

Препарат «Белкотон С 95» має в своєму складі комплекс гідроколоїдів і тваринних гелюутворюючих білків, які завдяки плівкоутворенню сповільнюють процес сушіння комбінованої ФТС, а концентрату соєвого білка «Pro-Vo КМ» має меншу здатність до гелюутворення і виконує функцію текстуроформуєчого і емульгуючого наповнювача в складі м'ясних і м'ясоміскових продуктів.

Висновки. На основі проведеного якісного аналізу зразків фаршевих систем в які були додані наші білкові препарати та їх комбінація, можна сказати, що вихід продукту збільшився за рахунок вищої вологоутримуючої здатності в тих фаршах куди додавали комбінацію білків. Органолептичні показники після термічної обробки теж виявилися значно вищими при додаванні комбінації в порівнянні з додаванням білкових препаратів «Белкотон С 95» та концентрату соєвого білка «Pro-Vo КМ» поодиночі. Зокрема це характеризувалося структурою фаршів та їх консистенцією.

Література.

1. Патент на корисну модель 97303 Україна / Радіаційно-конвективна сушильна установка / Дубковецький І.В., Малежик І.Ф., Бурлака Т.В., Стрельченко Л.В.
2. Дубковецький І. В. Дослідження впливу конвективно-інфрачервоного сушіння на зміну характеристик білкових препаратів тваринного і рослинного походження / Дубковецький І. В., Стрельченко Л. В., Страшинський І. М., Коломієць Р.А / Вінницький національний аграрний університет, Технічні науки, випуск 1 том 2, 2015р. - 55 с.
3. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности// А.С. Гинзбург, В.В. Гортинский, А.Б. Демский, М.А. Борискин М.: Пищевая промышленность, 1966. - 407 с.
4. Студенцова Н.А., Герасименко С.Н., Касьянов Г.И. «Биологические и технологические аспекты использования сои при получении пищевых продуктов» // Изв. вузов. Пищевая технология. - 1999. - №4. - 48 с.

УДК 664.8.047:536.66

ИЗМЕРЕНИЕ ЗАТРАТ ТЕПЛОТЫ НА ИСПАРЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЯБЛОЧНОГО СОКА

Снежкин Ю.Ф., д-р техн. наук, профессор, чл.-кор. НАН Украины, Гусарова Е.В., Дмитренко Н.В., Декуша Л.В., канд. техн. наук, Воробйов Л.Й., канд. техн. наук
Институт Технической теплофизики НАН Украины, г. Киев

В статье приведены результаты экспериментального измерения затрат теплоты на испарение в процессе концентрирования яблочного сока путем конвективно-кондуктивной сушки. Зафиксировано постепенное увеличение затрат теплоты на испарение влаги из яблочного сока в начале сушки и уменьшение ниже теплоты парообразования свободной воды по достижении концентрации сока 40...50%. Сделано предположение, что уменьшение затрат ниже теплоты парообразования свободной воды связано с процессом коагуляции белково-углеводных комплексов, присутствующих в яблочном соке.

The article represents the results of experimental measurement of the expenditures of the evaporation during concentration of apple juice by convective-conductive drying. A gradual increase in the cost of heat for the evaporation of moisture from the apple juice in the early drying and reducing lower the heat of vaporization of free water while the juice concentration reaches 40 ... 50% was fixed. It is suggested that a reduction of expenditures below the heat of vaporization of free water associated with the process of coagulation protein-carbohydrate complexes present in apple juice.

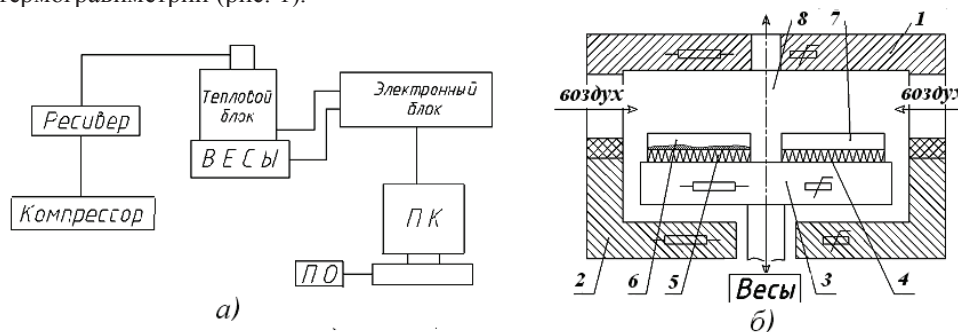
Ключевые слова: яблочный сок, концентрирование, затраты на испарение.

