

УДК : 663.933.1

Шестопал Г. С.,

к.с.-г.н., доц. кафедри харчових технологій та готельно-ресторанного бізнесу, Львівська комерційна академія, м. Львів

Майбук Ю. В.,

аспірант, Львівська комерційна академія, м. Львів

ПОКРАЩЕННЯ СПОЖИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРЕН КАВИ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ВАПОРИЗАЦІЇ

Анотація. У статті розглянуто проблеми, притаманні нинішній жорсткій конкуренції на ринку готової кави. Постійне підвищення цін на сировину примушує виробників кави проводити пошуки покращення споживних властивостей цього продукту. Проаналізовано різноманітні підходи до покращення споживних властивостей кави в процесі її виробництва. Запропоновано більш простий, дешевший, а тому перспективніший спосіб модернізації кави низької якості, яка включає початкову вапоризацію кавових зерен. Окреслено шляхи оптимізації підбору параметрів вапоризації. Проведено пошук прийняттого режиму обробки зерен кави парюю при мінімальній, але достовірній, кількості експериментів.

Ключові слова: кави, споживні властивості, виробництво, конкуренція, вапоризація.

Shestopal G. S.,

Ph.D, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Food Technology, Hotel and Restaurant Business, Lviv Academy of Commerce, Lviv

Maibuk Y. V.,

Postgraduate, Lviv Academy of Commerce, Lviv

COFFEE BEANS CONSUMER PROPERTIES IMPROVEMENT BY THE MEANS OF OPTIMIZATION OF VAPORIZATION PARAMETERS

Abstract. The article considers the problems inherent to the current tough competition in the market of coffee. Constant price raising urges coffee producers to search for the improvement of the product's consumer properties. Different approaches to the consumer properties improvement of coffee in the production process have been examined. Simpler, cheaper, and therefore more promising method of upgrading low quality coffee, which includes coffee beans primary vaporization, is proposed. The ways of vaporization parameters optimization are shown. Search of the acceptable mode of steaming of coffee beans by minimal, but significant number of experiments have been conducted. A search for an acceptable mode of processing coffee beans by steam at a minimum, but significant, number of experiments was done.

Keywords: coffee, consumer properties, production, competition, vaporization.

Постановка проблеми. Жорстка світова конкуренція на ринку готової кави, постійне підвищення цін на сировину примушує виробників кави проводити пошуки покращення споживних властивостей цього продукту. Давно ведуться пошуки способів видалення з кавового зерна таких хімічних речовин (сполук), які погіршують їх смак і аромат. Найбільш відомими з таких сполук є оцтова, мурашина, молочна чи яблучна кислоти. Підвищений, незбалансований їх вміст в обсмаженому зерні кави погіршує смакові якості вихідного продукту. Проте жодна технологія переробки зернової кави у розчинну не обходиться без теплової обробки, яка вбиває корисні властивості кави. Тому необхідно підібрати такий процес теплової обробки, який не тільки не погіршував би якість кави, але й покращував її споживні властивості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Видалення з кавового зерна таких хімічних речовин (сполук), які погіршують їх смак і аромат чисто хімічним способом, шляхом застосування відповідних хімічних сполук, надто складне, оскільки нейтралізувавши, наприклад, мурашину кислоту, ми не маємо права зачепити інші органічні кислоти, котрі забезпечують приємну "кислинку" чи "гірчинку" в приготовленій чашці кави [1]. Втім, у даному напрямку спроби робляться. Наприклад, деякі технологи пропонують у каву додавати похідні гліцерину, котрі консервують у собі ароматичні компоненти, в той же час не заважаючи іншим компонентам випаровуватися в процесі подальшої обробки [2]. Інші науковці пропонують просто в каву додавати гідроксид калію або цілий комплекс із карбонату кальцію, гідроксиду калію та гідро-

кисиду магнію, які знижують загальну кислотність продукту, що теж позитивно впливає на характеристики смаку та аромату кави [3,4].

