарвлення. Мікробна (екзогенна) ферментація триває кілька місяців або років, а іноді й десятиліть. Спочатку листя обробляються так само, як при виготовленні зеленого чаю. Потім вони пресуються або збираються в купи. В середині купи, під дією мікроорганізмів триває трансформація чайного листа. В результаті неї колір настою стає темніше, а смак більш насиченим [7].

Ферментація відбувається за рахунок мікрофлори, до якої входять цвілеві гриби, основні з яких відносяться до видів *Deuteromycotina* і *Aspergillus*. Цвілеві

грибки дуже важливі в процесах бродильного виробництва – вони є головним джерелом ферментів.

Для чайного листа різних місць походження характерний індивідуальний набір мікроорганізмів, які беруть участь у ферментації. За рахунок чого можуть відрізнятися смакові якості готового чаю.

В процесі ферментації *Aspergillus niger* грає ключову роль і становить до 80% від загальної кількості мікроорганізмів. Він здатний виробляти до 20 видів гідролітичних ферментів, серед яких: целулаза, глюкоамілаза, пектиназа. Вони, у власну чергу, можуть розщеплювати полісахариди, жири, білки, природну целюлозу, нерозчинні у воді органічні речовини та інші компоненти утворюючи амінокислоти, моносахариди, гідратований пектин і розчинні вуглеводи – все це додає особливий солодкуватий, витриманий смак чаю, особливо виду Пуер [9].

За ступенем ферментації чай поділяється на ферментований, напівферментований, легко ферментований і неферментований.

- повністю ферментовані чаї – червоні. Для них збирають листя, що повністю розкрилися, а ферментацію контролюють, прогріваючи сировину на сковородах або над парою. Типові представники цього виду: Дянь Хун, Чжен Шан Сяо Чжун (Лапсан Сушонг), Кимун.

- напівферментований (на 40-70%) чай – улун, такий як Алішань, Най Сян, Ті Гуан Інъ. Щоб прискорити початок ферментації, їх спеціально скручують або мнуть.

- зелений чай (Бі Ло Чунь, Лун Цзін, Сенча) – ферментація мінімальна. Для цього листя піддаються впливу тепла майже відразу після збору. Така технологія дозволяє надати чаю приємний «трав'янистий» смак і в повній мірі зберегти корисні речовини.

- білий, або неферментований чай майже відразу висушується, і процеси ферментації в листі не відбуваються. До такого типу чаю відносять Бай Му Дань, Бай Хао Інъ Чжень і Цзюнь Шань Інъ Чжень [7].

Кількісне співвідношення хімічних компонентів у готовому чаї відрізняється від початкового, тому їх склад різним чином впливає на органолептичні властивості і на організм людини. Зміни, що виникають при оптимальному веденні процесів обробки, багато в чому визначають якісні показники чаю.

За різними даними в чаї міститься близько 300 хімічних сполук [11].

Чай складається на 30-50% з екстрактних (розчинних у воді) речовин. Зелені чаї містять більше розчинних компонентів (40-50%), а чорні – менше (30-40%). Крім того, чим молодше листя чаю, тим більше в ньому екстрактних речовин, які існують і в готовому (ферментованому) листі чаю, тому смакові якості напою будуть вищими.

Хімічний склад чаїв різного ступеня ферментації також відрізняється (табл.1).

Хімічний склад чайного листа та чаїв різного ступеня ферментації [3, 10]

Основні компоненти	Вміст компонентів, %		
	Чайний лист	Зелений чай	Чорний чай
Екстрактні речовини	43,36	43,81	33,00
Фенольні сполуки	23,37	22,54	10,60
Хлорофіл	0,610	0,480	0,470
Пектинові речовини	10,58	5,02-10,12	4,50-8,00
Вільні амінокислоти	10,0-15,0	6,0-10,0	4,0-8,0
Кофеїн	2,0-4,0	2,0-2,5	3,1-3,2

З розчинних речовин перш за все слід звернути увагу на шість найважливіших складових частин чаю: дубильні речовини, ефірні масла, алкалоїди, амінокислоти, пігменти і вітаміни [12].

Дубильні речовини складають 15-30% чаю і являють собою складну суміш десятка поліфенольних сполук, що складається з таніну і різних катехінів, поліфенолів і їх похідних [11].

Основна дубильна речовина – танін, після фабричної обробки гіркота його зникає і танін надає чаю приємну терпкість, що створює основний смак настою чаю. Вміст таніну в зелених чаях значно вищий, ніж в чорних [12].

Ці речовини перешкоджають розвитку ракових захворювань, знижують артеріальний тиск, здійснюють антимікробну і дезінфікуючу дію. Дубильні речовини є активними антиоксидантами, які перешкоджають старінню клітин організму [11].

Ефірні олії надають кожному виду чаю свій специфічний і неперевершений аромат. При переробці чайного листа втрата їх доходить до 70-80%, при цьому відбувається процес створення нових олій. Багато ефірних олій мають запахи троянд, меду, ванілі, цитрусових, бузку, кориці [12].

Крім створення приємного аромату, ефірні олії несуть користь здоров'ю – допомагають організму боротися з бактеріями і зупиняти запальні процеси, а також чинять заспокійливу дію на організм і нервову систему. Найбільше ефірних олій міститься в червоному (улунському) чаї.

