

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАУКОВА РОБОТА

для участі у Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт зі спеціальності "Цивільна безпека (Охорони праці)"

Дослідження параметрів повітря робочих місць працівників процесу виготовлення кави закладів ресторанного господарства

Шифр "Кава"

2019-2020 н.р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3	с
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЦТВА КАВИ У ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА.....	5	
1.1 Характеристика закладів ресторанного господарства, які виготовляють каву.....	5	
1.2. Аналіз технологічного процесу виробництва кави у закладах ресторанного господарства.....	6	
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ СТАНУ ПОВІТРЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ ПРАЦІВНИКІВ ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА, ЯКІ ВИГОТОВЛЯЮТЬ КАВУ.....	12	
2.1. Аналіз шкідливих та небезпечних факторів повітря робочої зони у виробничих приміщеннях виготовлення кави.....	12	
2.2 Чинники, що утворюються у повітрі робочої зони працівників виробництва кави.....	13	
2.3 Експериментальне обладнання для проведення дослідження стану повітря робочої зони виробничих приміщень при виготовлення кави.....	15	
2.4 Методика проведення досліджень пилу у повітрі робочої зони виробничих приміщень виготовлення кави.....	16	
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18	
3.1 Аналіз результатів	18	
3.2 Аналіз засобів та заходів захисту для працівників закладів ресторанного господарства, які виготовляють каву.....	23	
ВИСНОВКИ.....	25	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	26	

ВСТУП

Актуальність теми. Щороку люди по всьому світу випивають мільярди чашок кави. Споживають каву різні верстви населення як молодше покоління, так і старші, а також у будь-який час доби: вранці, під час обіду, пізнього вечора. Її приймають вдома, на роботі, в кав'ярні, в ресторані або просто йдучи по вулиці [1].

Каву, як напій, споживають за свої унікальні аромо-смакові властивості та стимулюючу дію. Приємний смак утворюється від процесу обсмажування, після якого, у напої формуються терпкий з гірчинкою присмак та характерні летючі ароматичні сполуки [2]. Науковці виділили більше 1000 різних компонентів присутні у каві, що зробило цей напій таким складним та багатогранним [3]. Вплив кави може бути як стимулюючим, так і зняти напругу. Все залежить від ситуації в якій опиняється споживач і того, як він себе почуває.

Деякі люди споживають каву виключно через приємні відчуття, які допомагають їм розслабитись або покращити настрій. Інші виключно задля пробудження та підвищення концентрації уваги. Кава також використовується з соціальних причин, що показують кав'ярні з 400-річною історією, де люди зустрічаються за чашкою кави [4].

У будь-якому закладі харчування, у меню, присутня кава. Вона слугує як супровід до їжі, а також як головний пункт у меню. Особливо напій цінують в таких закладах, як кав'ярня, еспресо-бар, будинки кави, кафе.

Але поряд з тим певні концентрації хімічних речовин, що входять до складу кави та кава мелена (пил) можуть викликати захворювання, як у працівників, так і у споживачів, які відвідують заклади ресторанного господарства.

Мета і завдання роботи – визначити небезпечні чинники в повітрі робочої зони при виробництві кави меленої та напоїв на основі кави з метою покращення умов праці і засобів захисту здоров'я працівників підприємства.

Об'єкт дослідження – процеси утворення шкідливих і небезпечних

чинників при виробництві кави у закладах ресторанного господарства.

Предмет дослідження – чинники повітря робочої зони, що утворюються при виробництві кави у закладах ресторанного господарства.

Методи дослідження – при проведенні досліджень застосовано: методи системного підходу аналізу та узагальнення обробки літературних джерел; метод лабораторного дослідження фізичних показників пилу кави; метод аналізу технологічних процесів при обґрунтуванні небезпек, які можуть виникати при порушенні технологічних регламентів; ваговий метод визначення кількості шкідливих речовин у повітряному середовищі.

Наукова новизна полягає у наступному:

- визначено шкідливі і небезпечні чинники, що утворюються в повітрі робочої зони при виробництві кави у закладах ресторанного господарства.
- досліджено вплив на працівників чинників, що утворюються в повітрі робочої зони при виробництві кави у закладах ресторанного господарства.
- визначено форму пилових частинок дослідних зразків кави;

Структура та обсяг роботи: складається з вступу, 3 розділів, висновків, 28 сторінок, рисунків – 3, таблиць – 1.

Основні **результати дослідження опубліковано** у 5 наукових публікаціях, з них 1 стаття у закордонних виданнях, 1 – стаття за матеріалами конференцій, 2 – публікації у матеріалах науково-технічних і науково-практичних конференцій. Отримано акт впровадження у навчальний процес.

РОЗДІЛ 1.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЦТВА КАВИ У ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

1.1 Характеристика закладів ресторанного господарства, які виготовляють каву

Кава – це напій який відомий у світі ще з III сторіччя. Сьогодні каву та кавові напої вживають майже у всіх регіонах земної кулі, від Лондону, Сідней і Токіо. На відміну від Європейські країни, ринок кави в Україні тільки почав розвиватися. Тому дослідження ринку кави України є важливим, через те що кожного року його ємність зростає, і, таким чином, посилюється конкуренція між виробниками кави [5]. Згідно статистичним даним:

- Дохід у сегменті кави у 2019 році становить 1,157 млн. дол. США.
- Очікується, що щорічно ринок кави зростає на 11,0% (2019-2023 рр).
- Найбільшим сегментом ринку є обсмажування кави з об'ємом ринку в 917 млн. дол. США в 2019 році.
- Середнє споживання на душу населення в 2019 році становить 1,5 кг [6].

Кава та кавова промисловість пройшли довгий шлях за останні 100 років. Прогресивні етапи привели нас до періоду, коли кава – це не лише ранкове пробудження або напій до десерту. Сьогодні кава – це кулінарне враження [7].

Найбільші бізнеси третьої хвилі – «Intelligentsia Coffee & Tea»; «Counter Culture Coffee» та «Stumptown Coffee Roasters». Ці кавові підприємства, відомі як "Велика трійка", є прикладом філософії та мети третьої хвилі. Кожен є евангелістом щодо якості продукції, прямої торгівлі та сталої ділової практики. Інформованість про каву також відіграє значну роль у відповідних бізнес-моделях, вважають, що обізнаний споживач зміцнює галузь [6].

