

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПОРООБРАЗОВАНИЯ НА КИНЕТИКУ ПРОЦЕССА СУШКИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СНЕКОВ ИЗ МОРКОВИ

А. А. Яшонков, М. Э. Курдогло

Одним из главных факторов, влияющих на здоровье человека, является правильная и сбалансированная пища. К сожалению, в последнее время рацион современного человека не соответствует принципам рационального питания. Важную роль в правильной питании занимает богатое на витамины растительное сырье. В то же время Российская Федерация имеет огромную территорию с разнообразным климатом, но выращивание овощей и фруктов сосредоточено в южных и некоторых центральных районах европейской части страны. Малый срок хранения свежих овощей и фруктов требует от сельскохозяйственных производителей применения различных способов консервации. Одним из таких способов является сушка до полуфабрикатов или готовой продукции. В статье рассмотрены вопросы производства сушеных снеков из моркови. По аналогии с рыбным сырьем выдвинута гипотеза, что применение предварительного порообразования перед вакуумной сушкой позволит увеличить площадь поверхности испарения влаги и интенсифицировать сам процесс сушки. Кроме того, применение вакуумной сушки при температуре 55 °С позволит повысить сохранность термолабильных витаминов исходного сырья. Нами экспериментально обоснован метод получения снеков путем измельчения моркови на частицы размером 0,2...0,5 мм. Приведено описание лабораторной установки. Представлены результаты экспериментальных исследований изменения влажности сырья и скорости сушки. Полученные данные сравнивали с данными для вакуумной сушки без порообразования, и было установлено, что скорость сушки за счет предварительного порообразования увеличивается на 10 % в период постоянной скорости сушки, а продолжительность процесса уменьшается на 11 %.

Ключевые слова: переработка растительного сырья, снеки, морковь, вакуумная сушка, порообразование, кривая сушки, кинетика сушки, скорость сушки, экспериментальные исследования, термолабильные витамины.

Питание человека всегда было наиболее сильным и устойчивым фактором среды, оказывающим постоянное влияние на состояние его здоровья. Анализ структуры питания и потребления основных групп продуктов – мяса, молока, рыбы, хлеба, жиров, яиц, картофеля, овощей, фруктов, ягод и сахара – показал, что размеры их потребления не соответствуют принципам рационального сбалансированного питания и, в зависимости от региона, имеют белково-жировую, жировую или углеводную ориентацию [1].

В настоящее время многими странами на уровне проведения государственной политики уделяется большое внимание разработке новых технологий получения продуктов здорового питания, т. е. продуктов с низким содержанием соли, жира, сахарозы, не содержащих консервантов. Для России обеспечение населения продукцией сельхозпереработки особенно актуально, т. к. большая часть территории страны не имеет благоприятных климатических условий для выращи-

вания овощей и фруктов. Производство плодово-овощного сырья традиционно сосредоточено в южных и некоторых центральных районах европейской части страны. Транспортировка свежих плодов и овощей в удаленные регионы осложнена значительными расстояниями, а также большими потерями продукции. В связи с этим существует постоянный спрос населения на продукты длительного хранения, в том числе сушеные плоды и овощи [2].

Производители сушеных овощей и фруктов традиционно используют конвективный способ сушки, который имеет ряд недостатков: высокая температура сушильного агента, длительность процесса и значительная энергоемкость. Однако современные технологии сушки позволяют производить продукты питания широкого ассортимента, заданной формы, с новыми физико-химическими свойствами, с длительными сроками хранения без потери качества [3].

Разработка технологий производства высококачественных сухих продуктов расти-

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПОРООБРАЗОВАНИЯ НА КИНЕТИКУ ПРОЦЕССА СУШКИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СНЕКОВ ИЗ МОРКОВИ

тельного происхождения является актуальной задачей, а одним из перспективных методов обезвоживания растительного сырья представляется способ вакуумной сушки [4].

