

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА СУШКИ РЕПЧАТОГО ЛУКА, МОРКОВИ, ЗЕЛЕНИ УКРОПА

Кирик И.М., Кирик А.В., Гуца Ю.В., Барановская А.Н.

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий
г. Могилев, Республика Беларусь

Репчатый лук – это важный овощ в питании человека. По составу он содержит вещества, которые полезны для организма и являются незаменимыми для здоровья человека. Это белки, углеводы, органические кислоты, витамины, ферменты и минеральные вещества. Удобное решение использования свежего репчатого лука – лук сушеный, который имеет много преимуществ: его удобно хранить, он уже очищен, измельчен и избавлен от влаги. Для изготовления сушеного лука в виде приправы, выбирают острые сорта лука, луковицы должны быть плотными и твердыми, они очищаются, нарезаются кольцами, которые потом разрезаются еще на несколько частей, сушатся при температуре 50-60 °С до влажности 10...15 %.

Репчатый лук для сушки очищали от кожуры, отрезали хвостики с двух сторон, мыли и подсушивали на открытом воздухе, нарезали мелкими кубиками. Затем лук выкладывали равномерно на поддонах из металлочапанного сита толщиной слоя 3...5 мм. Во время эксперимента для обеспечения равномерного протекания процесса продукт дважды перемешивали встряхиванием. Традиционным способом (по ГОСТ 9793-2016) определялась начальная влажность сырого продукта, которая составляла $W_0 = 89$ %. Конечная влажность продукта составляла 12 %.

Конвективная сушка нарезанного репчатого лука осуществлялась в пароконвекционном аппарате, запрограммированном на режим работы «Сушка» при температуре воздуха 60 ± 5 °С. Эксперименты показали, что в процессе конвективной сушки лука с начальной влажностью 89 % до влажности 12 % при температуре 60 °С при толщине слоя 3 мм время сушки составило 4 часа, при толщине слоя 4 мм – 5 часов и при толщине слоя 5 мм – 7 часов.

Нами рекомендуются следующие параметры режима конвективной сушки репчатого лука: температура воздуха (сушильного агента) в рабочей камере для 60 °С, толщина слоя продукта 4 мм, скорость воздуха 3,9 м/с, длительность процесса 300 мин. Далее высушенный продукт выдерживается 0,5...1 час в условиях комнатной температуры и в дальнейшем высушенный продукт может быть упакован для хранения.

Как показали исследования, удельное энергопотребление при конвективной сушке нарезанного репчатого лука в камерной сушилке составляет 2,1...2,3 кВт·ч/кг испаренной влаги.

Сушеная морковь – это очень ценный и практичный продукт питания, который можно встретить как на кухне в бытовом применении, так и в промышленном производстве. Сушеная морковь как натуральная пряность значительно улучшает вкусовые качества блюд. Преимущество сушеной моркови по сравнению со свежей заключается в том, что она не портится и не плесневеет, при этом долго сохраняя свои качественные и потребительские характеристики.

При осуществлении экспериментальных исследований ставилась задача максимально возможного приближения условий проведения эксперимента к процессам, происходящим в реальных промышленных технологических аппаратах. Морковь нарезалась на кусочки толщиной до 3 мм, шириной до 5 мм и длиной не менее 5 мм,

что соответствует техническим требованиям ГОСТ 32065-2013 «Овощи сушеные. Общие технические условия».

В ходе эксперимента по сушке моркови в СВЧ-аппарате использовалась пищевая посуда, радиопрозрачная для СВЧ-излучения. Для удаления испаренной влаги из рабочей камеры аппарата использовалась принудительная конвекция с помощью вакуумного насоса, подключенного к СВЧ-аппарату. Экспериментальным способом определен слой моркови для реализации качественной сушки, который составляет 15...20 мм, т.к. при более толстом слое морковь прогревается и высыхает неравномерно. Для проведения исследований использовалась навеска продукта с начальной массой 150 г. Для проводимого эксперимента масса удаляемой из продукта свободной влаги составляла 108 г.

В результате проведенного эксперимента была определена рекомендуемая удельная мощность энергоподвода для реализации качественного процесса, которая составила порядка 2,26 Вт/г. При таком уровне подводимой СВЧ-мощности происходит равномерное высыхание слоя моркови, время сушки занимает около 30 минут. При уменьшении подаваемой мощности, увеличивается время сушки, что приводит к большим энергозатратам и сокращению объема производства. При увеличении подводимой СВЧ мощности, происходит неравномерное высыхание продукта, верхние слои начинают покрываться корочкой, что недопустимо и считается браком, в то время как нижние слои содержат влаги больше, чем положено по техническим условиям и требуют дополнительного досушивания.

Конвективная сушка моркови осуществлялась в пароконвекционном аппарате Unox, запрограммированном на режим работы «Сушка» при рекомендуемой температуре воздуха 65 ± 5 °C и скорости движения теплоносителя 3,9 м/с.

Морковь нарезалась на кусочки, как было указано выше, и равномерно раскладывались на поддонах из металлочугунного сита толщиной слоя примерно 5...7 мм для лучшего вентилирования нагретым воздухом. Во время эксперимента для обеспечения равномерного протекания процесса продукт дважды перемешивался встряхиванием. Время сушки до нормативной влажности 14 % составляло примерно 4 часа. Как показали исследования, удельное энергопотребление при конвективной сушке моркови в камерной сушилке составляет 1,9...2,2 кВт·ч/кг испаренной влаги.

Укроп известен как богатый источник флавоноидов, фенольных соединений, сапонинов, сердечных гликозидов и терпенов, а также некоторых витаминов и минералов. Листья укропа содержат различные витамины, среди которых выделяется витамин С, по содержанию которого укроп в 1,5-2 раза опережает цитрусовые (лимон, апельсин), входя в топ-20 растительных продуктов, содержащих аскорбиновую кислоту. Сухой укроп сохраняет практически все минералы, микро- и макроэлементы, полезные для организма.

Во время выполнения работы были произведены исследования процессов микроволновой и комбинированной (СВЧ+вакуум) сушки зелени укропа. Как показали результаты экспериментов, во всех случаях получался продукт практически одинакового качества, с минимальной потерей цвета, однако, с целью снижения энергетических затрат на процесс рекомендуется сушка укропа при следующих параметрах: абсолютное давление в рабочей камере 50 кПа, подводимая мощность СВЧ излучения – 400, время сушки 5 мин непрерывно. Удельные энергетические затраты на процесс сушки зелени укропа при этом составили 1,06 кВт·ч/кг исп. влаги.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить рациональные параметры сушки названных продуктов с целью получения пищевых концентратов.