Перша хвиля кави – епоха, коли більшість людей сприймали каву як просто "каву", без будь-якої диференціації щодо походження чи типу напою. В цей час з'являються такі кавові бренди як «Folgers», «Nescafe», «Maxwell House».

Перша хвиля була орієнтована на надання доступної кави за низькою ціною, смак якої споживачі виправляли вершками, цукром та іншими добавками.

Друга хвиля приписується кав'ярні «Peet's Coffee & Tea», які наприкінці 1960-х років почали пошуки нових смаків. Вони почали публікувати країну походження, акцентуючи увагу на каву високої якості. Тепер щоб насолодитись смачною кавою люди йшли в кав'ярні. Саме з цього моменту підвищилась їх популярність. Другим новатором був «Starbucks», який представляв ідею кав'ярні, як місце відпочинку. Акцент був не на каві, а на креативному напої, підвищенні настрою та доброзичливих бариста.

Кава третьої хвилі часто асоціюється з поняттям «specialty coffee», що означає бо спеціальні сорти зеленої кави (відмінні від кави комерційного сорту), або спеціалізовані кавові напої високої якості та майстерності. Починаються експерименти з профілем обсмажування. Каву порівнюють з вином, виділяючи в ній смакові якості, відтінки, букет. Критик з питань харчування Джонатан Голд сказав: «Зараз ми перебуваємо на третій хвилі кавової обізнаності, де зерна збираються на певних фермах; обсмажування - це скоріше виведення, а ніж спалювання, унікальних характеристик кожної зернини; аромат чистий, сильний та виразний».

Напої на основі кави можна зустріти в кожному закладі харчування. В умовах розвитку сучасного ринку громадського харчування особливу популярність займають заклади з повним циклом приготування продукту. До таких закладів відносяться кафе та ресторани з повним циклом виготовлення напоїв із зерен кави та виготовлення кави меленої.

1.2 Аналіз технологічного процесу виробництва кави у закладах ресторанного господарства

Основною сировиною для виробництва кави є в основному два види, які отримали найбільше поширення: Аравійський (C. Arabica) і Робуста (Coffea canephora). Вони являють собою зерна середні за розміром, неоднорідні за величиною і забарвленням, видовжені і злегка роздуті, плоскою і округлою

форми. Їх колір може бути різний: від світло-жовтого з зеленуватим відтінком до синювато-зеленого з сірим відтінком.

Виробництво смаженої натуральної кави складається з наступних основних операцій [9]:

1. прийом і сепарація сировини;
2. обсмажування;
3. розмелювання;
4. просіювання обсмаженого напівфабрикату;
5. змішування компонентів;
6. пакування.

Обсмажування кави є пірогенетичним процесом, в результаті якого одні речовини руйнуються, інші утворюються знову. У кавових зернах відбуваються значні хімічні зміни. Зерна збільшуються в обсязі, маса їх зменшується в результаті випаровування вологи і розкладання цукрів, клітковини і інших органічних речовин зерен внаслідок високої температури обсмажування. Цукор, карамелізуючись, утворює карамель – речовину, що надає зернам кави коричневе забарвлення. Від ступеня обсмажування залежить кількісне накопичення карамелі, а отже, і інтенсивність забарвлення зерен.

Клітковина в результаті високої температури піддається сухій перегонці з утворенням оцтової та інших органічних кислот і ацетону.

До розкладання піддаються і пентозани, зміст їх у каві досягає 6...7%. Розкладаючись, вони утворюють фурфурол і фурфуроловий спирт.

Жир кави, що складається в основному з олеїнової кислоти, якого міститься в зернах 10...13%, при обсмажуванні змінюється мало; кількість його дещо зменшується через часткове розкладання з утворенням акролеїну.

Білкові речовини кави, яких міститься 9...11%, під дією високої температури обсмажування також зазнають змін, утворюючи аміак, аміни, пірол і т. п. Всі речовини, що виділяються з складних органічних сполук кавових зерен, під впливом високої температури вступають між собою в реакції, утворюючи нові сполуки, які і обумовлюють аромат цінної кави. Цей

комплекс з'єднань носить загальну назву кафеоль.

Рівномірне обсмажування сировини є важливим фактором отримання продукту з хорошим смаком, кольором і ароматом.

Незадовго до закінчення обсмажування кави, її зволожують до 4%, тому всередині барабана спеціальним пристроєм розпорошується вода. Кількість води для зволоження кави становить 8...10% від маси сировини, що завантажуються.

Зволоження кави після обсмажування безпосередньо в обсмажувальному барабані, здійснюване також автоматично за заданою програмою, та має на меті - підвищити вологість продукту для більш швидкого охолодження, запобігання згоряння дрібної фракції і зменшення пилоподібної фракції при подальшому розмелюванні [9].

Використання спеціалізованого обладнання "ростера" дозволяє отримати обсмажену каву, якість якої повністю відповідає нормам ДСТУ [10, 11]. Ростери розрізняються за принципом роботи (індивідуальної збірки, газові та електричні агрегати). Різниця моделей ґрунтується на різних показниках вологовіддачі і теплоємності для обсмажування різних сортів – від першого до вищого.

Стандартна комплектація ростера включає кілька базових елементів (рис. 1.1). Крім барабанних машин існують також конвекційні, ростери з рециркуляцією і інші. У класичному ростері поступовий прогрів кавових зерен відбувається в металевому барабані (1), який має форму циліндра і обертається навколо своєї осі в горизонтальному положенні. Для зручності закладки кави в барабан, у верхній частині ростера розташовується завантажувальна воронка (2). Усередині барабана передбачені спеціальні лопаті для ефективного перемішування сировини. Процес обсмажування завжди супроводжується утворенням певної кількості сміття і лушпиння. Для його видалення в пристрої передбачена система вентиляції (6), яка утворює примусове повітряне відсмоктування. Потік нагрітого повітря рухається через пальник (4) до барабану і створює в ньому додаткове джерело тепла для прогріву зерен.