Також розглянемо більш сучасні методи, наприклад, коли до кави додаються складні органічні композиції, котрі сприяють консервації потрібних нам ароматів і видаляють непотрібні [5]. Але такі методи вимагають дуже складного обладнання і методів контролю, щоб ввести в каву саме ту кількість реактивів, котра потрібна. Окрім того, такі методи лякають багатьох споживачів, котрі бояться “хімії” і хочуть усього “натурального”. Звичайно, що можна промивати зерна кави ацетоново-спиртовим розчином, як це пропонують у Patent US4226891, з подальшим випаровуванням його залишків, але навряд чи цей метод задовольнить сучасного споживача [2,3,4,5,6].

Більш перспективними є спроби видалення (нейтралізування) неприємних для смаку кислот фізичними методами. Виходячи з технології, запропонованої Hedi Ben-Nasr та Friedrich W. H. Coenen, кава обробляється стисненим газом при тиску до 300 бар. Зрозуміло, що якщо цей метод і дає позитивний результат, то не є прийнятним для масового виробництва через затрати як на обладнання високого тиску, так і на створення самого тиску в процесі роботи [7]. Втім, згідно з David L. тиск може бути суттєво зменшений, але кавові зерна попередньо замочуються, що створює іншу проблему: після такої обробки зерна стають м’якими і потребують особливого пристрою для подачі їх для обсмаження. Потрібно сушити зерна безпосередньо у вапоризаційній установці, що ускладнює як установку, так і весь процес [8]. Також не слід забувати, що зерна кави при вапоризації можуть збільшуватися в об’ємі. Іноді об’єм збільшується в два рази, що необхідно враховувати при завантаженні кави в реактор [7,8].

Зараз на українських підприємствах розчинну каву одержують після сушіння концентрованого кавового розчину (28-35% сухих речовин) на розпилювальних сушарках, отриманого після екстрагування. У розпилювальних сушарках рідина зазнає дії високої температури та кисню, і більшість ароматичних летких компонентів кави втрачаються (близько 80% від початкової кількості в обсмажених зернах). Також треба зазначити інші проблеми виробництва розчинної кави: тривалість процесу (7...8 годин); використання високого тиску (0,3...1,5 МПа); низький вихід цільового компонента; використання кави низьких сортів, які містять більшу кількість розчинних речовин, але мають низькі органолептичні властивості. Тому доречним є вивчення й удосконалення процесу екстрагування в кавовому виробництві та пошук нових технологій, які дозволять отримати високоякісний продукт, що може конкурувати з іноземними аналогами.

Постановка завдання. Проаналізувати різноманітні підходи до покращення споживних властивостей кави в процесі її виробництва та запропонувати більш простий, дешевший, а тому перспек-

тивніший спосіб модернізації кави низької якості, яка включає початкову вапоризацію кавових зерен. Оптимізація шляхів підбору параметрів вапоризації. Тобто пошук прийняттого режиму обробки зерен кави паром при мінімальній, але достовірній, кількості експериментів.

Виклад основного матеріалу дослідження. На думку більшості експертів, кавовий ринок уже не зможе повернутися до тієї пропорції між зерновою та розчинною кавою, яка існувала в кінці двадцятого століття. Доти, доки купівельна спроможність населення не підніметься на гідний рівень, основна маса жителів нашої країни буде споживати дешеву каву, а то й зовсім обходитися без неї.

Особливість кави пояснюється тим, що природа об’єднала в цьому своєрідному напої найрізноманітніші речовини. Новітні методи хімічного аналізу свідчать про наявність у каві декількох основних компонентів. Це поєднання і створює те, що ми з вами відчуваємо, – смак і аромат напою. Залежить воно, зрозуміло, від сорту і типу кави, від методики обсмажування і від технології приготування – так що варіантів та можливостей тут величезна кількість.

