

Профессор Г.В. Калашников, магистр Д.В. Назарет'ян
(Воронеж.гос. ун-т инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств.
тел. (473) 255-38-96
E-mail: kagen5@yandex.ru, nazaretyandmitriy@gmail.com

Professor G.V. Kalashnikov, master D.V. Nazaret'yan
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of machines and devices
of food manufactures. phone(473) 255-38-96
E-mail: kagen5@yandex.ru, nazaretyandmitriy@gmail.com

Безотходная технология производства сухого картофельного пюре

Waste-free production technology of dry mashed potatoes

Реферат. В соответствии с данными о нормах потребления растительной продукции НИИ Питания РАМН, картофель занимает первое место с нормой 120 кг в год на человека. В связи с этим, большое внимание уделяется переработке картофеля, что позволяет продлить срок его годности, а также сократить вместимость хранилищ и снизить транспортные перевозки, поскольку 1 кг сухого картофеля продукта эквивалентен 7-8 кг свежего картофеля. При этом промышленная переработка картофеля на сухое пюре позволяет снизить потери картофеля при хранении и транспортировании, появляется возможность обогащения продуктов витаминами и другими полезными компонентами, лучше сохраняется его пищевая ценность, создаются условия для комплексной переработки сырья с полной утилизацией отходов и создания запасов продуктов из картофеля на случай неурожая. Сухое картофельное пюре является продуктом длительного хранения. На основе изучения технологии производства картофельного пюре приведен анализ технологических процессов, как источников создания отходов, и определены направления рекуперации вторичного сырья для комплексной безотходной технологии переработки картофеля. Разработана безотходная технологическая схема переработки картофеля и производства сухого быстрорастворимого картофельного пюре на основе обезвоживания и влаготепловой обработки компонент, предусматривающая рекуперацию вторичного углеводсодержащего сырья в виде отходов основного производства. Описаны основные стадии производства сухого быстрорастворимого картофельного пюре. Предложена технологическая схема линии производства картофельного пюре на основе безотходной технологии. Приведены преимущества предлагаемой безотходной технологии производства сухого быстрорастворимого картофельного пюре с переработкой вторичного крахмалсодержащего сырья.

Summary. According to data on norms of consumption of vegetable production of scientific research institute of Food of the Russian Academy of Medical Science, potatoes win first place with norm of 120 kg a year on the person. In this regard much attention is paid to processing of potatoes that allows to prolong the term of its validity, and also to reduce the capacity of storages and to reduce transport transportations as 1 kg of a dry potatoes product is equivalent 7-8 kg of fresh potatoes. Thus industrial processing of potatoes on dry mashed potatoes allows to reduce losses of potatoes at storage and transportation, there is a possibility of enrichment of products vitamins and other useful components, its nutrition value remains better, conditions for complex processing of raw materials with full recycling and creations of stocks of products from potatoes on a crop failure case are created. Dry mashed potatoes are a product of long storage. On the basis of studying of the production technology of mashed potatoes the analysis of technological processes as sources of creation of waste, and the directions of recovery of secondary raw materials for complex waste-free technology of processing of potatoes are defined is provided. The waste-free technological scheme of processing of potatoes and production of dry instant mashed potatoes on the basis of dehydration and moisture thermal treatment a component providing recovery of secondary carbohydrate content raw materials in the form of waste of the main production is developed. The main stages of production of dry instant mashed potatoes are described. It is offered the technological scheme of a production line of mashed potatoes on the basis of waste-free technology. Advantages of the offered waste-free production technology of dry instant mashed potatoes with processing of secondary starch-containing raw materials are given.

Ключевые слова: картофель, безотходная технология, переработка, картофельное пюре, сушка картофеля, вторичное пищевое сырье.

Keywords: potatoes, waste-free technology, processing, mashed potatoes, drying of potatoes, secondary food raw materials.

В современных условиях переработка картофеля в пищевой и перерабатывающей промышленности АПК не является безотходной. При этом реализуемые технологии переработки картофеля имеют недостаточно высокую степень утилизации вторичных отходов, являющихся дополнительным пищевым ценным сырьем для получения других готовых продуктов. В России при промышленной переработке картофеля ежегодно образуются до 10 тыс. тонн отходов производства сухого картофельного пюре и 100-120 тыс. тонн составляют сточные воды. При производстве картофельного пюре примерный объем отходов составляет 20-30 т в

сутки с влажностью 85% и отходы очищенного картофеля – 10-15 т в сутки. На технологических операциях производства картофеля продукты образуются отходы в твердом, жидком и пюреобразном виде. В настоящее время картофельные отходы в основном направляются на свалку, загрязняя окружающую среду, и только их малая часть применяется для кормовых целей [1, 2]. Вместе с тем, реализация картофельных отходов в виде корма требует быстрого вывоза свежих отходов, так как они также подвергаются порче из-за наличия гнилостных микробов и плесени.