В расчетах энергетических затрат на сушку соков обычно используют значения удельной теплоты испарения воды, полученные для условий испарения ее с открытой поверхности [1]. Однако в растительных тканях вода находится в двух разных состояниях. В одном состоянии она имеет свойства, схожие со свойствами чистой воды (свободная вода), а другое ее состояние возникает в результате гидратации – энергетически выгодных взаимодействий молекул воды с биополимерами клеточного каркаса и с растворимыми веществами клеточного сока (связанная вода) [2]. Начало процесса удаления связанной воды приводит к существенному увеличению энергетических затрат на сушку растительного сырья (в том числе соков). Имеющиеся литературные данные свидетельствуют об уменьшении содержания связанной

воды при концентрировании растворов моно- и дисахаридов одновременно с уменьшением содержания свободной [3, 4]. Это заставило предположить существование более сложной зависимости в затратах теплоты на испарение при концентрировании и сушке сахаросодержащих плодовоовощных соков.

Целью представленной работы стало прямое измерение текущих затрат теплоты на испарение в процессе концентрирования яблочного сока.

Для прямого измерения затрат теплоты на испарение была использована установка синхронного термического анализа на базе дифференциального микрокалориметра испарения ДМКИ-01 [5], разработанная в Институте технической теплофизики НАН Украины и объединяющая в себе возможности калориметрии и термогравиметрии (рис. 1).



1, 2 – верхний и нижний термостатированные блоки; 3 – калориметрическая платформа; 4, 5 – преобразователи теплового потока; 6 – ячейка с образцом; 7 – ячейка с эталоном; 8 – рабочая камера.

Рис. 1 – Структурная (а) и принципиальная (б) схема ДМКИ-01

Исследование проводили со свежевыжатым и пастеризованным соком яблок сорта «Ренет Симеренко». После отжима свежевыжатый сок фильтровали через плотную ткань. Пастеризацию осуществляли путем прогрева 200 мл сока, отобранного от общего количества, на водяной бане с температурой 80 °С в течении 5 минут. По окончании пастеризации в сок добавляли некоторое количество дистиллированной воды, взамен испарившейся, для восстановления первоначальной концентрации сока. Исходную концентрацию сока определяли на рефрактометре. Образцы для опытов объемом 1 мл отбирали от общего количества подготовленного сока.

Конвективно-кондуктивную сушку сока проводили в рабочей камере теплового блока ДМКИ-01 в изотермическом режиме, при температурах от 30 до 80 °С. Для продувки использовался атмосферный воздух с влажностью $d = 6...9$ г/кг и скоростью движения $v = 1,2$ см/с. В процессе опытов осуществлялась непрерывная регистрация теплового потока и изменения массы образца. На основании опытных данных рассчитывались значения текущих удельных затрат теплоты на испарение яблочного сока в процессе изотермической сушки по формуле:

$$r_{эф} = \frac{\int_{\tau_{i-1}}^{\tau_{i+1}} q(\tau) d\tau}{m(\tau_{i-1}) - m(\tau_{i+1})},$$

где $r_{эф}$ – удельные затраты теплоты за время сушки от τ_{i-1} до τ_{i+1} , кДж/кг; τ_{i-1} и τ_{i+1} – текущие моменты времени процесса сушки, с; $q(\tau)$ – тепловой поток в рабочей камере теплового блока ДМКИ-01 как функция времени, Дж/с; $m(\tau_{i-1})$ и $m(\tau_{i+1})$ – масса образца в моменты времени τ_{i-1} и τ_{i+1} , кг.

Полученные значения удельных затрат теплоты на испарение $r_{эф}$ были приведены к табличным значениям удельной теплоты парообразования свободной воды при температурах опытов $r_{таб}$ [1] и представлены в виде зависимости безразмерного параметра $r_{эф}/r_{таб}$ от текущего значения концентрации сока C (Рис.2).

Как видим из рисунка 2, вскоре после начала сушки сока начинается рост величины приведенных затрат теплоты на испарение: от значения $r_{эф}/r_{таб} = 1$ до значения $r_{эф}/r_{таб} \approx 1,02$ (при температурах сушки ≥ 60 °С). Т.е. превышение текущих затрат теплоты на испарение сока над удельной теплотой парообразования свободной воды возможно уже на начальных этапах сушки. Это постепенное нарастание затрат теплоты на испарение можно связать с увеличением затрат энергии на отрыв молекул воды от веществ, неизбежно присутствующих в яблочном соке как в растворенном, так и в нерастворенном виде (минеральных веществ, клетчатки, углеводов и белков), и соответственным увеличением доли связанной воды в общем количестве испаряющейся воды.