Відпрацьоване повітря разом з лушпинням і сміттям видаляється з ростера через трубу (5). Після закінчення процесу обсмажування, кава потрапляє в ємність для охолодження (3).

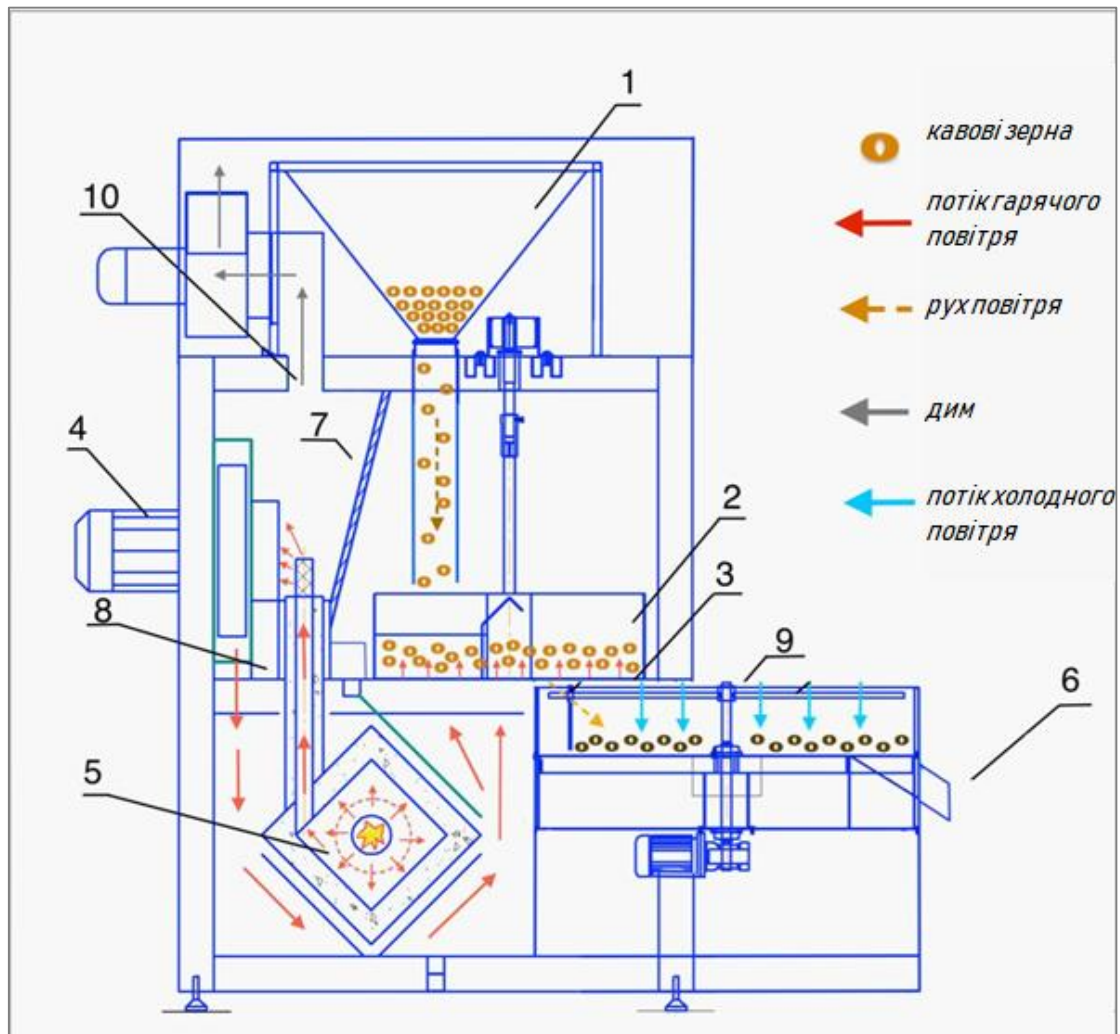


Рис.1.1 Ростер конвекційного типу «Turphoon»

1 – бункер завантаження; 2 – зона обсмажування; 3 – зона вивантаження з ротора; 4 – система вентиляції; 5 – палиник; 6 – вивантаження з охолоджувача; 7 – фільтраційна сітка; 8 – повітропровід; 9 – лопать охолоджувача; 10 – витяжка.

Тут зерна охолоджуються протягом декількох хвилин. Розігріта маса, що надійшла з жаровні, потрапляє у великий металевий охолоджувач, де перемішується і додатково продувається повітряним потоком. Тривалість одного обсмажування становить приблизно 15...18 хвилин, а процес охолодження займає не більше 5 хвилин [12].

Попередня підготовка зерен до помелу складається з двох стадій: контролю свіжості кавових зерен і їх обсмажування. Зерна повинні бути сухими, так як навіть невелика волога здатна зіпсувати сировину, що, відповідно, зіпсує і його смак. Якщо на зернах присутня волога, то їх можна підсушити в духовці.

Дрібнити зерна потрібно потроху, для 2...3-х найближчих заварювань. Так мелену каву не втратить свої смакові і ароматичні властивості.

Ступінь помелу кави – дуже важлива якість меленої кави. На жаль, багато хто не надає до нього потрібної уваги. Але саме це якість сприяє найбільшому розкриттю і отримання смаку і аромату, якими повинен володіти кавовий напій.

Помел кави підрозділяється на 5 основних ступенів, в залежності від розміру крупинок.

1. Великий (грубий). Крупинки в даному випадку за розміром можуть бути до 1-го мм. Такий помел ідеально підходить для приготування кави у френч-пресі. Оскільки великі частки краще затримуються в цьому пристосуванні, в тому числі вони здатні найбільш розкрити смакові і ароматичні якості зерен в процесі заливки кип'ятком. Цей помел підходить і для заварювання напою в крапельної кавоварці крапельного типу.

2. Середній. Найбільш оптимальне подрібнення для заварювання в каво-машині. Найчастіше в каво-машинах заварюють сировину саме такого розміру. Кава набуває відмінний смак, і при цьому не виникає проблем з фільтрацією готового напою від крупинок. Також середній помел підходить для кавоварки ріжкового типу.

