

DOI 10.36074/03.04.2020.v2.04

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИГОТОВЛЕННЯ СМАЖЕНОЇ КАВИ

Водовозов А.М.

здобувач вищої освіти факультету Технології виробництва та переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології
Миколаївський національний аграрний університет

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

ORCID ID: 0000-0003-1594-0700

Юлевич О.І.

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри генетики, годівлі тварин та біотехнології
Миколаївський національний аграрний університет

УКРАЇНА

В роботі наведені основні етапи виготовлення обсмаженої кави, детально розглянуті процеси ферментації та обсмажування зерен, їх особливості і характер впливу на якість кінцевого продукту. Надано хімічний склад кавових зерен, охарактеризовано хімічні перетворення під час обсмажування та вплив їх на органолептичні особливості напою та на організм людини.

Рослина, що була вперше знайдена в провінції Кефа в VI столітті пастухами з Абіссинії (Ефіопія), отримала назву, яка відповідає місцю відкриття – «кава». З тих пір приготований з кавових зерен напій є одним з найуживаніших продуктів у світі. Комерційне значення мають два основних види кави: Арабіка і Робуста [1]. Популярність цього напою пояснюється своїм незвичним, приємним ароматом, та неповторними смаковими якостями. Кава також славиться своїм тонізуючим впливом на організм.

Кавове зерно має складний хімічний склад. Загалом кава містить близько двох тисяч хімічних речовин, які в сукупності визначають її відмінний аромат і смак. Сире кавове зерно містить такі екстрактивні речовини: жири (кавова олія), білкові сполуки, фенольні (дубильні) сполуки (танін, катехін і хлорогенові кислоти), вуглеводи, вода (9-13%), мінеральні речовини (калій (до 1600 мг), кальцій (100-150мг), фосфор (200-250 мг), магній, натрій, залізо) – 3-5%, мікотоксини, кофеїн (0,7-2,5%) та тригонелін, бензопірен, вітаміни (групи В (В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₁₂), вітамін РР, вітамін Е), у шкірці кави міститься багато ефірних масел [2, 3].

Вітаміни, мікроелементи, білки та жири в зернах кави сприяють поліпшенню розумової і фізичної працездатності, також, допомагають при спазмах судин, серцево-судинній недостатності. Ефірні масла стимулюють нервову систему, позитивно впливають на настрій і увагу.

При вживанні кави найбільший вплив на організм людини виявляє алкалоїд кофеїн. Він позитивно впливає на підняття тонуусу і працездатність людини, нормалізує роботу центральної нервової системи, підвищує роботу органів відчуття, а в комплексі сприяє посиленню загального обміну речовин і життєдіяльності тканин.

Кофеїн перебуває у каві як у вільному стані, так і у сполуках з калієм і хлореновою кислотою у вигляді кофеїн-хлоренового калію; у цьому випадку зв'язана форма кофеїну переважає.

Бензопірен, який міститься в каві, у великих дозах, у комбінації з кофеїном може негативно впливати на клітини організму, може викликати роздратування слизової оболонки шлунку й кишечника, порушувати нормальний сон [2].

Другий алкалоїд, що міститься в кавових зернах, – трігонелін. Він не володіє збудливими властивостями як кофеїн. Трігонелін при тепловій обробці перетворюється в піридин – речовину, що надає каві специфічний аромат. Також він хімічно взаємозв'язаний з ніотиною кислотою (вітаміном В₃). Яка входить до складу трігонеліну і легко вивільняється при нагріванні, що забезпечує постійну кількість вітаміну В₃ у напої [4].

Вміст білкових речовин в каві може коливатися від 9 до 19,2%. Крім білків, у зернах кави виявлено 18 амінокислот вільних і зв'язаних у білках, у числі яких усі незамінні.

Вміст жиру у кавових зернах піддається істотним міжвидовим і внутрішньовидовим коливанням (9,4-18%). Найнижчий вміст жиру в індійських сортах кави [2]. Кавове масло має рідку консистенцію і містить гліцериди пальмітинової, стеаринової, капріонової і лінолевої кислоти. Кавова олія практично повністю залишається в сухому залишку і не переходить в виготовлений напій; міститься також трохи фітостеринів [5].