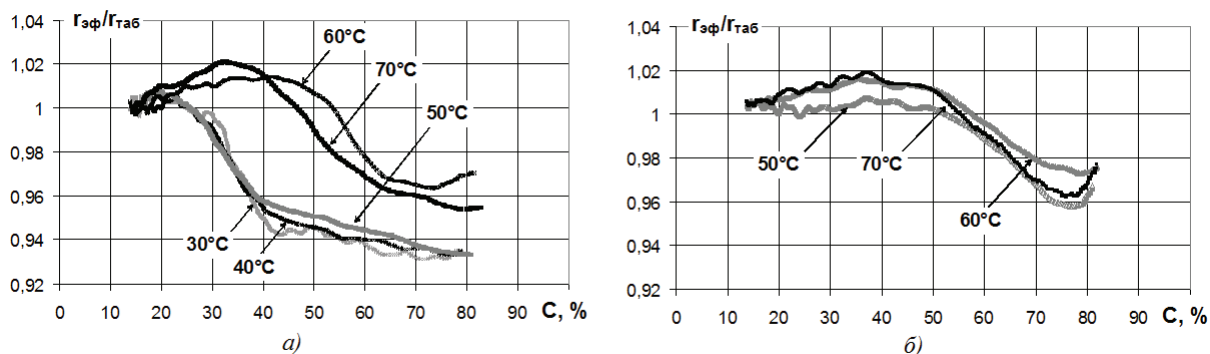


Рис. 2 – Зависимость от концентрации затрат теплоты на испарение яблочного сока свежего (а) и пастеризованного (б) во время конвективно-кондуктивной сушки при разных температурах.

Основным водоудерживающим веществом в яблочном соке являются растворимые углеводы, которые присутствуют в паренхимных тканях яблока в количестве достигающим 58 % к массе сухих веществ [6] и почти полностью переходят в сок. Характер дегидратации растворимых углеводов подобен характеру дегидратации сахарозы [3, 4]. При концентрировании растворов моно- и дисахаридов уменьшение удельного (в пересчете на сухие вещества раствора) содержания связанной воды происходит одновременно с уменьшением содержания свободной. Естественно предположить, что наблюдаемое нарастание затрат теплоты на удаление влаги из яблочного сока уже на начальных этапах сушки связано, прежде всего, с дегидратацией моно- и дисахаридов яблочного сока. В связи с этим, можно было бы ожидать нарастания удельных затрат теплоты на удаление влаги из яблочного сока вплоть до окончания процесса сушки. Однако (рис. 2), через некоторое время после начала сушки начинается спад величины $r_{эф}/r_{таб}$.

В то же время, результаты опытов (рис. 2а) показали значительное различие в текущих эффективных затратах теплоты на испарение свежесжатого сока при температурах сушки ниже и выше 60 °С. Также, при температуре сушки ≥ 60 °С становятся схожими кривые затрат теплоты на испарение для процессов сушки свежего и пастеризованного сока. Очевидно, что при температуре сушки ≥ 60 °С в образцах происходят какие-то изменения, стирающие различие между свежим и пастеризованным яблочным соком. Можно предположить, что достаточно длительный (~30 минут до момента достижения 20...30 % концентрации) нагрев сока при температуре сушки ≥ 60 °С приводит к тем же результатам, что и кратковременный 5 минутный его нагрев при температуре 80 °С в процессе предварительной пастеризации. Известным является факт начала коагуляции белков при превышении их растворами температуры 50 °С. Очевидно, именно это приводит к различиям в зависимостях удельных приведенных затрат теплоты на испарение свежесжатого сока от его текущей концентрации при разных температурах сушки.

Ряд исследований последних лет [7] заставил ученых прийти к выводу, что, при совместном присутствии в водном растворе белка и сахаров, возможно образование нерастворимых конгломератов белок-сахар. И процесс коагуляции белка, и процесс образования белково-углеводных комплексов является экзотермическим. По всей видимости, именно выделение теплоты при коагуляции белка и образовании белково-углеводных комплексов приводит к снижению затрат теплоты на испарение сока (ниже теплоты парообразования свободной воды, когда $r_{эф}/r_{таб} = 1$) через некоторое время после начала сушки. Зафиксированный в опытах незначительный рост $r_{эф}/r_{таб}$ в конце сушки можно связать с завершением экзотермических процессов коагуляции белка и образования белково-углеводных комплексов.