© Калашников Г.В., Назарет'ян Д.В., 2015

Целью работы является наиболее полная переработка картофеля с созданием безотходной технологии и использованием отходов производства сухого картофельного пюре.

Задача состоит в разработке безотходной технологии и комплексной переработки картофеля при производстве сухого быстрорастворимого картофельного пюре.

Решение данной задачи основывается на анализе вторичных сырьевых объектов и исследованиях влаготепловой обработки картофеля с использованием комбинированных способов влаготеплового воздействия, реализующих осциллированную обработку пищевого сырья [3].

На основе изучения объекта исследования и различных аппаратурно-технологических схем переработки картофеля при производстве быстрорастворимого картофельного пюре, отмечено, что вторичное картофельное сырье обладает высокой энергетической и биологической активностью, поддается ферментативной и микробиологической биоконверсии, а также различным видам переработки [2].

Технология изготовления сухого картофельного пюре предъявляет специфические требования к сырью и процессу его переработки. В зависимости от формы и величины частиц, товарных и кулинарных качеств продукта, а также особенностей технологии сухое картофельное пюре в основном изготавливается в виде хлопьев, крупки, гранул, порошка и др., которые являются полуфабрикатом картофельного пюре, наиболее часто применяемого в виде гарнира ко вторым обеденным блюдам на предприятиях общественного питания и в домашних условиях. При этом приготовление 1 кг картофельного пюре в производственных условиях снижает трудоемкость работ на 40 % по сравнению с приготовлением его на предприятиях общественного питания и в 7,1 раза – в домашних условиях.

Безотходная комплексная технология переработки картофеля предполагает наличие основного производства и дополнительного, связанного с использованием вторичного картофельного сырья. Технология основного производства позволяет получать сухое быстрорастворимое картофельное пюре. Дополнительная схема связана с дальнейшей переработкой отходов основного производства и предусматривает получение ингредиентов для кормовых продуктов с пробиотическими свойствами.

При этом предусматривается частичное механическое обезвоживание вторичного сырья и постадийная сушка компонентов, а также применение рационального гидродимического

режима тепловлажностного воздействия в соответствии с кинетическими закономерностями влаготепловой обработки крахмалсодержащих компонентов [4, 5].

Вместе с тем, комплексная технология переработки растительного сырья основывается на ресурсосберегающих способах влаготепловой обработки (гидратация, бланширование, сушка и т.д.) пищевого растительного сырья, предполагающих снижение расхода теплоносителя, повышение степени использования его энергопотенциала при максимальной рекуперации отходов основного производства [6].

Предлагаемая безотходная технология производства сухого быстрорастворимого картофельного пюре включает три технологических блока: первый - предварительная гидротермическая обработка (ПГТО) и подготовка картофеля к варке, второй - варка и подготовка пюре к сушке, третий - рекуперация картофельных отходов.

В соответствии с технологической схемой безотходной технологии производства сухого картофельного пюре (рисунок) исходное сырье поступает в бункер-накопитель и направляется на мойку в проточной воде до полного удаления загрязнений - соотношение воды и клубней составляет 3:1. Вымытый картофель очищают от посторонних примесей с удалением загнившего и поврежденного штучного сырья, подвергая его инспекции, затем калиброванию и сортированию. При этом отсеивается некондиционное сырье и удаляют дефектные экземпляры (загнившие, поврежденные, битые, заплесневелые, сильно загрязненные клубни). Выполнение начальных вышеперечисленных этапов обеспечивает разделение картофеля на партии приблизительно одинакового гранулометрического состава, что позволяет при дальнейшей обработке обеспечить равномерное и качественное протекание последующих стадий обработки пищевого сырья.

Далее картофель поступает на паровую очистку, где он предварительно разогревается для подготовки к дальнейшей очистке. Продукт обрабатывается паром при давлении 0,40-0,50 МПа в течение 15-60 с. Благодаря этому давлению пара, вода под кожурой продукта вскипает и приподнимает ее, затем давление резко падает, и кожура «обвисает» и легко снимается на щеточной машине. В этом процессе крахмал загустевает. Затем картофель обрабатывается в барабанной моечной машине, обеспечивающей за счет трения продукта процесс дополнительной мойки.