3. Дрібний (тонкий). Даний вид помелу має обмежені можливості, оскільки розмір крупинок ускладнює процес фільтрації. Однак ідеально підходить для заварювання в турці.

4. Для «еспreso». Такий вид відрізняється надтонким і дрібним подрібненням. Він необхідний для каво-машин певного типу, в яких приготування «еспreso» відбувається за допомогою проходження гарячої пари крізь мелену каву.

5. Порошкоподібний. Це так само надтонке подрібнення зерен, яке найкраще підходить для приготування справжнього турецької кави в турці. Густий осад надає напою більш насичений і навіть трохи тягучий вид [13].

Натуральне обсмажене кавове зерно містить багато корисних для людини органічних та неорганічних речовин, в тому числі хлорогенові кислоти, таніни, дубильні речовини, вуглеводи, алкалоїди (кофеїн, теобромін, теофілін), велика кількість мінеральних речовин і більше 300 хімічних зв'язків, які створюють унікальний кавовий аромат. Якість напою, що отримують від обсмаженої натуральної молотої кави, залежить від способів заварювання і визначають такими властивостями кофе, як змочуваність водою, а саме гідрофільними властивостями, кількістю екстрактивних (водорозчинних) речовин і гідрофільних властивостей клітинної структури целюлозного каркаса (об'ємом пор і величиною середнього розміру капілярів) [14].

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ СТАНУ ПОВІТРЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ ПРАЦІВНИКІВ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА, ЯКІ ВИГОТОВЛЯЮТЬ КАВУ

2.1. Аналіз шкідливих та небезпечних факторів повітря робочої зони у виробничих приміщеннях виготовлення кави

Формування ароматичних компонентів кави відбувається саме під час обсмажування. Зелені кавові зерна не мають кольору та характерного аромату, які утворюються в процесі обсмажування. Кавове масло смажених зерен несе в собі більшу частину аромату кави.

Аромат складається з складної суміші летючих сполук. Основні класи ароматичних сполук: сірковмісні сполуки (тіоли, тіофени, тіазоли), піразини, піридини, піроли, оксазоли, фурани, альдегіди та кетони.

Механізм формування кавового аромату є комплексним. Існує широкий спектр взаємодій між усіма сполуками, до них відносять реакцію Майяра, карамелізацію, деградацію Стрекера та розпад амінокислот сірки, гідроксид-амінокислот, проліну та гідроксипроліну, тригонеліну, частинок хінінової кислоти, каротиноїдів і деяких ліпідів [15].

Центри контролю та профілактики захворювань (CDC) визначають ризик впливу на робітників кавового пилу, оксиду вуглецю, вуглекислого газу та летких органічних сполук (ЛОС) Діацетилу (2,3-бутандіону) та 2,3-пентандіону (ацетил пропіонілу) [16-18].

Діацетил та 2,3-пентанедіон виробляються природним шляхом і вивільняються під час смаження кавових зерен. Подрібнення смажених кавових зерен створює більшу площу поверхні для цих та інших хімічних речовин, що можуть впливати на працівників [16-19].

Вплив цих речовин був пов'язаний з респіраторними захворюваннями, включаючи облітераційний бронхіоліт, незворотну форму легневих захворювань, відому також як попкорн легенів.

Недавнє дослідження на вторинній фабриці з переробки кави в США

показало, що у працівників може бути ризик розвитку облітеративного бронхіоліту . Це захворювання було пов'язане з впливом діацетилу та 2,3-пентанедіону, що виділяються в процесі обсмажування кави. Діацетил і ацетилпропионіл можуть впливати на респіраторні захворювання при вдиханні.

Вплив кавовій пилу було пов'язано з респіраторними симптомами, включаючи астму та зміни функції легенів ще в 1950-х роках. Уряд Австралії, Інститут охорони здоров'я і соціального забезпечення ідентифікують кавову пил як збудника професійної астми [20].

Дослідники NOHSC – «National Occupational Health and Safety Commission» (Національна комісія з охорони праці та техніки безпеки) опублікували в Американському журналі промислової медицини документ про оцінку небезпеки для здоров'я на виробництві смаження та упаковки кави, в якому було п'ять колишніх працівників з облітеративним бронхіолітом. кавовому закладі виробляли ароматизовану та ароматизовану каву[21].

Наведена вище інформація переконливо свідчить про наявність у людей, що працюють в комерційному виробництві обсмажування і подрібнення кави, ризику змін дихальної системи.

Пил від кавових зерен відповідає критеріям, оскільки респіраторний барвник з фразою ризику R42 буде вважатися небезпечною речовиною, як зазначено в затверджених умовах класифікації небезпечних речовин. Це вимагає від усіх, хто займається обробкою кави, вживати всіх можливих заходів для мінімізації ризиків, що виникають в результаті поводження з речовиною [22].

2.2 Чинники, що утворюються у повітрі робочої зони працівників виробництва кави

З метою визначення небезпек повітряного середовища необхідно проаналізувати стадії технологічного процесу та умови при яких ці чинники утворюються.

До закладів ресторанного господарства кавове зерно надходить у

паперових або тканинних мішках. Процес підготовки кавових зерен до наступного етапу передбачає розпакування тари та очищення від домішок. Цей процес відбувається вручну. Пересипання із тари на стіл або до бункеру обжарювальної машини відбувається із виділенням пилу [23]. Під час пересипання зерен зеленої кави утворюється пил подразнюючої і сенсibiliзуючої дії. У працівників, що виконують такі роботи виникають еритематозні і ринокон'юнктивальні симптоми, спостерігається неспецифічна бронхіальна чутливість та респіраторні симптоми частіше ніж у інших працівників.

В процесі обсмажування кавове зерно нагрівається до потрібної температури, а по закінченню охолоджується холодним повітрям. Види обсмажування зерен кави визначаються кольором зерен, часом обсмажування і підтримуваної під час обсмажування температурою. Мета обсмажування: зробити структуру зерна тендітною і спалити частину органіки, щоб каву можна було пити.

