



Лабораторна уредба за изследване на процесите при изпичане на какаови зърна

Джурков Георги

катедра ТТЗРЕМ, Технологичен факултет при УХТ – Пловдив, България

РЕЗЮМЕ

Обоснована е необходимостта от проектиране и изработка на лабораторна инсталация за изпичане на какаови зърна във флуидизирано състояние. Описани са основните елементи и принципа на работа на лабораторна инсталация, работеща на принципа на ротационно-импулсния кипящ слой. Представени са работните параметри на инсталацията.

Ключове думи: какаови зърна, изпичане, флуидизиран слой

e-mail на водещия автор*: george.djurkov@gmail.com

ВЪВЕДЕНИЕ

Характерните аромат и вкус на шоколадовите изделия се формират при операцията изпичане на какаовите зърна [Aprotosoaie et al. 2016; Wahyuni et al. 2021]. Ето защо, тази операция е от фундаментално значение за технологичния процес при производство на шоколадови изделия и от параметрите на процеса изпичане зависят до голяма степен качеството на получените крайни продукти [Delgado-Ospina et al].

Огромното количество изследвания на процесите при изпичане на какаови зърна се провеждат в камерни лабораторни апарати с или без циркулация на въздуха, при време на изпичане от 20 до 60 min и температури на средата в работната камера между 120 и 150°C [Afoakwa, 2016; Beckett, 2017; Delgado-Ospina et al., 2020]. Изпичането на какаовите зърна в тези апарати се извършва периодично, в плътен слой от насипан продукт, без разбъркване, поради което обработката на отделните зърна е твърде неравномерна [Afoakwa, 2008; Krysiak et al, 2013].

В промишлената практика никъде не се използват камерен тип съоръжения, а се прилагат конвективно-кондуктивни барабанни апарати за изпичане с периодично действие, шахтови пекачи с непрекъснато действие и апарати кипящ слой с периодично или непрекъснато действие [Beckett, 2017; Hii and Borem, 2020; Минифай, 2005]. Шаховите конвективни апарати за изпичане са непрекъснато действащи съоръжения, но изпичането протича в плътен продухван слой зърнест материал, движещ се в пакет

отгоре надолу, поради което също се наблюдава неравномерност при обработката на отделните зърна, макар и в по-малка степен, отколкото при камерните апарати. Барабанните апарати са съоръжения с периодично действие, при които разбъркването на зърната е принудително и интензивно, но контактът между загрялата вътрешна повърхност на барабана и какаото води до локални прегрявания, денатурация на протеините, при което се разрушава клетъчната стена и маслото се отделя извън зърната. Последното води до бързо окисляване на маслото и влошаване качеството на получената шоколадова маса. Контактът между горещия въздух и частиците на продукта е слабо ефективен, поради натрупването на материал в долната част на апарата под действието на силата на тежестта му [Шуляк, 2009].

Мащабирането на процесите при изпичане в лабораторни камерни апарати и промишлени съоръжения от изброените типове е невъзможно, тъй като времето за изпичане и температурите, до които се загряват отделните зърна са много различни. При промишленото изпичане на какаово зърно е задължително материалът да се разбърква по време на обработката с цел равномерност на третирането на всяко отделно зърно. В някои промишлени съоръжения с цел стерилизация на продукта се използва обработката му с пара или диспергирана вода веднага след приключване на изпичането. Тази операция също не може да се реализира в плътния слой на камерен тип апарати, поради липса на разбъркване между отделните зърна.

Топло- и масообменният процес в апаратите за изпичане с кипящ (флуидизиран) слой е много по-интензивен от същия в шахтовите и барабанните. Коефициентът на топлоотдаване и напрежението по изпарена влага са пъти по-високи, поради което значително се съкращава времето за обработка и се увеличава равномерността на третиране на всяка отделна частица от обработвания продукт.