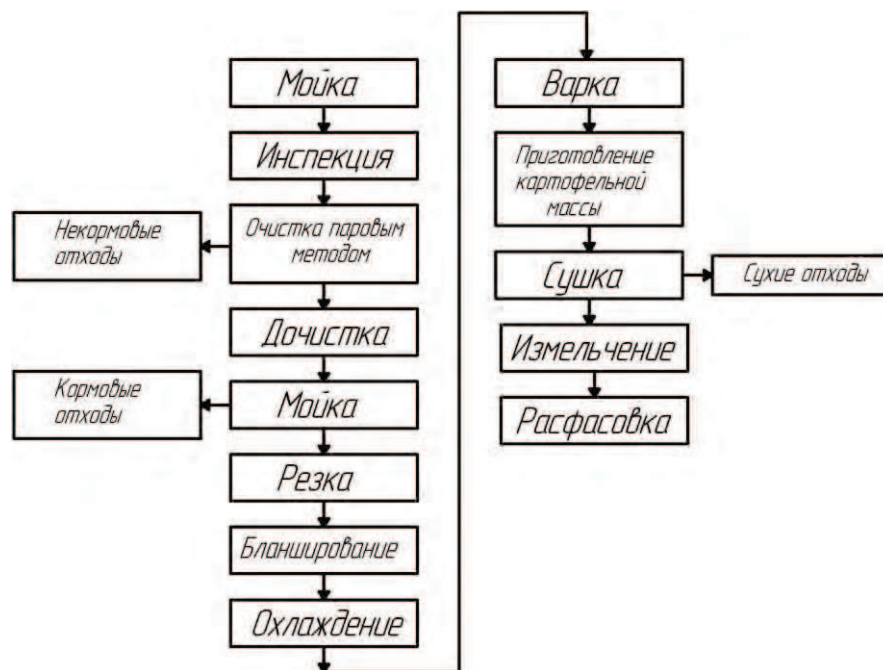


Рисунок 1. Схема безотходной технологии производства картофельного пюре

Предварительная гидротермическая обработка и подготовка картофельного сырья в варке предусматривает следующие технологические процессы: очистка, сульфитация, дополнительная мойка, резка, бланширование и охлаждение (рисунок 1).

Очищенные клубни картофеля подают на гидрорезку для измельчения и с целью удаления крахмала картофель, нарезанный пластинами, промывается холодной водой.

Варку картофеля осуществляют в два этапа с промежуточным охлаждением (бланширование, охлаждение, варка).

В процессе бланширования очень сильно изменяются физико-химические свойства картофеля. Характер и интенсивность этих изменений на прямую зависят от вида сырья, его химического состава, главным образом, от содержания в нем крахмала. Бланширование способствует удалению воздуха из тканей клубня и прекращает деятельность окислительных ферментов, разрушающих витамины А и С и вызывающих порчу продукта, а также позволяет сохранить его натуральный цвет и вкус. Продолжительность бланширования составляет от 2 до 32 мин.

Приток воды для охлаждения регулируют так, чтобы температура воды, на выходе из ванны, была ниже средней конечной температуры продукта на 5-10°C. Расход воды при охлаждении 2-4 л на 1 кг продукта.

Сваренный картофель измельчают в пюре и направляют на сушку. При этом необходимо обеспечить короткое по времени воздействие высоких температур для обеспечения

«мягких», щадящих тепловлажностных режимов и снижения возможности повреждения высушиваемого продукта.

Очистка картофеля от кожуры, влаготепловая обработка в виде бланширования и варки обработка, а также сушка являются одними из самых важных стадий при производстве сухого картофельного пюре, определяющих качество готового продукта. Например, в зависимости от температурного режима процесса варки изменяется внутренняя структура и обеспечивается определенная степень ослабления межклеточных связей в картофеле. Одно из главных условий получения рассыпчатой консистенции сухого картофельного пюре является сохранность картофельных клеток. В процессе бланширования и варки в клубнях картофеля наряду с физико-химическими изменениями, которые благоприятно сказываются на качестве и сохранности готового продукта, происходят нежелательные потери пищевых веществ (особенно при бланшировании в воде), частичное разрушение витаминов (особенно витамина С) и картофельных клеток.

Процесс сушки отличается относительно высокими энергетическими показателями при производстве сухого картофельного пюре. При этом сушильный агент должен иметь температуру, при которой не происходит карамелизация и обугливание поверхности продукта. На этом этапе необходимо обеспечить минимальное разрушение картофельных клеток и сохранить витамины, белки, углеводы. Для сушки пюре применяют различные способы: конвективный – на ленточ-

ных, распылительных, пневматических сушилках, сушилках с кипящим слоем; контактный – на одно- и двухвальцовых сушилках.