В нашей стране и за рубежом получили широкое распространение продукты под названием «снеки». В технологии производства снеков, в том числе картофельных чипсов, а также некоторых овощных и фруктовых снеков, применяется обжарка в масле, в результате чего они приобретают хрустящую консистенцию. Длительное воздействие горячего масла приводит к появлению в чипсах канцерогенного вещества акриламида [5]. Также в чипсах содержатся трансизомеры жирных кислот, доля которых может достигать 30–50 %. Для производства снеков без использования обжаривания и придания продукту хрупкости необходимо провести специальную, гидротермическую обработку, снижающую относительную влажность. Данные условия позволяют обеспечить вакуумную сушку. К достоинствам такого способа можно отнести значительное снижение температуры термической обработки и, как следствие, повышенную сохранность термолабильных витаминов [6]. К недостаткам – значительную продолжительность процесса сушки по сравнению с обжаркой [7].

Как показали наши исследования на примере получения снеков из рыбного сырья [8], применение предварительного порообразования после прогрева продукта до начала периода постоянной скорости сушки позволяет в значительной мере увеличить площадь поверхности испарения влаги и снизить продолжительность процесса сушки.

Таким образом, целью данной работы было экспериментальное исследование кинетики порообразования и сушки при производстве морковных снеков.

Экспериментальные исследования проводили на установке, внешний вид и принципиальная схема которой представлена на рисунке 1 [9].

Экспериментальная установка состоит из рабочей камеры, ресивера, вакуум-насоса, блока управления, запорной и измерительной аппаратуры.

Принцип работы установки заключается в следующем: в рабочей камере 1 на термовесах 2 с расположенной на них перфорированной пластиной 3 размещали исследуемые образцы продукта; нагрев рабочей камеры до заданной температуры осуществляли конвективным способом с использованием водяной бани 4 при атмосферном давлении; в то же время вакуум-насосом 5 в ресивере 6 созда-

вали разрежение до заданного абсолютного давления, при этом трубопровод между рабочей камерой и ресивером закрыт; далее рабочую камеру и ресивер соединяли между собой, давление в них выравнивалось, за счет того, что рабочая камера по объему в 6 раз меньше ресивера, абсолютные показатели давления оставались значительно ниже атмосферного, в это время внутри исходного сырья за счет прогрева и установившегося пониженного давления происходил «микровзрыв» с образованием пор за счет закипания влаги; кроме того, установка снабжена выключателем 7, контрольной лампой 8, терморегулятором 9, экраном термовесов 10, экраном показания температуры в рабочей камере 11, датчиком измерения температуры 12 и игольчатым краном 13 [10].

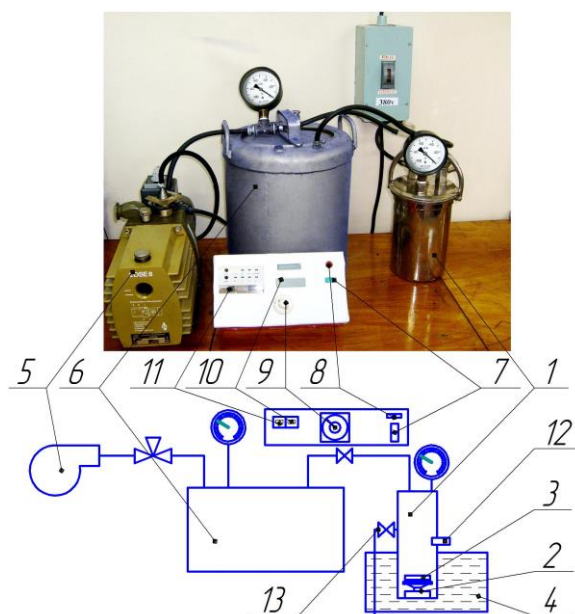


Рисунок 1 – Внешний вид и схема исследовательской установки

По аналогии с картофельными чипсами нами был выбран размер исследуемых образцов (морковных снеков): диаметр снека 50 мм, высота снека 2 мм. Рассматривали снеки, полученные измельчением моркови на слайсы, измельчением моркови на частицы 2...5 мм; измельчения моркови на частицы 0,2...0,5 мм. В процессе исследований мы изменяли рабочую температуру и давление вакуумной сушки от 50 до 60 °С и от 0,1 до 0,2 атм. соответственно.