Аромат кави це головний критерій її якості. Він обумовлений такими речовинами як фурфурилмеркаптан, фурфурилметилсульфід, фурфурол-метилдисульфід [16, 19]. Крім того обсмажене кавове зерно містить багато корисних для людини органічних і неорганічних речовин, зокрема хлорогенова кислота, таніни, дубильні речовини, вуглеводи, алкалоїди (кофеїн, теобромін, теофілін), велика кількість мінеральних речовин і понад 300 органічних сполук.

Процес утворення ароматичних речовин при смаженні і перемелюванні кавових зерен найбільше впливає на працівників, які не мають засобів захисту та використовують ручну працю.

Специфічні ароматичні речовини обсмаженої кави, у виробничих приміщеннях її виготовлення, можуть впливати на стан здоров'я працівників, бо деякі компоненти кавового зерна та пил є алергенами.

Змішування та помел різних сортів кави відбувається вручну або автоматично на вальцевих машинах (драбарках). При цьому у технологічному процесі утворюється дрібні частинки кавового пилу, що змішуються із повітрям

і утворюють вибухонебезпечну пилоповітряну суміш, яка при певній концентрації може призвести до надзвичайної ситуації. При цьому технологічному процесі може з'явитися механічна іскра, статичний розряд, або нагрівання навколишньої поверхні обладнання. Враховуючи, що нижня концентраційна границя вибуховості пилу кави становить $43 \dots 63 \text{ г/м}^3$, такі умови можуть призвести до різкого збільшення енергії, температури і тиску. В результаті чого може утворитися вибух [24].

Проведений аналіз технологічного процесу виявив основні шкідливі та небезпечні чинники повітря робочої зони у виробничих приміщеннях виробництва кави для працівників: це присутність у повітряному середовищі газоповітряних та пилоповітряних сумішей та їх комбінацій [25].

2.3 Експериментальне обладнання для проведення дослідження стану повітря робочої зони виробничих приміщень при виготовлення кави

Для відбору проб повітря використовувалися наступне обладнання:

1. Ваги аналітичні. Ці терези мають діапазон – $0,05 - 50 \text{ Г}$. Похибка виміру складає – $\pm 1 \text{ мГ}$.

2. Мікроскоп лабораторний "Біолам" ЛОМО.

3. Термометр ртутний ТМ-6. Даний термометр має діапазон – $30 \dots +50^0 \text{ С}$. Похибка виміру складає – $\pm 0,2^0 \text{ С}$.

4. Барометр анероїдний БАММ –1. Даний барометр має діапазон $80000 - 100000 \text{ Па}$. Похибка виміру складає – $\pm 200 \text{ Па}$.

5. Секундомір. Діапазон вимірювання $5 - 600 \text{ С}$. Похибка виміру – $\pm 1 \text{ С}$.

6. Аспіратор для відбирання проб повітря. За допомогою аспіратора проводиться відбирання проб при протягуванні повітря через фільтр АФА з відповідною швидкістю.

7. Фільтр АФА. Ступінь затримування пилу $\geq 95\%$. Аналітичні аерозольні фільтри АФА призначені для дослідження і контролю аеродисперсних домішок (аерозолів), що містяться в повітрі або інших газах,

при разовому періодичному відборі проб за допомогою аспіратора.

8. Для фільтрів АФА випускаються відповідні фільтротримачі (алонжі).

2.4 Методика проведення досліджень пилу у повітрі робочої зони виробничих приміщень виготовлення кави

Загальновідомо, що кава має якісну і кількісну характеристику. Ароматичні речовини, що утворюються в повітрі робочої зони досить складно визначити, бо це потребує високоякісного лабораторне обладнання. Тому хімічний склад повітря робочої зони виробництва кави описано у попередніх розділах, було досліджено, використовуючи літературні джерела та роботи [16-20, 22, 24]

Даним дослідженням було визначення кількості та форму пилу кави.

Будь-який пил за походженням буває: неорганічного (мінеральний, металевий), органічного (тваринний, рослинний), штучний органічний (полімери) та змішаного походження.

Подрібнена (змелена) кава за походженням відноситься до промислового органічного нерозчинного пилу рослинного походження. Відповідно пил кави буде відноситися до аерозолів дезінтеграції (утворюються при подрібненні твердих речовин).

Методи вимірювання пилу бувають: гравіметричний (ваговий), фотометричний (оптичний), трибоелектричний (вимірює концентрацію пилу та швидкість потоку), електродинамічний.

Пил кави є нерозчинним тому дослідження проводилося гравіметричним (ваговим) методом. Для проведення дослідів, вимірювали запиленість повітря у робочій зоні на робочих місцях лінії технологічного процесу виготовлення кави та напоїв на основі кави. Даний метод полягає у визначенні маси пилових частинок в одиниці об'єму повітря. Така концентрація пилу в повітрі визначається в мг/м³.

Гравіметричний метод вимірювання кількості пилу у повітрі полягає у виділенні пилових частинок з певного об'єму повітря з подальшим

зважуванням дослідних матеріалів.

Видалення пилу з повітря робочої зони проводили аспіраційним способом. Це спосіб ґрунтується на просмоктуванні повітря робочої зони виробничого приміщення через фільтр. Для цього використовували фільтри типу АФА (аспіраційний фільтр аерозольний).

Для проведення досліджень було зважено кожен фільтр АФА. Зважування фільтрів проводили на аналітичних вагах.

Зважений фільтр вкладався в патрон-фільтротримача – алонж, який з'єднаний гумовим шлангом з аспіратором. На увімкненому аспіраторі, за допомогою ручки вентиля, встановлювали необхідну об'ємну швидкість відбирання проби та вмикали аспіратор з алонжем. Одночасно з увімкненням аспіратором фіксували час початку дослідження за секундоміром. Відбір повітря через фільтр, на якому затримувалися пилинки, проводили на протязі п'яти хвилин. Після проведення забору повітря з робочої зони, фільтри зважувалися з точністю до міліграма.

Форма пилових частинок визначалася за допомогою лабораторного мікроскопу "Біолам" ЛОМО.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Аналіз результатів

Гігієнічні дослідження кількості пилу на робочих місцях проводилися гравіметричним методом, у кав'ярні міста Києва. Дослідження проводили протягом п'яти днів теплого періоду року та 6 днів холодного періоду року.