ОПИСАНИЕ И ПРИНЦИП НА РАБОТА НА ЛАБОРАТОРНАТА УРЕДБА

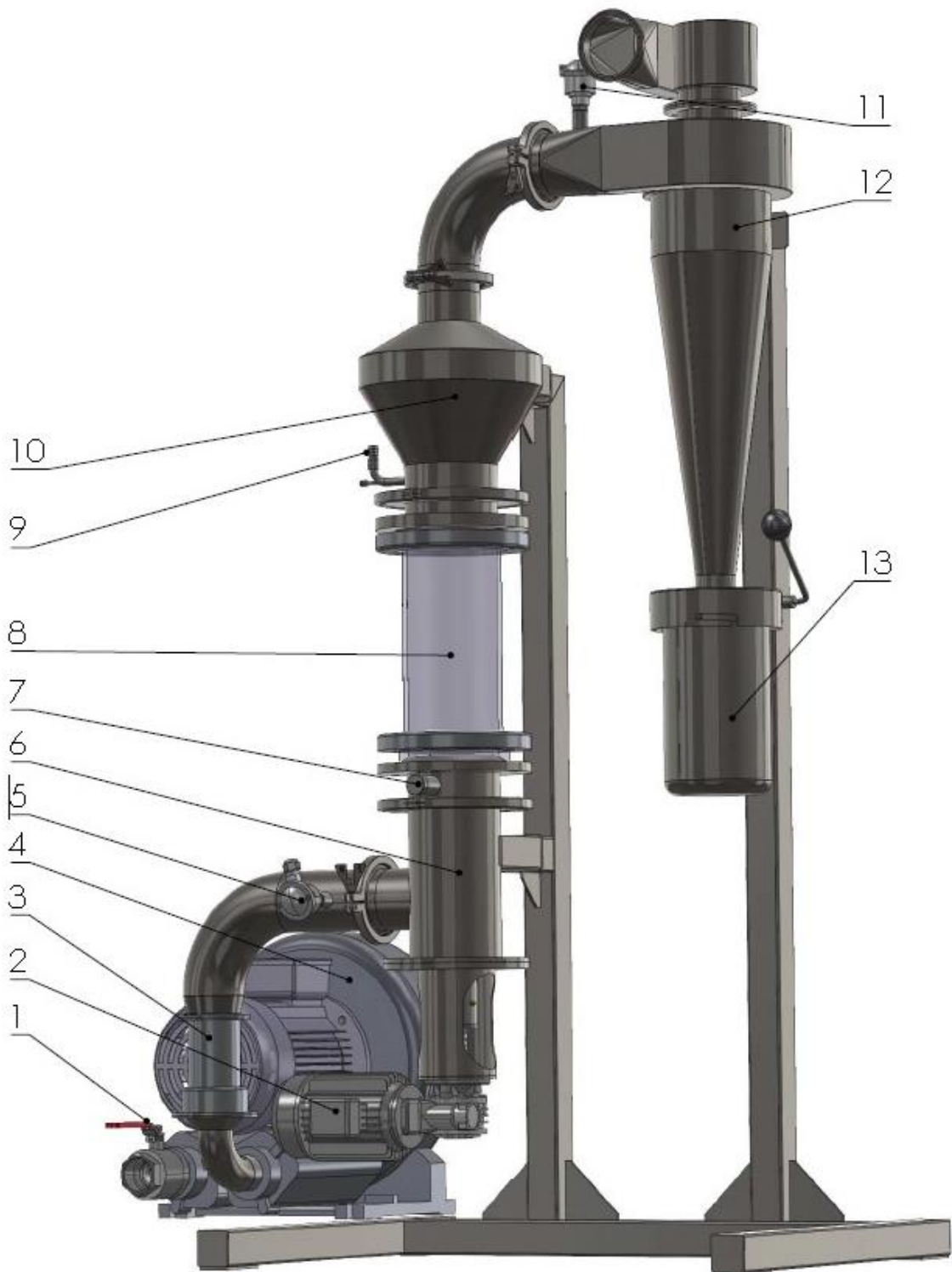
Целта на настоящата разработка е да се проектира и изработи лабораторна уредба за изпичане на какаови зърна с кипящ слой при периодичен режим на работа.