В дальнейшем, последовательно изменяя способ получения исходного сырья, мы проводили порообразования и вакуумную сушку. Снек, полученный из слайса моркови, в значительной степени изменял форму

в процессе сушки, а также за счет достаточно плотной естественной структуры тяжело поддавался порообразованию (рисунок 2).



Рисунок 2 – Внешний вид слайса моркови после порообразования и вакуумной сушки

Снек, полученный измельчением моркови на частицы размером 2...5 мм, после сушки был в достаточной степени хрупким, что не позволило использовать такую степень помола (рисунок 3).



Рисунок 3 – Внешний вид снека, полученного измельчением моркови на частицы размером 2...5 мм, после порообразования и вакуумной сушки

Снек, полученный измельчением моркови на частицы размером 0,2...0,5 мм, после сушки практически не менял исходную форму, а процесс порообразования происходил в наибольшей степени по сравнению с описанными выше способами получения исходного сырья (рисунок 4).

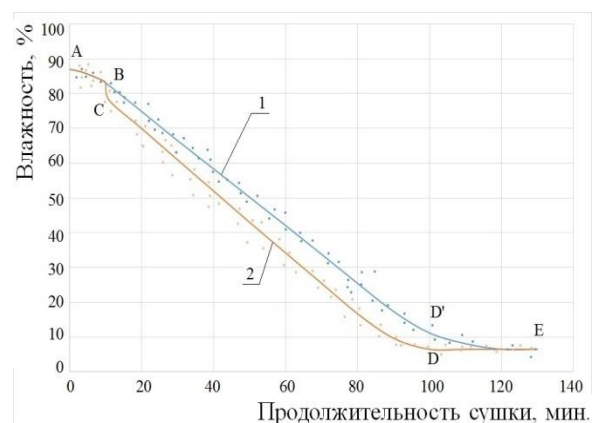
Таким образом, дальнейшие исследования продолжили с исходным сырьем, полученным измельчением моркови на частицы размером 0,2...0,5 мм. Вакуумную сушку с порообразованием и без порообразования проводили при различных параметрах темпе-

ратуры и давления из принятого ранее диапазона. Достоверность полученных результатов обеспечивалась десятикратным повторением экспериментов.



Рисунок 4 – Внешний вид снека, полученного измельчением моркови на частицы размером 0,2...0,5 мм, после порообразования и вакуумной сушки

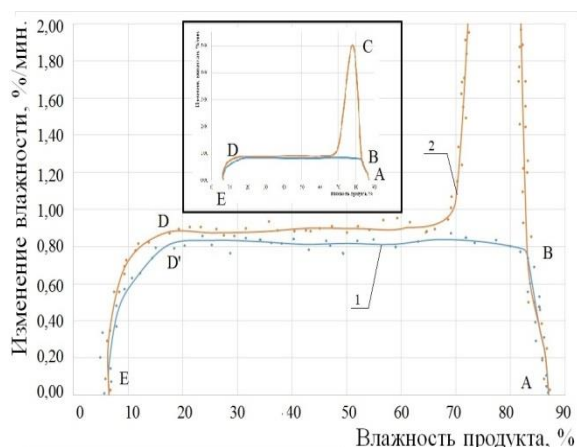
На рисунках 5 и 6 приведены примеры кривой сушки и скорости сушки, полученные при следующих параметрах: прогрев сырья проводили при температуре 60 °С и атмосферном давлении; порообразование с последующей вакуумной сушкой – при температуре 55 °С и давлении 0,15 атм.; сравнение полученных результатов проводили с результатами изменения влажности и скорости сушки для вакуумной сушки при аналогичных параметрах.