Для визначення кількості пилу аспіраційним методом було враховано певні параметри та виконано наступні етапи:

1. Встановлено та зафіксовано на аспіраційній установці величину об'ємної швидкості протягування повітря через фільтр АФА (Q , л/хв.).

2. Визначено параметри мікрокліматичних умов на робочих місцях, а саме:

- температуру повітря робочої зони (t_{pz} , °C);
- атмосферний тиск (P_6 , мм.рт.ст.);
- масу фільтру до проведення дослідження (M_1 , мГ);
- масу фільтру після проведення дослідження (M_2 , мГ).

3. Для визначення маси пилу ваговим методом було проведено розрахунки за формулою, яка в загальному вигляді має вигляд:

$$Q_{II} = \frac{M_1 - M_2}{V_1}, \quad (3.1)$$

де M_1 – маса фільтру після експерименту, мГ;

M_2 – маса фільтру до експерименту, мГ;

V – об'єм повітря, що просмоктався через фільтр, м³.

$$V_1 = V \cdot T, \quad (3.2)$$

де V – об'ємна швидкість аспіратора, л/хв;

T – час проведення дослідження, хв.

Враховуючи, що параметри мікроклімату мають вплив на результати дослідження, то об'єм повітря розраховуємо за формулою, яка враховує фактичні значення у робочій зоні:

$$V_0 = \frac{V_1 \cdot 273 \cdot P_6}{(273 + t_{pz}) \cdot 760}, (\text{м}^3), \quad (3.3)$$

де P_6 – барометричний тиск у місці відбирання проби, мм.рт.ст.;

t_{pz} – температура повітря в місці відбирання проби, °С.

Концентрація пилу Q_n в 1 м³ повітря за фактичних мікрокліматичних умов буде дорівнювати, мг/м³:

$$Q_n = \frac{M_1 - M_2}{V_0}, \quad (3.4)$$

Результати розрахунків наведено у таблиці результатів досліджень (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Фактичні рівні кількості пилу кави на робочих місцях працівників кав'ярні із замкнутим циклом виготовлення

№	Показники/ Місце контролю запиленості повітря	Розвантаження /завантаження	Очищення	Обсмажування	Помел	Приготування (заварювання)	Пакування
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Об'ємна швидкість протягування повітря, Q, л/хв.	3	3	3	3	3	3
2.	Час протягування запиленого повітря, t, хв.	5	5	5	5	5	5
3.	Температура повітря робочої зони, t°С	18	18	25	23	21	20
4.	Барометричний тиск, В, мм.рт.ст.	758	761	756	759	762	759
5.	Маса фільтра до протягування запиленого повітря, M ₁ мг	124	123	122,5	122	123,5	123

1	2	3	4	5	6	7	8
6.	Маса фільтра після протягування запиленого повітря, M_2 мг	188,56	180,77	170,34	171,74	157,02	157,89
7.	Об'єм повітря, протягнутого через фільтр при реальних (замірних) значеннях t^0 С та P_6, V_t, m^3	14,04	14,09	13,67	13,82	13,97	13,96
8.	Концентрація пилу в повітрі робочої зони, $C, мг/м^3$	4,6	4,1	3,5	3,6	2,4	2,5
9.	Гранично допустима концентрація пилу, ГДК, $мг/м^3$	до 6	до 6	до 6	до 6	до 6	до 6

Найбільш ризику шкідливого впливу кавового пилу на організм зазнають працівники процесів завантаження та розвантаження, очищення та об смаження кавових зерен. На інших технологічних процесах показники кількості пилу не перевищили значень граничнодопустимої концентрації згідно [24, 26].

Для дослідження ступеню дисперсності (подрібнення) кави меленої було використано три зразки кави меленої:

зразок №1 "Vehmet Efendi" (виробник: Туреччина);

зразок №2 "Кава зі Львова" (ТМ "Кава зі Львова" виробник: Україна);

зразок №3 "Чорна карта" (ТМ "Штраус Україна" виробник: Україна).

Ступінь дисперсності – дуже важливий показник якості меленої кави. Цей показник сприяє найбільшому розкриттю і отримання смаку і аромату, якими повинен бути притаманний кавовому напою. За цим показником кава мелена поділяється на 5 основних ступенів, в залежності від розміру частинки:

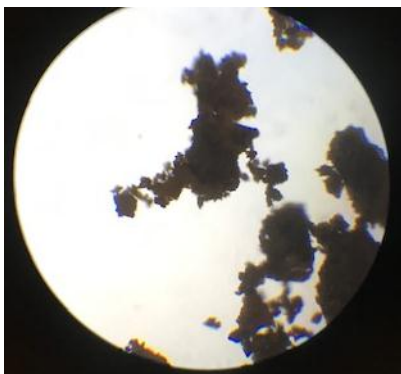
1. Грубий (високодисперсний). Частинки в даному випадку за розміром можуть бути до 1-го мм (зразок №2 рис. 3.1 (а)).

2. Середній. Найчастіше в каво-машинах заварюють сировину саме такого розміру (70...80 мкм) (зразок № 3 рис. 3.1 (б)).

3. Дрібний (тонкий). Даний вид помелу має обмежені можливості, оскільки розмір частинок ускладнює процес фільтрації (40...60 мкм) (зразок № 1 рис. 3.1 (в)).

4. Для «еспресо». Такий вид відрізняється надтонким і дрібним подрібненням (10...30 мкм).

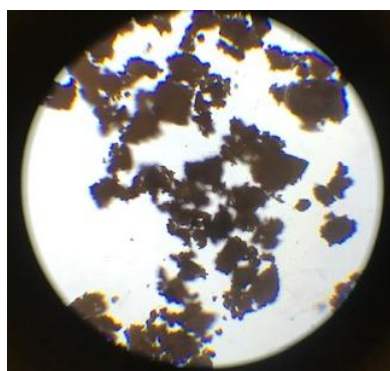
5. Порошкоподібний. Це так само надтонке подрібнення зерен, яке найкраще підійде для приготування справжнього турецької кави в турці (менше 10 мкм) [27, 28].