Органолептичні й фізико-хімічні властивості кави залежать не тільки від її хімічного складу, але й від технологічного процесу виготовлення.

У торговельних рекламах один із акцентів робиться на тому, що розчинна кава створюється з кращих сортів арабіки. Але використовувати “арабіку” для розчинної кави було би просто нерентабельно. Більшість компаній використовує сорти “робусти”, тому що це скорочує витрати на виробництво в 10 разів. Плюс до всього такий сорт містить набагато більше кофеїну, що, звичайно, на руку виробникам розчинної кави.

Кавове зерно є досить складною комбінацією органічних сполук, які, в свою чергу, складаються з кількох тисяч хімічних речовин. Приблизно дві сотні з них забезпечують те, що ми називаємо “смак і аромат”. Відомо, що в різних сортах кави, вирощених за різних кліматичних умов, пропорція речовин, котрі безпосередньо впливають на ароматичні та смакові якості продукту (що відрізняє різні сорти між собою), є неоднаковою. Також зрозуміло, що не всі хімічні речовини, котрі знаходяться в кавовому зерні, є корисними для нашого організму та приємними на смак і аромат. Аналізуючи різноманітні підходи з покращення споживних властивостей кави у процесі її виробництва, найбільш простим, дешевшим, а тому перспективним є підхід, який полягає в обробці зеленої кави паром при визначеному тиску та заданому часі.

Ідея тут досить проста – нагріти кавове зерно до такої температури, за якої з нього почнуть випаровуватися неприємні на смак кислоти, але залишаться більш складні ароматичні сполуки [9,10].

Але, як виявилось, на практиці зробити це дуже важко, оскільки необхідно з високою точністю витримувати як температуру, так і час процесу. Окрім того, різні сорти та навіть помел кави вимагають

індивідуального підходу. Головна ж проблема полягає в наступному: для того, щоб нагріти зерно кави до потрібної температури, необхідно підвести до нього теплоюсій завідомо вищої температури, а це означає, що поки ми прогріємо середину зерна, ми перегріємо його поверхню. Тобто різні частини зерна будуть піддані різній термообробці, що є недопустимим.

Крім цього, практичні дослідження на експериментальному вапоризаторі показали, що кава збільшується в об'ємі нерівномірно та почергово. Всередині зерна кави можуть набухати, склеюватися між собою, частково перекриваючи доступ пару до інших шарів зерен кави, в результаті чого на зернах формується "жорстка скоринка". Вона, приклеївшись до стінок, не дає розширитися нижнім шарам зерен і вони склеюються в монолітний блок, котрий на початку технологічного процесу виходить із режиму вапоризації. Звісно, можна пропарювати каву в киплячому шарі, що забезпечить ретельне перемішування і відносно однаковий ступінь термообробки. Але вартість такого обладнання навряд чи коли окупиться навіть за умови його безаварійної роботи [11,12].

Виходячи з експериментальних досліджень вапоризації (лікування) зеленої кави, назріла необхідність у створенні математичної моделі процесу вапоризації. Головною задачею даної моделі буде оптимізація шляхів підбору параметрів вапоризації. Тобто пошук прийнятної режиму обробки зерен кави паром при мінімальній, але достовірній, кількості експериментів.

Аналіз проведених експериментів дозволяє зобразити наступний комплексний графік на рис. 1.

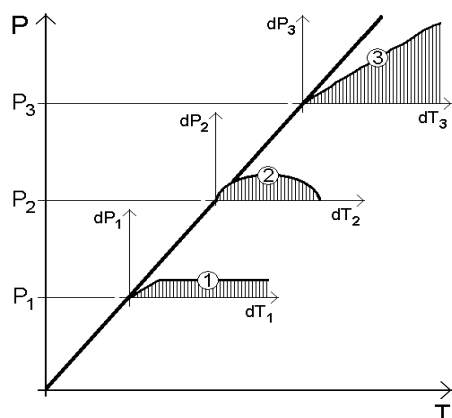


Рис. 1. Комплексний графік процесу вапоризації

У міру набору тиску пари, а відповідно, і зростання рівноважної температури ми змінюємо константи термодинамічної рівноваги. Це призводить до того, що при досягненні певної температури стає можливою та чи інша хімічна реакція. На рисунку умовно показані три хімічні реакції, котрі пронумеровані цифрами 1, 2, 3.