На смакові властивості кави істотний вплив виявляють вуглеводи (сахароза 4-12%, моносахариди 0,2-0,65%, клітковина 32,5-33,5%,). Найбільша кількість цукрів утримується у каві сорту Арабіка.

Дубильні речовини надають каві слабокислий і злегка терпкий смак. У каві сорту Робуста фенольних сполук більше, ніж у каві Арабіка.

Енергетична цінність кави складає 119-223 ккал, або 498-933 кдж [2].

З метою залучення великої кількості споживачів і задоволення їх потреб виробництво кави постійно вдосконалюється (нові технології, нові рецепти). При цьому важливо підтримувати належний контроль якості не тільки сировини, яку застосовують, але і готового продукту [6].

Процес виробництва натурального смаженої кави включає в себе наступні етапи:

- збір врожаю (цінні сорти кави – вручну, кава низької якості – за допомогою машин);

- очищення та відбір зерен (з допомогою машин очищують від каміння, пилу і непотрібних домішок, а далі відбирають неякісні і пошкоджені зерна, і видаляють їх);

- первинна обробка плодів (ферментація): суха обробка, волога обробка зерен та спосіб «хані»;

- обсмажування;

- охолодження зерен (в спеціальних машинах при температурі 40-45°C);

- фасування готової сировини [7].

Найголовніші процеси обробки при виробництві смаженої кави – це процес ферментації та обсмажування зерен.

Детально розглянемо ферментаційну обробку кавових зерен. В результаті ферментації утворюються продукти розщеплення цукрів і діяльності

мікроорганізмів, які підсилюють природні смакові та ароматичні характеристики та додають нові смакові відтінки. Ферментація змінює колір і щільність зерна, забезпечує постійність смаку, та подовжує термін зберігання зерен [8, 9].

Також, залежно від місця зростання, кліматичних умов та деяких інших факторів, мікроорганізми, що впливають на процес ферментації можуть відрізнитися, тому і умови їх життєдіяльності можуть відрізнитись певними параметрами, які можна контролювати. Таким чином виробники кави можуть регулювати життєдіяльність мікроорганізмів під час ферментації, що в подальшому вплине на органолептичні характеристики напою.

Ферментаційна обробка кавових зерен може проходити різними способами: суха або натуральна обробка (анаеробна ферментація), волога обробка зерен (анаеробна ферментація) та обробка способом «хані» [8].

Під час обробки після збору врожаю відбуваються два основних процеси: мікробна діяльність у зовнішньому середовищі і метаболізм всередині кавових зерен [10]. Мікроорганізми, що здійснюють ферментацію такі: молочнокислі бактерії, оцтовокислі бактерії, ентеробактерії, дріжджі та деякі інші представники [11]. Динамічний характер обробки проявляється в постійному споживанні нутрієнтів і виробленні речовин мікроорганізмами, а також у безперервних змінах у метаболічному профілі насіння (тобто різна концентрація різних речовин в зернах). Складність полягає в тому, що кожен спосіб обробки складається з декількох етапів і залежить від різних зовнішніх факторів, таких як температура, сорт кави і використовуване обладнання. При митій (вологій) і сухій обробці ферментація відбувається в різних частинах екосистеми кави. При митій обробці ферментація відбувається в воді, яка бере участь в процесі, тоді як при сухій обробці – у зовнішніх шарах ягід, що висихають [10].

Сухий метод обробки ягід кави (його ще називають натуральним) дозволяє отримати особливий смаковий профіль з яскраво вираженими ферментативними нотами (фруктові, ягідні, а також їх похідні) [12].

Аеробна ферментація відбувається під час натуральної обробки, коли ягоди кави сушаться після збору. Цей процес може тривати до 30 днів або поки рівень вологості в ягодах не опуститься до 11-12%. Аеробну ферментацію складно контролювати, тому що на її перебіг впливають зовнішні фактори: температура навколишнього середовища і вологість повітря. Керувати можна лише умовами сушки кави.

Суха ферментація при митій обробці кави – це ще один приклад аеробної ферментації. Під час такої обробки ягоди спершу депульпують, залишаючи на зернах м'якоть і клейковину, а потім поміщають у ферментаційні танки без води і залишають на 18-36 годин. Протягом цього часу з зерен змивають залишки м'якоти і відправляють на сушку [8].