Выводы. Увеличение затрат теплоты на испарение влаги из яблочного сока, до 2% по сравнению с табличными значениями теплоты парообразования чистой воды, возможно уже на начальных этапах сушки яблочного сока.

В балансе общих затрат теплоты на проведение процесса концентрирования и сушки яблочного сока необходимо учитывать как затраты теплоты на испарение влаги, так и выделение теплоты в процессе коагуляции белков и образования белково-углеводных комплексов.

Литература

1. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.: Наука, 1972. – 720 с.
2. Вода в пищевых продуктах / Под ред. Р.Б. Докуорта. - М.: Пищевая промышленность, 1980. - 377с.

3. Михайлик В.А., Давыдова Е.О., Манк В.В. Исследование гидратации сахарозы методом низкотемпературной сканирующей калориметрии // Термодинамика органических соединений (Горький). – 1989. – С. 76–80.
4. Михайлик В.А., Давыдова О.О., Манк В.В. Дослідження гідратації D-глюкози та D-фруктози / Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обднання в галузях харчової і переробної промисловості: Шоста міжнародн. наук.-техн. конференція, 19–21 жовтня 1999 року, м. Київ : Матеріали конф.: у 3 ч. – К.: УДУХТ, 2000. – Ч.1. – С. 106.
5. Патент України № 84075 МПК G01N 25/26, G01N25/28. Калориметричний пристрій для визначення питомої теплоти випаровування вологи і органічних рідин з матеріалів / Снежкін Ю.Ф., Декуша Л.В., Дубовікова Н.С., Грищенко Т.Г., Воробйов Л.Й., Боряк Л.А. – Заявка № а200613266 від 15.12.2006.
6. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. И.М. Скурихина и М.Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
7. Птичкин И.И., Птичкина Н.М. Пищевые полисахариды: структурные уровни и функциональность. – Саратов: ГУП «Типография №6», 2012. – 96 с.

УДК 664.723.047.

ЗАСТОСУВАННЯ СТУПІНЧАТИХ РЕЖИМІВ ПРИ СУШІННІ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ

¹Снежкін Ю.Ф., д –р техн. наук, професор, ²Пазюк В. М., к. т. н., доцент,

¹Самойленко К.М., м. н. с, ²Пазюк О.Д., асистент,

¹Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

²Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця

В статті наведені дослідження з насіння пшениці з застосування ступінчатих режимів сушіння.

The article presents research on drying antioxidant-based raw carrots and vegetable ingredients.

Ключові слова: насіння пшениці, сушіння, схожість насіння.

Створення ступінчатих режимів сушіння широко використовується при сушінні харчових продуктів, зерна продовольчого напрямку[1,2]. Для зерна насінневого призначення використовуються низькотемпературні режими сушіння, що дозволяє зберегти зародок і отримати високу схожість врожаю. Нами були проведені експериментальні дослідження з визначення впливу режимів сушіння на схожість насіння пшениці.

Найбільш точно під елементарним шаром необхідно розуміти шар товщиною в одне зерно, який безпосередньо контактує з теплоносієм і є найбільш небезпечною ділянкою зернового шару, підігрів і сушка якого відбувається з максимальною (в порівнянні з всім шаром) швидкістю. Зміна якості зерна при сушінні в шарі будь-якої товщини і при будь-якому стані визначається зміною якості в елементарному шарі.

Крім того, в елементарному шарі найбільш просто забезпечуються умови рівномірного прогрівання зерна, відповідно, для цього шару найбільш достовірно може бути визначена допустима температура теплоносія в залежності від якісних показників насіння.

Основними показниками, які впливають на інтенсивність процесу і досягнення високих показників якості зерна є температура сушильного агента t , максимальна температура зерна $\theta_{\text{макс}}$ і тривалість сушіння τ , вони і визначають вибір режиму сушіння.

Для вибору оптимального режиму сушіння потрібно, щоб процес сушіння забезпечував високу якість матеріалу з мінімальним часом сушіння.

Параметри процесу сушіння можуть по різному впливати на якість насіння, в залежності від термостійкості зерна та його складових частин.

Дослідження по визначенню впливу температур на складові частини пшениці показали, що при температурі зерна вище 50°C впливає на денатурацію білків муки, якість клейковини погіршується [3].

Важливо враховувати не тільки максимальну температуру продукту, але і швидкість доведення його до цієї температури, тобто швидкість нагрівання $\frac{dQ}{d\tau}$, а також тривалість витримки продукту при максимальній температурі $\tau_{\text{виг.}}$. При цьому позитивний вплив має проміжне охолодження продукту, коли піс-