В изпълнение на зададената цел е проектирана и конструирана лабораторна уредба за изпичане на какаови зърна в ротационно-импулсен кипящ слой (фиг. 1 и фиг. 2).

Уредбата се състои от следните основни възли:

- система за подготовка на горещия въздух включваща вентилатор /4/, сферичен клапан за контролиране на дебита на входящия въздух /1/ и електрически калорифер /3/;
- сушилна камера, състояща се от газоразпределителна камера /6/, работна камера /8/ и сепарационна камера /10/;
- система за почистване на отработения въздух, включваща циклон /12/ и сборник за люспа и прах /13/;
- система за оросяване с вода, състояща се от пневматична дюза /9/, резервоар за вода, компресор и свързващи гъвкави връзки;
- система за автоматично регулиране на температурата на входящия в работната камера въздух – температурен датчик /5/, който следи температурата на постъпващия в газоразпределителната камера сушилнен агент и посредством терморегулатор управлява електрическия калорифер /3/;

- температурен датчик /11/ за следене температурата на отработения сушилен агент, чрез който се следи процеса, протичащ в камерата и се определя степента на изпичане на продукта.



Фиг. 1

Работната камера /8/ има цилиндрична форма с вътрешен диаметър 150 mm и височина 500 mm. Изработена е от термоустойчиво стъкло за да може процесът на флуидизиране да се наблюдава визуално. Закрепва се към газоразпределителната /8/ и

сепарационната камери /10/ с помощта на скоби, което позволява лесно монтиране и демонтиране на работната камера към останалата част от конструкцията. Дъното на работната камера представлява неподвижна перфорирана решетка /14/ с голямо относително светло сечение (27 – 36 %), върху която се насипва слой какаови зърна. В долната част на камерата е предвиден шуцер /7/ с диаметър 25 mm за вземане на проби от материала по време на работа на уредбата.

Характерно за конструкцията на газоразпределителната камера е наличието на въртящ се газоразпределителен диск /15/ със секторен отвор /16/, задвижван от мотор-редуктор /2/. Относителното светло сечение на секторния отвор в диска е от 7,5 – 18 % спрямо сечението на целия диск. Оборотите на диска могат да се изменят от 5 до 300 min⁻¹, чрез промяна оборотите на въртене на двигателя. Системата от въртящ се диск и носеща газоразпределителна решетка осигуряват ротационно-импулсното флуидизиране на частиците на материала.

Електрическият калорифер /3/ е изработен от керамичен корпус с нагреватели и има мощност от 17 kW. Подгръва въздуха в поток при преминаването му през цилиндричните отвори на корпуса, в които са монтирани нагревателните елементи. Температурата на изходящия от калорифера въздух се отчита от датчик /5/ монтиран на свързващия тръбопровод между калорифера /3/ и газоразпределителната камера /6/, като тази температура се управлява от терморегулатор разположен в таблото за управление.