Так, при досягненні та перевищенні тиску P1 розпочинається реакція 1, далі при досягненні тиску P2 розпочинається реакція 2, а при досягненні тиску P3 розпочинається реакція 3. Втім, відбуваються ці реакції кожна по-своєму. Особливо слід відзначити, що вигляд графіків самих реакцій є чисто умовним і показує лише можливі закономірності. А ці закономірності є наступними – реакції 1 відбуваються зі швидкістю, не залежною від перевищення температури, реакції 2 через малу кількість реагентів завершуються задовго до закінчення експерименту. Певна кількість реакцій 3 чітко відповідає правилу Арреніуса $K=A \cdot \exp(-E_a/kT)$.

Їх інтенсивність експоненціально залежить від перевищення температури dP над температурою старту реакції. Але є чимало реакцій, котрі чомусь не підпорядковуються правилу Арреніуса і відбуваються зі швидкістю, не залежною від перевищення температури dP над температурою старту. Найбільш імовірно, що це викликано наступним чинником – кавове зерно, по суті, є надскладним конгломератом, кожен фрагмент якого складається з певних, у тому числі унікальних хімічних речовин. При обробці зерна рівноважним паром воно просякається водою, котра стає розчинником для багатьох хімічних речовин. У результаті багато речовин, котрі в сухому зерні знаходяться далеко одна від одної, завдяки дифузії зустрічаються і починають взаємодіяти між собою.

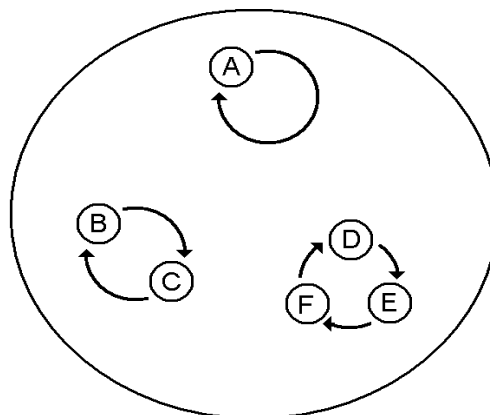


Рис. 2. Інтенсивність дифузії речовин у кавовому зерні

Як видно з рис. 2, деякі речовини знаходяться практично в одному місці, зона А, тому там швидкість реакції підпорядковується закону Арреніуса. Інші ж речовини можуть знаходитися відносно далеко одна від одної, зони В і С, тому інтенсивність реакції залежить від швидкості дифузії речовин у кавовому зерні.

Оскільки інтенсивність дифузії залежить від абсолютної температури, а не від перевищення dP над P_i , то реальна кількість речовини, що потрапляє в зону реакції, практично лінійно залежить від відстані між джерелами взаємодіючих речовин, тому

остаточна інтенсивність хімічної реакції є практично лінійною і не залежить від величини перевищення тиску і, відповідно, рівноважної температури.

Виходячи з вищевказаного, слід відзначити залежність результату обробки зерна паром не тільки від часу експозиції, а й від швидкості набору і стравлювання пару. Наприклад, коли реакція 1 є для нас небажаною, але не настільки, щоб реакція 3 не компенсувала негативні наслідки реакції 1, то пар набирати і стравлювати треба максимально швидко, щоб сумарний час реакції 1 був мінімальним. А ось коли реакція 1 є корисною, то ми можемо набирати пар плавно, щоб загальний час реакції 1 був навіть суттєво більшим за час реакції 3.