Метод вологої обробки зерен примітний тим, що в результаті отримують зерно, що містить тільки ті смако-ароматичні речовини, які воно набуло до моменту збору врожаю. Головна особливість цього методу полягає в тому, що шкірка, м'якоть і клейковина з кавової ягоди видалається до етапу сушки кавових зерен. Вологий метод включає наступні основні етапи:

1. Зібраний урожай заливається водою для відокремлення кавових ягід від сміття.

2. Відібрані стиглі кавові ягоди депульпують (механічне видалення шкурки і м'якоті з ягід).

3. На виході з депульпатора зерна відділяють від отриманої маси та пошкоджених зерен водою.

4. Отримані кавові зерна все ще вкриті клейковиною, яку не можна просто змити водою. Тому застосовують ферментативний спосіб очистки: зерна поміщають у спеціальний резервуар з водою на 12-72 години [12]. У результаті ферментації клейковина роз'їдається і розм'якшується. У середині чану важливо контролювати температуру, тому що, при низькій температурі (4-8°C) – смак більш кислий, якщо ж температура вища (18-20°C) – смак більш солодкий. Після цього кавові зерна ще раз промиваються водою [8].

5. Кавові зерна в пергаментній оболонці відправляються на сушку, яка триває до 2 тижнів (зменшення вологості від 60-65% до 10-12%).

6. Далі кавові зерна, що вкриті пергаментною оболонкою, відправляють на зберігання від 1 до 8 місяців, після чого оболонка відшаровується [12].

Обробка методом «хані» (анг. honey – мед) – процес аеробної ферментації і являється чимось середнім між вологим і сухим методами. Назва його пов'язана з тим, що в процесі обробки зерна кави стають липкими, наче покриті медом, що зумовлює висушену м'якоть на поверхні зерен [8, 12].

У характеристиках кавових зерен, отриманих цим методом прийнято вказувати підкатегорії від найменшого до найбільшого вмісту м'якоті (клейковини): білий (відсутня м'якоть), жовтий (до 25% клейковини залишається), золотистий і червоний (зберігається до 50% клейковини), чорний хані (зберігається до 100% клейковини), – вони відображають ступінь впливу хані-процесу на смак і загальний профіль у чашці. Кількість клейковини, залишеної на зернах, впливає на солодкість, тіло і кислотність кави. Цю кількість можна контролювати, тим самим отримувати потрібні характеристики. Як правило, чим більше м'якоті залишається на зернах, тим ближче до натуральної обробці смаковий профіль.

Хані-процес на початковому етапі схожий з митим методом обробки кави: відібрані зерна проходять через депульпатор для видалення м'якоті ягоди. Після цього промиті зерна, що вкриті клейковиною, відправляються на сушку, під час якої відбувається ферментація, як і в натуральному методі обробки кави. Під час ферментації клейковина розм'якшується і стає липкою і тягучою як мед, кавове зерно в цей момент насичується цукрами, які переходять в нього з ягоди [12].

Наступним етапом після ферментаційної обробки кавових зерен йде їх обсмажування. Обсмажування кави буває трьох видів:

1. Теплове, яке підрозділяється на два підвиди: контактне (обсмажування зерен на гарячій поверхні машини) і конвективне (розігріте повітря надходить у камеру, де відбувається обсмажування). Контактний підвид обсмажування вважається найгіршим, оскільки досить часто відбувається пережарювання кави, колір зерен виходить неоднорідним, що погіршує якість готового продукту. Якість продукту, отриманого конвективним способом, значно вище, тому що зерно обсмажується більш рівномірно.

2. Діелектричне – здійснюється за допомогою мікрохвильового (надвисокочастотного) випромінювання, яке проникає в глибину кавового зерна і прожарює його. Особливість даного методу в обсмажуванні зерен без контакту з розігрітими поверхнями, що значно підвищує якість продукту.

3. Радіаційний – один з новітніх і передових методів обробки. Спочатку кавові зерна просвічують гамма-променями, а потім досмажують за стандартною тепловою обробкою [7].