Серед алкалоїдів, що містяться в чаї присутні: діуретин, аденін, теобромін, лецитин та інші, але особливо варто згадати кофеїн. У чаї кофеїну міститься більше, ніж в каві або какао – 1-4% , але кофеїн, вступаючи в

реакцію з таніном, утворює танат кофеїну. Саме кофеїн, який не має кольору і запаху, надає чаю гіркий смак.

Алкалоїди стимулюють діяльність нервової системи. Танат кофеїну діє більш опосередковано, більш пом'якшено на серцево-судинну і центральну нервову систему, ніж чистий кофеїн [11]. Кофеїн чаю не затримується і не накопичується в організмі людини. Також чай містить розчинні у воді теобромін і теофілін, вони є добрими судинорозширювальними і сечогінними засобами.

Білкові речовини разом з вільними амінокислотами складають 16-25% чаю. З білкових речовин у чаї основними є ендогенні ферменти, які беруть участь у формуванні готового чаю. Особливо багаті білками зелені чаї (серед них найбільше японські). З білків у процесі ферментації створюються різні амінокислоти, які насичують напій. У чаї виявлено 17 видів амінокислот. Глютамінова кислота чаю сприяє активному відновленню виснаженої нервової системи.

Амінокислоти при взаємодії з цукрами, а також таніном і катехінами в умовах підвищених температур в процесі виробництва чаю утворюють альдегіди і таким чином беруть участь в утворенні специфічного аромату чаю.

Дослідження останніх років показали, що кольоровість настою головним чином пов'язана з такими пігментами чаю, як теафлавіни (до 2%), які забезпечують золотисто-жовту гамму напою і теарубігени (до 10%), які формують червоно-коричневі тони, а також хлорофіл (в основному в зеленому чаї), каротин і ксантофіл (в чорному) [12].

Велику цінність для здоров'я несуть вітаміни, що містяться в чаї. Чайний напій містить практично всі найбільш важливі вітаміни: вітаміни групи В, аскорбінову кислоту (або вітамін С); дуже важливо, що в гарячому чаї вітамін С не руйнує під дією високої температури, тому що знаходиться в зв'язку з таніном; вітамін Р (або рутин), вітамін РР (або нікотинова кислота), вітаміни А, К, D, Е.

Також в чаї містяться неорганічні мікроелементи, які корисно впливають на організм людини: калій, кальцій, манган, фтор, фосфор, мідь, залізо, сірка, йод, цинк та деякі інші [11].

Висновки і перспективи подальших досліджень. Чай дуже корисний тонізуючий напій, що містить у собі велику кількість органічних сполук та мікроелементів, які забезпечують наш організм необхідними речовинами.

Стадія контрольованої ферментації є однією з найбільш важливих етапів виробництва як зелених, так і чорних чаїв. Хімічний склад чаїв різного ступеня ферментації відрізняється, що впливає на його органолептичні а корисні якості.

Для чайного листа різних місць походження характерний індивідуальний набір мікроорганізмів, які беруть участь у ферментації. За рахунок чого можуть відрізнятися смакові якості готового чаю.

Особливої уваги потребує контроль температури, вологості та часу проведення процесу в'ялення та ферментації, тому що виробництво кожного виду чаю потребує власні параметри.

Список використаних джерел

1. У Вэй Синь Энциклопедия целебного чая. Режим доступа : <https://libking.ru/books/home-/home-health/>
2. Исследование химического состава чая. Режим доступа : <https://school-science.ru/>
3. Татарченко И. А., Решетова Р. С. Кубанский государственный технологический университет: автореф. дис. Изменение химического состава чайного листа при производстве зеленого и черного чая. д-р техн. наук, профессор. Краснодар, 2014.
4. Чай. Режим доступа : <https://uk.wikipedia.org/wiki/Чай>
5. Акбар : этапы виробництва чаю. Режим доступа : http://www.akbar.com.ua/ua/tea_production_phases/
6. Ферментация чая – полезные статьи и новости. Режим доступа : <https://www.planetatea.ru/>
7. Королевство чая. Режим доступа : <https://maliandao-tea.ru/>
8. Окисление и ферментация в производстве чая – Tea Terra. Режим доступа : <https://www.tea-terra.ru/>
9. Аспергиллы (Aspergillus) – Чайный Отдел. Режим доступа : <http://www.teadivision.ru/>
10. Изменения химического состава чайного листа. Режим доступа : <https://jhana.ru/tea/26-tea-encyclopedia-chapter5.html>
11. Хімічний склад чаю. Режим доступа : <http://teasoul.ru/sostav/>
12. Хімічний склад чаю і його тонкощі. Режим доступа : <https://gtea.com.ua/ua/Blog/himicheskij-sostav-chaya>

Vodovozov A. M. BIOTECHNOLOGICAL ASPECTS OF TEA PRODUCTION

The article describes the main stages of tea production, discusses in detail the biotechnological aspects of its production. The list of the main enzymes involved in the formation of different types of tea is given. The composition of basic chemicals in raw mass, unfermented and fermented tea is considered. The effect of the components and their concentration on the quality of the tea and its organoleptic characteristics was evaluated. The influence of basic chemical compounds of tea beverage on the human body is shown.

Keywords: tea, wilting, fermentation, enzymes, molds, Deuteromycotina, Aspergillus, drying, extractives, alkaloids, tannins, essential oils