а) Зразок №1 Грубий помел
(високодисперсний);



б) Зразок №2
Середній помел



б) Зразок №3
дрібний помел

Рис. 3.1 Частилки пилу у 8-ми кратному збільшенні.

З точки зору гігієни найбільш небезпечні для людини частинки розміром менше 10 мкм, так як вони або повільно осідають, або зовсім не осідають і довго знаходяться в зваженому стані у повітрі. Від величини частинок залежить глибина їх проникнення в дихальні шляхи. Великі частинки затримуються у верхніх дихальних шляхах, а дрібні проникають безпосередньо в альвеоли легенів.

При збільшенні пилових часток зразку №1 до 40-ка кратного розміру, було встановлено, що пилові частинки мають колючу форму, з над дрібними пластинами (луска) (рис. 3.2 (а)), а пилові частки дослідного зразка №3 мають напівпрозорі домішки, що не характерні для пилових частинок пилу кави (рис. 3.2 (б)).



Дослідний зразок №1 у 40-ка кратному збільшенні



Дослідний зразок №3 у 40-ка кратному збільшенні

Рис. 3.2 Пилові частини зразків №1 та №3 при збільшенні до 40-кратного розміру

Так як науковою роботою не передбачалося проведення хімічних досліджень пилу кави, то відповідно, походження домішок у зразку №3

встановлено не було.

Домішки, що присутні у каві меленій, можуть містити хімічні сполуки і тому становити додаткове навантаження на дихальну систему працівників.

У працівників, що виконують роботи в умовах утворення газо-пилоповітряних сумішей виникають еритематозні і рінokon'юнктивальні симптоми, спостерігається неспецифічна бронхіальна чутливість та респіраторні симптоми частіше ніж у інших працівників [24, 26].

Специфічні ароматичні речовини, при обсмаженні кави, у повітря робочої зони виробничих приміщеннях можуть впливати на стан здоров'я працівників, бо деякі компоненти газо-пилоповітряної суміші є алергенами. При систематичному впливі пилу спочатку розвиваються гіпертрофічні катари верхніх дихальних шляхів, потім вони переходять у атрофічні.

Результати досліджень впливу газо-пилоповітряних сумішей на організм людини опубліковано у [17, 19, 24, 26, 28]. За результатами таких досліджень Європейський Союз визнав пил кавових зерен астмогеном та респіраторним сенсibilізатором з маркуванням R42. Так як відповідно до міжнародної класифікації небезпечних речовин [22], речовини з маркуванням R42 відносяться до небезпечних, то і роботи з цими речовинами відносяться до шкідливих умов праці та вимагають додаткових умов безпеки при роботі.

3.2 Аналіз засобів та заходів захисту для працівників закладів ресторанного господарства, які виготовляють каву

Відповідно до законодавчих документів України відповідальність за стан безпеки та охорони праці на робочих місцях несуть керівники (власники) підприємств, установ, організацій. Тому для забезпечення високої ефективності виробництва та дотримання безпеки виробництва і збереження здоров'я працівників та відвідувачів необхідно визначати ризики небезпек та вживати заходи для їх упередження [29].

Кафе зі столиками для відвідувачів, можуть бути розміщені разом із засобами для смаження та упаковки кави. Співробітники такого кафе часто

перемелюють смажені зерна кави в присутності відвідувачів. Подрібнення збільшує площу поверхні кави, що дозволяє підвищити газоподібні сполуки, включаючи діацетил, 2,3-пентандіон, оксид вуглецю та вуглекислий газ. Однак кількість меленої кави в кафе зазвичай менша, ніж у приміщеннях для обжарювання та пакування промислового розміру. І все-таки працівникам кафе не слід розміщувати обличчя прямо перед або прямо над свіжозмеленою кавою. Крім того, достатня подача зовнішнього повітря, яке зазвичай подається через систему опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, необхідне в будь-яких приміщеннях. Щоб запобігти накопиченню забруднень у повітрі, рекомендується кафе з виробництва кави та напоїв на основі кави не рециркулювати 100 відсотків повітря з приміщень кафе, щоб газопилові викиди не потрапили на вулицю. Крім того, якщо кафе розміщені разом із приміщеннями для смаження та пакування, вентиляційна система кафе не повинна рециркулювати повітря з виробничих приміщень.

Також необхідно встановити відповідне обладнання, яке включатиме належну вентиляцію та моніторинг пилу. Відповідно підтримувати у чистоті обладнання та ростер, бункер якого може накопичувати олії, що сприятимуть зменшенню потоку повітря та підвищувати ризик виникнення пожежі та диму.

Необхідно також створювати простір з урахуванням ефективного робочого процесу та безпеки. Окрім того, що навколо обладнання повинен бути достатній простір для обслуговування також повинні бути передбачені евакуаційні виходи, вогнегасники та набори першої допомоги, що зберігаються легкодоступному місці [30].

ВИСНОВКИ

1. В даній науковій роботі було проведено аналіз наукових робіт з питань впливу на людину шкідливих чинників повітря робочої зони виробничих приміщень закладів ресторанного господарств, які виготовляють каву або напої на основі кави. Розглянуто чинники, що утворюються на робочих місцях у повітрі робочої зони у таких закладах та їх вплив на організм людини

2. Проведено дослідження стану повітря на робочих місцях у закладі ресторанного господарства з замкнутим циклом виробництва. В результаті аналізу було визначено, що пил, навіть в незначній кількості, викликає серйозні порушення здоров'я працівників, а також негативно впливає на обладнання, тому запропоновано використовувати обладнання закритого типу та контролювати кількість пилу кави на робочих місцях.

3. Проведено дослідження форми пилових частинок кави різних сортів. Визначено, що кава марки "Чорна карта" містить домішки інших речовин, що ускладнило визначення якісної характеристики пилу кави.

4. Лабораторним шляхом визначено кількість пилу на робочих місцях технологічної лінії виготовлення кави у кафе м. Києва. Дослідження було проведено у теплий та холодний період року. Також було враховано показники температури у робочій зоні і барометричний тиску виробничого приміщення, які впливають на результати вимірювання концентрації пилу в повітрі робочої зони та дають похибку при дослідженні. Дослідження проводили гравіметричним способом за допомогою аспіраційної установки.