Для надання каві необхідних властивостей її обсмажують при температурі 180-200°C 15-30 хв. Обсмажені кавові зерна втрачають більшу частину води (її вміст зменшується з 11% до 3%), а їх хімічний склад змінюється залежно від ступеня й тривалості смаження. Він являє собою широкий діапазон компонентів. Збільшується об'єм зерен в 1,3-1,5 рази. Спостерігаються значні втрати маси – від 13 до 21% (за рахунок випаровування води, розкладання органічних сполук, і утворення летких речовин [2, 3, 13].

У процесі обсмажування загальна кількість розчинних речовин, що втримуються в каві, помітно знижується. Цукри, що карамелізуються при високій температурі, утворюють сполуки з амінокислотами, синтезують маланоїдини, які разом з карамеллю обумовлюють коричневе забарвлення смаженої кави. Знижується вміст нерозчинних полісахаридів – клітковини й пентозанів. Пентозани втрачаються на утворення фурфуролу й фурфуролового спирту, які беруть участь, поряд з іншими летючими сполуками, у створенні аромату готової кави. При високій температурі обсмажування відбувається незначна сублімація кофеїну, однак, його вміст в обсмажених зернах може бути трохи вище, ніж у сирій каві через зниження вологості й збільшення частки сухих речовин.

Вітаміни, що містяться в сирій каві, у процесі обсмажування зерен порівняно стійко зберігаються й переходять у напій [2].

Під час обсмажування утворюється складна суміш летких ароматичних сполук, яка називається кафеолом. Вона забезпечує характерний приємний аромат кавового напою. До складу кафеолу входять понад 400 різноманітних сполук, серед яких найбільшу частину складають метиловий спирт, оцтова кислота, піридин ацетальдегід, оксиметилфурфурол, ацетол, ацетон, мальтол, феноли тощо, більшість з яких є продуктами розпаду білків, цукрів, жиру, пентозанів сирих зерен кави. Продукти карамелізації, поєднуючись з амінокислотами, утворюють меланоїдин надає настою кави брунатного кольору [14].

Хімічний склад сирих та обсмажених кавових зерен дуже відрізняється (табл. 1) [2].

Таблиця 1

Хімічний склад сирих і обсмажених кавових зерен, %

Компоненти	Вміст у каві	
	Сира 2	Обсмажена 3
1 Вода	11.3	2.7
Розчинні речовини	29.5	23.6
Азотисті речовини	12.6	11.7
Жир	11.7	12.2
Цукор	7.8	2.4

Продовження табл. 1

1	2	3
Декстрини	0.4	1.0
Клітковина	23.9	20.3
Пентозани	5.0	2.4
Мінеральні речовини	3.8	3.3
Кофеїн	1.18	1.05
Кофеїно-дубильна кислота	8.4	4.7

взято з [2]

Як висновок можна сказати, що кава являє собою корисний і тонізуючий напій, що позитивно впливає на центральну нервову систему та загалом на стан організму. Зерна кави містять велику кількість хімічних речовин, більшість з яких позитивно впливають на організм людини.

Основними процесами у виробництві смаженої кави, які значно впливають на її смак і аромат, є ферментаційна обробка та обсмажування зерен. Завдяки регуляції процесів ферментаційної обробки виробник може надати кавовим зернам нові смакові і ароматичні відтінки, які розкриваються в результаті обсмажування, під час якого в зернах кави відбуваються різні фізико-хімічні реакції і формують неповторний смак і аромат продукту.

Під час ферментаційної обробки плодів кави особливої уваги потребує контроль таких факторів, як: інтенсивність світла, вологість повітря (у способі сухої обробки); кислотність, температура води (при вологому способі обробки); кількість м'якоти на зернах і тривалість сушки (при використанні способу обробки типу «хані»).