1 – вакуумная сушка; 2 – вакуумная сушка после порообразования

Рисунок 5 – Кривая сушки морковных снеков

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПОРООБРАЗОВАНИЯ НА КИНЕТИКУ ПРОЦЕССА СУШКИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СНЕКОВ ИЗ МОРКОВИ



1 – вакуумная сушка; 2 – вакуумная сушка после порообразования

Рисунок 6 – Кривая скорости сушки морковных снеков

На представленных кривых отрезок АВ соответствует периоду прогрева образца; отрезок ВС – периоду порообразования для способа с применением порообразования; отрезки BD' и CD – периоду постоянной скорости сушки, отрезки D'E и DE – периоду падающей скорости сушки.

Анализ кривых показал, что применение порообразования позволяет увеличить скорость испарения влаги в период постоянной скорости сушки на 10 %, а время сушки до влажности 12...15 % уменьшить на 11 %.

Таким образом, нами было экспериментально установлено, что применение предварительного порообразования до вакуумной сушки при производстве морковных снеков позволяет интенсифицировать процесс сушки путем увеличения площади поверхности испарения влаги.

Дальнейшие исследования будут направлены на определение теплофизических параметров морковного сырья, рациональных параметров процесса порообразования и сушки морковных снеков, определение влияния температуры термической обработки на сохранность витаминов исходного сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевкунова, Е. С. Анализ уровня потребления продуктов питания / Е. С. Шевкунова // Политематический сетевой электронный научный журнал кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С.480-495.

2. Королев, А. А. Технология производства плодовоовощных чипсов методом комбинированного обезвоживания / А. А. Королев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – №10. – С. 29-30.

3. Подгорный, С. А. Влажностно-температурные кинетические зависимости при сушке / С. А. Подгорный, В. С. Косачев, Е. П. Кошевой, А. А. Схаляхов // Новые технологии. – 2014. – № 1. – С.43-47.

4. Слезов, В. В. К теории испарения воды при термовакuumной сушке / В. В. Слезов, В. А. Кутовой, Л. И. Николайчук // Промышленная теплотехника. – 2006. – Т. 28. – № 5. – С. 54-58.

5. Королев, А. А. Разработка технологии производства плодовоовощных чипсов: дис... канд. техн. наук: 05.18.01 / Алексей Александрович Королев. – М., 2013. – 141 с.

6. Слезов, В. В. К теории испарения воды при термовакuumной сушке / В. В. Слезов, В. А. Кутовой, Л. И. Николайчук // Промышленная теплотехника. – 2006. – Т. 28. – №5. – С. 54-58.

7. Бурдо, О. Г. Повышение энергетической эффективности процессов обезвоживания пищевого сырья / О. Г. Бурдо, И. В. Безбах, А. В. Зыков, Саид Ахмед Омар // Интегрированные технологии и энергосбережение. – 2008. – № 2. – С. 23-28.

8. Яшонков, А. А. Экспериментальное определение рациональных параметров процесса получения сушеных пористых продуктов из рыбного сырья // Ползуновский вестник. – 2017. – №4. – С. 47-51.

9. Пат. 88105 Украина, МПК А23К1/10. Конструкция учебно-исследовательской установки для получения вспененных смесей / Сукманов В. А., Яшонков А. А.; заявитель и патентособственник Керченский государственный морской технологический университет. - № u 2013 13092; заявл. 11.11.13; опубл. 25.02.14, Бюл. № 24. – 5 с.

10. Яшонков, А. А. Разработка конструкции экспериментальной установки для переработки рыбного сырья на вспененные смеси / А. А. Яшонков, В. А. Сукманов // Актуальные проблемы пищевой промышленности и ресторанного хозяйства. Современные вопросы подготовки кадров: Материалы I Всеукраинской научно-практической конференции. – Луганск. – 2012. – С. 63-66.

Яшонков Александр Анатольевич – канд. техн. наук, заведующий кафедрой «Машины и аппараты пищевых производств» ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», e-mail: jashonkov@rambler.ru

Курдогло Мария Эдуардовна – ассистент кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», e-mail: mapp7@mail.ru.