5. Запропоновано способи очищення повітря від ароматичних та інших хімічних речовин, а також пилу кави, які утворюються на робочих місцях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Coffee: Emerging Health Effect and Disease Prevention, First Edition by Yi-Fang Chu, 2012.
2. Grosch. W. Chemistry III: Volatile compounds. In: Coffee. Recent Developments. Clarke. R. J., Vitzthum. O. G., eds. Oxford. London. Edinburgh. Malden: Blackwell Publishing Ltd.. 2001, pp. 68-89.
3. Snel. J. Permission to enjos. Utrecht, the Netherlands: Kosmos-Z&K Publishers: 1998, 60 p.
4. Coffee: Emerging Health Effect and Disease Prevention, First Edition by Yi-Fang Chu, 2012.
5. Jolliffe Lee. Coffee culture, destination and tourism, edited by, – 2010; 248 p.
6. Revenue in the Coffee segment, 2019. Електронний ресурс. –Режим доступу: <https://www.statista.com/outlook/30010000/338/coffee/ukraine>
7. First, Second and Third Wave Coffee: Everything You Need to Know, - 2019. Електронний ресурс. –Режим доступу: <https://www.agferrari.com/first-second-and-third-wave-coffee>
8. Coffee quality and safety manual, 2004. Електронний ресурс. –Режим доступу http://www.ico.org/projects/good-hygiene-practices/cnt/cnt_fr/sec_4/docs_4.1/Brazil%20coffee%20manual.pdf
9. Из чего изготавливается кофе. Сорта зерен кофе, 2019. Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://vedunica.ru/ovoschnye-blyuda/iz-chego-izgotavlivaetsya-kofe-sort-zerna-kofe-proizvodstvo.html>
10. ДСТУ 4118-2002 Напої нерозчинні на основі кави, цикорію та злакових. Загальні технічні умови. Електронний ресурс. –Режим доступу: Електронний ресурс. –Режим доступу: http://document.ua/naroyi-nerozchinni-na-osnovi-kavi-cikoriyu-ta-zlakovih_-zaga-std2326.html
11. ДСТУ ISO 11294:2005 Кава обжарена мелена. Загальний метод визначення вмісту вологи при втраті маси за температури 103°C. Електронний ресурс. –Режим доступу: http://document.ua/kava-obzharena-melena_-zagalnyi-metod-viznachennja-vmistu-vo-std11566.html

12. Ростер для обсмажування кави. Електронний ресурс. –Режим доступу: <http://joper.com.ua/uk/roster-dlya-obsmazhuvannya-kavi/>
13. Способ производства натурального молотого кофе в виде агломератов, 2013. Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://findpatent.ru/patent/230/2301532.html>
14. Ф.Г.Нахмедов. «Технология кофейных продуктов». М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984 г., с.79
15. Buffo RA, Cardelli-Freire C. Coffee flavour: an overview. *Flavour Fragrance J.* 2004, P. 9-10.
16. Герасимов Д.В. Совершенствование технологии экстрагирования биологически активных веществ при производстве кофе натурального растворимого с применением ультразвука: автореф. дис. ...канд.техн. наук: 05.18.07, С.-Петербург. нац. исслед. ун-т информ. технологий, механики и оптики. - Санкт-Петербург, 2015. - 15 с.
17. Oldenburg M. Health risks due to coffee dust/ M. Oldenburg, C. Bittner, X. Baur // *Chest.* August 2009., Volume 136, Issue 2, Pages 536–544.
18. Zuskin E, Valic F, Skurie Z. (1985) Respiratory impairment in coffee factory workers in the Asaro Valley of Papua New Guinea. *British Journal of Industrial Medicine* 1 985;42:495-498.
19. Thomas et al (1991). Factors relating to the development of respiratory symptoms in coffee process workers. *British Journal of Industrial Medicine* 1991;48:314-322.
20. Gray Q, Tefera A, Tefera T. (2013)Ethiopia: coffee annual report. Gain Report No. ET 1302.
21. Approved Criteria for Classifying Hazardous Substances [NOHSC: 1008 (2004)]. Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://www.safeworkaustralia.gov.au/doc/approved-criteria-classifying-hazardous-substances-nohsc-1008-2004>
22. Hazardous Substances (Classification) Regulations 2001. Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://www.legislation.govt.nz/regulation/public/>

2001/0113/latest/whole.html

23. [Кава] Безпека повітря робочої зони при виробництві кави/ Кава], Н.В. Володченкова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 85-а Міжнародна наук. конф. студ., аспір. і молод. вчених, К., 11-12 квітня 2019. – Ч. II. - С. 451.

24. Oldenburg, et al (2009). Health Risks Due to Coffee Dust. CHEST 2009; 136:536–544.

25. [Кава] Шкідливі речовини повітря робочої зони при виготовленні кави у закладах громадського харчування /[Кава], Н.В. Володченкова// Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки: Зб.мат. XXI-ї Всеукр. наук.-метод. конф. (з участю студентів), м. Київ, 18-20 листопада 2019 р. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – с.54-57

26. Carl Strautins. Coffee Bean Dust Електронний ресурс.–Режим доступу: <http://www.safeenvironments.com.au/coffee-bean-dust/>

27. [Кава] Hazardous environmental factors in coffee manufacturing industries/N. Volodchenkova, [Кава]// Modern engineering and innovative technologies. - Karlsruhe, Germany, 2019. – Is. №10. Part 1 – P. 10-14. DOI: 10.30890/2567-5273.2019-10-01-039

28. [Кава]. Шкідливі чинники повітряного середовища у виробничих приміщеннях виробництва кави/ [Кава]//Мировые научно-технические тренды ‘2019: Зб.мат. Міжнарод. наук.-практ. конф., Німеччина, 26-27 грудня 2019 р.

29. Про охорону праці: Закон України. Електронний ресурс.–Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.

30. Creating a Safe & Healthy Coffee Roastery. Електронний ресурс.– Режим доступу: <https://www.perfectdailygrind.com/2019/08/creating-a-safe-healthy-coffee-roastery/>