Список використаних джерел:

- [1] M. Jeszka-Skowron, A. Zgoła-Grzeskowiak, T. Grzeskowiak (2015). Analytical methods applied for the characterization and the determination of bioactive compounds in coffee. *European Food Research and Technology*, (Vol. 240, 1). 19–31.
- [2] «Опбест». (2013). Дослідження якості натуральної кави. Вилучено з https://otherreferats.allbest.ru/marketing/00243490_0.html
- [3] Буковинська бібліотека buklib.net. (2017). Кава. Вилучено з <https://buklib.net/books/24168/>
- [4] Енциклопедия кофе и чая kivahan. (2015). Химический состав и влияние кофе на здоровье. Вилучено з <http://kivahan.ru/himicheskij-sostav-pishhevaaya-cennost-kofe/>
- [5] Пенджиев, А.М. (2016). Физико-химический состав кофейного напитка. *Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы*, (1). 100–111.
- [6] Степанов, Д.Е., Татарченко, И.И.. (2009). Влияние условий обжарки зерен на качество кофе. *Известия вузов. Пищевая технология*, (4). 121–122.
- [7] Znaytovar.ru. (2020). Сырье и производство кофе. Вилучено з https://znaytovar.ru/s/Syre_i_proizvodstvo_kofe.html
- [8] Tasty coffee. (2018). Что такое ферментация кофе. Вилучено з <https://shop.tastycoffee.ru/blog/fermentacia-kofe>
- [9] Soyuz coffee roasting blog. (2018). Следует ли нам относиться к кофе как к вину? Фелипе Короче о ферментации на roastercamp 2017. Вилучено з <http://www.soyuzcoffee.com/ru/blog/sleduet-li-nam-otnositsya-k-kofe-kak-k-vinu-felipe-kroche-fermentatsii-na-roaster-camp-2017>
- [10] Specialty coffee association. (2019). The Fermentation effect. *25 Magazine*, (10). Вилучено з <https://scanews.coffee/25-magazine/issue-10/russian/research/the-fermentation-effect>

- [11] SJ Zhang. (2019). Following Coffee Production from Cherries to Cup: Microbiological and Metabolomic Analysis of Wet Processing of *Coffea Arabica*. Вилучено з <https://aem.asm.org/content/85/6/e02635-18>
- [12] Чайная компания Слон. (2019). Способы обработки кофейных зерен. Вилучено з <https://slon-tea.ru/blog/kofeynaya-shkola/sposoby-obrabotki-kofe/>
- [13] Навчальні матеріали онлайн. (2019). Формування якості кави в зернах у процесі виробництва. Вилучено з https://pidruchniki.com/10510205/tovaroznavstvo/formuvannya_yakosti_kavi_zernah_protsesi_virobnitstva
- [14] Навчальні матеріали онлайн. (2019). Формування якості кави натуральної. Вилучено з https://pidruchniki.com/10651019/tovaroznavstvo/formuvannya_yakosti_kavi_naturalnoy

DOI 10.36074/03.04.2020.v2.05

ОЦІНКА КОНТАМІНАЦІЇ ФЕНОЛОМ ВОДИ ПЕРШОГО ПІДЙОМУ Р. ДНІПРО З ДВС-2 М. ЗАПОРІЖЖЯ

ORCID ID: 0000-0003-0214-5476

Троїцька Олена Олександрівна

канд. біолог. наук, старший науковий співробітник,
доцент кафедри прикладної екології та охорони праці
Запорізькій національній університет «Інженерний інститут»

ORCID ID: 0000-0002-0991-1930

Мілько Дмитро Олександрович

д-р. техн. наук, професор, проф. кафедри ТССАПК
Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Д. Моторного

УКРАЇНА

До основних цілей співпраці України та ЄС слід віднести розвиток всеосяжної стратегії у сфері навколишнього середовища. Двостороння співпраця з ЄС у цій сфері переважно охоплює питання ефективного моніторингу забруднення та оцінку стану навколишнього середовища, створення системи інформування про стан довкілля, боротьби з локальним, регіональним та транскордонним забрудненням природних ресурсів, ефективне та екологічно безпечне виробництво та використання енергії, екологічної безпеки промислових підприємств, управління відходами, боротьби з впливом на довкілля сільського господарства, збереження біологічної різноманітності, раціонального використання біологічних ресурсів [1].

Фенол є одним з обов'язкових компонентів природних водних об'єктів, і утворюється у водоймах природним шляхом унаслідок біохімічного розкладу органічних речовин. Проте основна частка фенольних сполук генерується у результаті антропогенної діяльності та надходить до навколишнього середовища зі стічними водами різноманітних підприємств. Надходження фенолу до водойм призводить до зменшення здатності водного об'єкта до саморегенерації за допомогою наявного біоценозу і унеможлиблює в подальшому дезактивацію інших забруднень. Мінімальна токсична доза