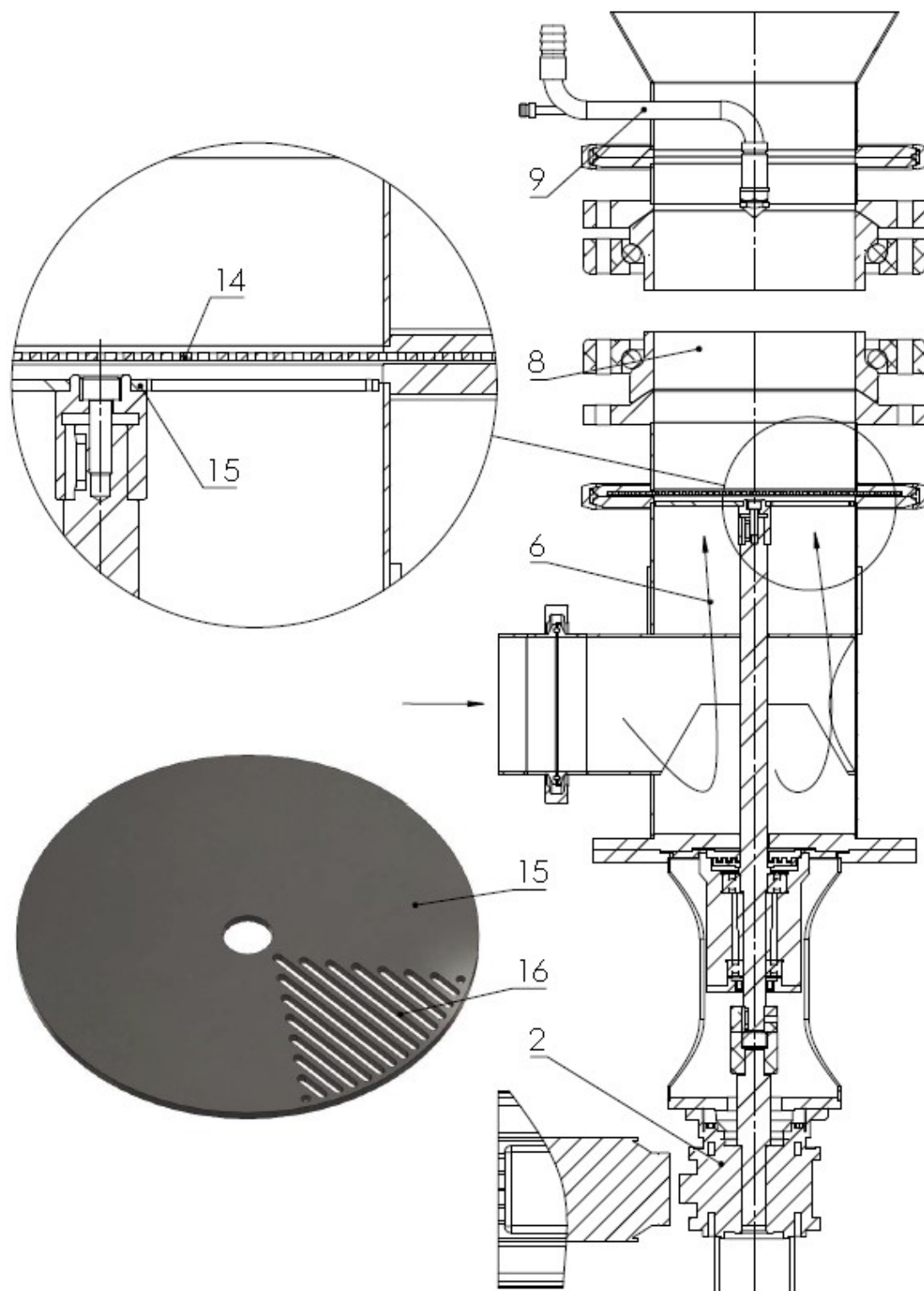
Елементите на камерите, циклона /12/ и въздуховодите са изработени от неръждаема стомана.

Системата контролно – измервателни уреди е производство на фирмите “TestoTherm” и “Hoentzsch”. Термометрите са с цифрова индикация и термо-съпротивителни датчици. Анемометърът, за измерване скоростта на въздуха, е с цифрова индикация и крилчат механичен датчик с диаметър 25 mm. Последният може да се монтира след циклона или в самата работна камера /8/.

Лабораторната инсталация за изпичане на какаови зърна действа по следния начин: въздухът се засмуква от околната среда посредством вентилатора /4/, преминава през електрическия калорифер /2/ където се загрява до 140 - 180°C и постъпва в газоразпределителната камера /6/ през специално конструиран въздуховод за оптимално разпределение на въздуха по сечението на камерата. Загретият въздух преминава последователно през секторния отвор /16/ на въртящия се газоразпределителен диск /15/, през отворите на неподвижната носеща решетка /14/ и постъпва в работната камера /8/, където флуидизира какаовите зърна и ги изпича до необходимата по технологични съображения температура.