Розглянемо це на конкретному прикладі. Маємо купаж із трьох сортів кави – Робуста Індонезія, Робуста Гвінея, Робуста В'єтнам. Цей купаж використовується на виготовлення розчинної кави. Спочатку ми окремо дослідили вплив вапоризації на зерна кави. Результат дослідження представлений у таблиці 1.

Кожен сорт кави по-своєму реагує на вапоризацію. Якщо нам потрібно отримати максимальну екстрактивність при груповій обробці купажу, то очевидно, що нам такий режим підходить: тиск 5.5 бар протягом 3,5 хв. А тепер припустимо, що нам потрібно мінімізувати вміст кофеїну, щоб відповідати новим тенденціям на ринку кави. Тут уже ситуація не настільки проста, але швидше за все нас задовольнить режим обробки паром під тиском 5 бар і часом обробки 4 хвилини. Але тоді нам доведеться пожертвувати екстрактивністю і на кілька відсотків зменшити вихід готової продукції.

Також одна з проблем при вапоризації кави пов'язана з самим технологічним паром. Наприклад, нам треба обробити зерно паром при тиску в 4 бар протягом 3 хвилин. Паровий котел генерує пар, наприклад при тиску в 6 бар. Ентальпія насиченого пару при надлишковому (2 бар) тиску в 6 бар становить 2762 кДж/кг, а при тиску в 4 бар - 2738 кДж/кг, тобто надлишкові 24 кДж/кг витратяться на перегрівання пару на $24/2.27=10.6$ градусів, що категорично не припустимо, оскільки порушить нашу технологічну карту. Але, з іншої сторони, поки насичений пар виходив із котла до вапоризатора, він встиг у трубах охолонути і стати перенасиченим, тобто з вмістом водяного туману. Як показує досвід, якщо пар перенасичений навіть на 1/20 за абсолютною масою, це ще не призводить до його конденсації в паропроводах і на конденсатівідвідниках. Він є непомітним в атмосферному повітрі, аж поки не насититься до точки роси. Тому теоретично перегрітий пар може запросто виявитися практично недогрітим. Мало того, оскільки у парового котла, як правило, є декілька виходів, то параметри тиску і температури завжди є нестабільними в певних межах, що різко ускладнює керування процесом вапоризації.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. У процесі експериментальних досліджень встановлено наступне: пар слід

подавати “транзитом”, тобто весь час його потрібно трішки підтравлювати, а стінки вапоризатора повинні бути утеплені так, щоб, економлячи енергію, тим не менше, забезпечувати інтенсивну конденсацію пару. За таких умов у вапоризаторі встановлюється відносно стабільна атмосфера з насиченого пару, яка по всьому об'єму має однакову температуру. Тільки за таких умов можна отримати стабільні та повторювані результати.

Проведені експериментальні дослідження з вапоризації зеленої кави для різних сортів показали, що, задаючи різні режими, а саме: співвідношення тиску та часу процесу, ми можемо регулювати смакові та ароматичні характеристики кінцевого продукту.

При контрольному порівнянні зелених зерен кави після вапоризації (лікування) паром встановлено, що оновлені зерна є набагато чистішими, менш жорсткими, менш брудними і без землянистого аромату порівняно із зернами, які не оброб-

Таблиця 1
Вплив вапоризації на вміст кофеїну та екстрактивних речовин у різних сортах кави

Взірці	Кофеїн, %	Екстрактивні речовини, %
Робуста Індонезія – оригінал	1,86	31,2
Індонезія 5.5 бар; 2,5 хв.	1,77	28,9
Індонезія 5.5 бар; 3 хв.	1,72	28,6
Індонезія 5.5 бар; 3,5 хв.	1,69	28,8
Індонезія 5.5 бар; 4 хв.	1,64	27,3
Індонезія 5 бар; 2,5 хв.	1,82	30,7
Індонезія 5 бар; 3 хв.	1,8	30,4
Індонезія 5 бар; 3,5 хв.	1,77	28,6
Індонезія 5 бар; 4 хв.	1,69	27,7
Робуста Гвінея – оригінал	1,9	27,8
Гвінея 5.5 бар; 2,5 хв.	1,78	27,6
Гвінея 5.5 бар; 3 хв.	1,77	27,6
Гвінея 5.5 бар; 3,5 хв.	1,7	26,9
Гвінея 5.5 бар; 4 хв.	1,65	26,5
Гвінея 5 бар; 2,5 хв.	1,81	28,3
Гвінея 5 бар; 3 хв.	1,82	27,9
Гвінея 5 бар; 3,5 хв.	1,77	27,2
Гвінея 5 бар; 4 хв.	1,77	28,3
Робуста В'єтнам – оригінал	1,7	27,9
В'єтнам 5.5 бар; 2,5 хв.	1,81	28,3
В'єтнам 5.5 бар; 3 хв.	1,84	28,4
В'єтнам 5.5 бар; 3,5 хв.	1,76	27,9
В'єтнам 5.5 бар; 4 хв.	1,78	27,9
В'єтнам 5 бар; 2,5 хв.	1,86	28,4
В'єтнам 5 бар; 3 хв.	1,85	28,4
В'єтнам 5 бар; 3,5 хв.	1,7	28,4
В'єтнам 5 бар; 4 хв.	1,7	28,2

ляля паром. Винахід, який включає початкову вапоризацію кавових зерен, гарантує та забезпечує більш простий, дешевший, а тому перспективніший спосіб модернізації зеленої кави низької якості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. US4976983 США, Кофе-продукт с пониженным содержанием яблочной кислоты / Kenneth R. Hirsh, Larry M. Schanbacher, Alice S. Cha; Первоначальный патентообладатель Kraft General Foods, Inc.; Номер заявки US 07/348,627; опубл. 11 дек 1990.

2. Пат. US4044167 США, Способ для ароматизации растворимого кофе / Michael D. Jolly, Anthony T. Nacci, Gaetano J. DeCeglie, Rudolf A. Vitti; Первоначальный патентообладатель General Foods Corporation; Номер заявки US 05/252,75; опубл. 23 авг 1977.

3. Пат. US6495180 США, Кислоты снижены кофе в зернах и процесс / Ismail Macit Gurol; Первоначальный патентообладатель Tamer International, Ltd.; Номер заявки US 09/514,411; опубл. 17 дек 2002.

4. Пат. US5853787 США, Способ снижения кислотности кофе / Ismail Macit Gurol; Первоначальный патентообладатель Tamer International, Ltd.; Номер заявки US 08/577,147; опубл. 29 дек 1998.

5. Пат. US 7833561 США, Розчинна кава / Glenn James Dria; Первоначальный патентообладатель The Folgers Coffee Company; Номер заявки US 11/048,202; опубл. 16 ноя 2010.

6. Пат. US4226891 США, Лечение Робуста кофе / Neal A. Lewis; Первоначальный патентообладатель The Procter & Gamble Company; Номер заявки US 05/965,006; опубл. 7 окт 1980.

7. Пат. US5114728 Смачивание водой, компрессии и декомпрессии в барокамере с расширительного охлаждения, экстракции с критической жидкости, центрифугирование и сушка / Hedi Ben-Nasr, Friedrich W. H. Coenen; Первоначальный патентообладатель Kohlensaure-Werke Rud. Buse GmbH & Co; Номер заявки US 07/757,571; опубл. 19 май 1992.

8. Пат. US5114731 Термическая обработка влажного зерна в среде инертного газа, чтобы гидролизовать и отжиг бобов, сушки / David L. Belville, Donald E. Wetherilt, James E. Wimmers; Первоначальный патентообладатель Nestec S.A.; Номер заявки US 07/535,107; опубл. 19 май 1992.