Отработеният въздух преминава през сепарационната камера /10/, която връща в работната камера /8/ отнесени частици на какаото и постъпва в циклона /12/. Последният обезпрашава изходящия въздух, като праховите частици или люспи отделени при изпичането от материала се събират в сборника /13/, а пречистения въздух се изхвърля в околната среда.

При необходимост от навлажняване на какаовите зърна в края на процеса изпичане, се използва пневматичната дюза /9/, която посредством компримиран въздух диспергира фино водни капки върху флуидизирани частици на материала, охлажда ги и регулира влажността им в оптималните за технологията параметри.



Фиг. 2

ТЕХНИЧЕСКА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ЛАБОРАТОРНАТА УРЕДБА

Техническите параметри на лабораторната уредба за изпичане на какаови зърна са:

- Диаметър на работната камера – 150 mm;

- Полезен обем на камерата – 6 l;
- Максимално натоварване на решетката по продукт – 300 kg/m²;
- Време за изпичане на какаовите зърна – 4 ÷ 12 min;
- Максимален дебит на въздуха – 380 m³/h;
- Обороти на газоразпределителния диск – 20 ÷ 150 min⁻¹.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектирана и изработена е лабораторна уредба за изпичане на какаови зърна с ротационно-импулсно възбуждане на кипенето.

Резултатите от експериментите показват високо качество на получения продукт, равномерно изпичане на всички зърна от зареждането и висок контрол върху степента на изпичане посредством следене на температурата на изходящия флуидизиращ агент. Установи се повтаряемост на различните зареждания относно степента на изпичане на какаовите зърна.

В сравнение с класическите индустриални методи, разглежданият метод се отличава с проста конструкция, нисък разход на метал при изработка, по-висок разход на енергия за изпичане, но прецизен контрол и висока интензивност на процеса, по-кратко излагане на продукта на термична обработка и постигане на равномерно изпичане между различните зареждания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минифай Б.У. (2005) Шоколад, конфети, карамел и други кондитерски изделия /Пер. с англ.; под ред. Т.В. Савенковой. – СПб.: Профессия. – 807 с.
2. Шуляк В.А., БуглакА.В. (2009) Обжарочные аппараты малой производительности. Пищевая промышленность т. 9, стр. 18 – 21.
3. Afoakwa E.O., Peterson A, Fowler M, Ryan A (2008) Flavour formation and character in cocoa and chocolate: a critical review Crit Rev Food Sci Nutr v. 48, pp. 840-57.
4. Afoakwa E.O. (2016) Chocolate Science and Technology. John Wiley&Sons Ltd. – 550 p.
5. Aprotosoiaie AC, Luca SV, Miron A (2016) Flavour chemistry of cocoa and cocoa products – an overview Comprehensive Review Food Science Food Safety. V. 15, pp. 73-91.
6. Beckett S.T., Fowler M.S. Ziegler G.R. (2017) Beckett's Industrial Chocolate Manufacture and Use. John Wiley & Sons Ltd., Oxford, UK. – 801 p.
7. Delgado-Ospina J., Di Mattia C.D., Paparella A., Mastrocola D., Martuscelli M., Chaves-Lopez C. (2020) Effect of Fermentation, Drying and Roasting on Biogenic Amines and Other Biocompounds in Colombian Criollo Cocoa Beans and Shells. Foods, v. 9, 520; pp. 1 – 20. doi:10.3390/foods9040520
8. Hii C.L. and Borem F.M. (2020) Drying and Roasting of Cocoa and Coffee. CRC Press, Boca Raton. – 356 p.
9. Krysiak, W., Adamski, R., Zyzelewicz, D., (2013). Factors affecting the color of roasted cocoa bean. J. Food Qual. V. 36, pp. 21-31.
10. Wahyuni N.L., Sunarharum W.B., Muhammad D.R.A., Saputro A.D. (2021) Formation and development of flavour of cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivar Criollo and Forastero: a review. International Conference on Green Agro-industry and Bioeconomy. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 733 (2021) 012078 doi:10.1088/1755-1315/733/1/012078.