9. Пат. US4100305 США, Способ изготовления усовершенствованной кофе летучих компонентов концентрата / Richard Gregg; Первоначальный патентообладатель The Procter & Gamble Company; Номер заявки US 05/655,608; опубл. 11 июл 1978.

10. Пат US4303686 США, Унос кислоты в газовый поток / Robert P. Stolz, Norman P. Ouellette, Johanna M. Linthorst, Thomas V. Herlihy; Первоначальный патентообладатель General Foods Corporation; Номер заявки US 06/120,802; опубл. 1 дек 1981.

11. Пат. US2212120 Способ обжарки кофе / Harry Cannon, Kneale Robert D; Первоначальный патентообладатель Harry Cannon, Kneale Robert D; Номер заявки US2212120 A; опубл. 20 авг 1940.

12. Пат. US3328172 Методы обжарки кофе и аналогичных твердых / Smith Jr Horace L; Первоначальный патентообладатель Hupp Corp; Номер заявки US3328172 A; опубл. 27 июн 1967.

REFERENCES

1. Pat. US4976983 the US, Coffee is a product with a reduced content of malic acid / Kenneth R. Hirsh, Larry M. Schanbacher, Alice S. Cha; the Original patent owner Kraft General Foods, Inc.; Application number US 07/348,627; publ. 11 Dec 1990.

2. Pat. US4044167 USA, Method for aromatizing soluble coffee / Michael D. Jolly, Anthony T. Nacci, Gaetano J. DeCeglie, Rudolf A. Vitti; the Original patentee General Foods Corporation; application Number US 05/252,75; publ. 23 Aug 1977.

3. Pat. US6495180 USA, Acid reduced coffee beans and process / Ismail Macit Gurol; The original patentee Tamer International, Ltd.; Application number US 09/514,411; publ. On 17 Dec 2002.

4. Pat. US5853787 USA, a Method for reducing coffee acidity / Ismail Macit Gurol; the Original patentee Tamer International, Ltd.; Application number US 08/577,147; publ. 29 Dec 1998.

5. Pat. US 7833561 USA, Instant coffee / James Glenn Dria; the Original patent owner of The Folgers Coffee Company; application Number US 11/048,202; publ. 16 Nov 2010.

6. Pat. US4226891 USA, Treatment Robusta coffee / Neal A. Lewis; Original patent owner The Procter & Gamble Company; Application number US 05/965,006; publ. 7 Oct 1980.

7. Pat. US5114728 Wetting with water, compression and decompression in a hyperbaric chamber with expansion cooling, extraction with critical fluid, centrifugation and drying / Hedi Ben-Nasr, Friedrich W. H. Coenen; the Original patentee Kohlensaure-Werke Rud. Buse GmbH & Co; application Number US 07/757,571; publ. 19 may 1992.

8. Pat. US5114731 Heat treatment of wet grain in an inert gas to hydrolyze and annealing beans, drying / David L. Belville, Donald E. Wetherilt, James E. Wimmers; the Original patentee Nestec S. A.; Application number US 07/535,107; publ. 19 may 1992.

9. Pat. US4100305 USA, a Method of manufacturing an improved coffee volatiles concentrate / Richard Gregg; the Original patent owner The Procter & Gamble Company; application Number US 05/655,608; publ. 11 Jul 1978.

10. PJSC US4303686 USA, Ash acid in the gas stream / Robert P. Stolz, Norman P. Ouellette, Johanna M. Linthorst, Thomas V. Herlihy; the Original patentee General Foods Corporation; application Number US 06/120,802; publ. 1 Dec 1981.

11. Pat. US2212120 Method of coffee roasting / Harry Cannon, Robert Kneale D; The original patentee Harry Cannon, Robert Kneale D; application Number US2212120 A; publ. 20 Aug 1940.

12. Pat. US3328172 Methods of roasting coffee and similar particulate / Smith Horace Jr L; Initial patentee Hupp Corp.; application Number US3328172 A; publ. 27 Jun 1967.