Анализ кинетических закономерностей процесса сушки картофеля перегретым паром атмосферного давления в импульсном псевдооживленном слое свидетельствует о наличии следующих периодов: периода прогрева, периода постоянной скорости и периода убывающей скорости. Были рассмотрены основные закономерности тепло- и массообмена процесса сушки картофеля с учетом особенностей изменения кинетических характеристик в каждом из периодов [4].

В периоде прогрева, характеризуемом конденсацией пара на поверхности частиц продукта и влагопоглощением, происходит интенсивный влагоперенос на поверхности межфазного раздела твердое тело – жидкость вследствие термодиффузии, обусловленной градиентом температуры. Выявлено, что в процессе сушки интенсивность осциллированного теплового воздействия прямо пропорциональна произведению приращения энтальпии, величины орошения потоком пара единицы площади газораспределительной решетки, частоты пульсаций и обратно пропорциональна скважности подачи пара [5]. Некоторое снижение влияния скорости перегретого пара на теплообмен в периоде убывающей скорости сушки обусловлено изменением характера влагопереноса. При экспериментальном исследовании изменения температуры и влажности картофеля перегретым паром атмосферного давления в импульсном слое отмечено, что в этом периоде вначале наблюдается незначительное уменьшение коэффициента теплообмена с последующим резким снижением в конце периода [4].

Картофельное пюре, высушенное в виде тонкого листа, толщиной около 0,25 мм измельчают при транспортировании с помощью мельницы.

Полученные в результате измельчения хлопья поступают на фасовку в бумажные мешки с полиэтиленовыми вкладышами. Отходы после агрегата для паровой очистки и моечной машины собираются и в дальнейшем отправляются на переработку.

Отмечено, что при производстве картофельного пюре по различным технологическим схемам образуемое вторичное крахмалосодержащее сырье обладает высокой биологической и энергетической ценностью. Отходы на базе крахмалосодержащего сырья являются дешевым источником для производства кормов и при правильной переработке могут заменить фуражное зерно хорошего качества. Анализ от-

ходов показывает, что они представляют некондиционный картофель и кусочки в бланшированном и сыром виде, клейстеризованный и нативный крахмал, отдельные клетки и их группы, клеточный сок, водорастворимые вещества и другие смеси с водой [1, 2].

Одним из вариантов предлагаемой безотходной технологии производства сухого быстрорастворимого картофельного пюре является использование вторичных отходов в виде углеводсодержащего сырья в кормовых целях.

Рекуперация вторичного сырья по безотходной технологии производства сухого картофельного пюре предусматривает разработку синбиотической композиции для биотрансформации вторичного углеводсодержащего сырья при получении пробиотической добавки в виде кормовой картофельной массы (ККМ), а также биотехнологию добавки ККМ при производстве кормового продукта с пробиотическими свойствами, что способствует улучшению состояния окружающей среды и максимальной утилизации жидких крахмалосодержащих картофельных отходов.

После обработки вторичного крахмалосодержащего сырья в ферментаторе промежуточный продукт направляется в сушилку и затем на расфасовочно-упаковочный автомат.

Предлагаемая технология переработки крахмалосодержащих отходов производства сухого картофельного пюре и получение кормовой картофельной массы (ККМ) включает частичное механическое обезвоживание компонентов и влаготепловую обработку промежуточных ингредиентов для кормовых продуктов [4].

Для данной безотходной технологии производства сухого картофельного пюре комплектование оборудованием основывается на стандартных методиках проектирования и расчета [6].

При этом использование вторичного сырья в виде отходов переработки картофеля в современном кормопроизводстве обеспечит комплексную его переработку, снижение себестоимости производства основной продукции за счет реализации дополнительной, расширение ассортимента современной кормовой базы, развитие отечественного животноводства и птицеводства, способствует экологической безопасности пищевых и перерабатывающих цехов.

Таким образом, предлагаемая безотходная комплексная технология переработки картофеля с дополнительным производством кормовых ингредиентов на основе вторичного крахмалосодержащего сырья основного производства позволяет преодолеть проблемы утилизации отходов и получения полнорационных комбикормов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Шванская И.А., Коноваленко Л.Ю. Использование отходов перерабатывающих отраслей в животноводстве: науч. аналит. обзор. / Росинформагротех. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. 96 с.

2 Соколенко Г.Г., Лазарев Б.П., Миньченко С.В. Пробиотики в рациональном кормлении животных // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2015. №1. С. 72-78.

3 Калашников Г.В., Литвинов Е.В. Технология рекуперации вторичного картофельного и плодоовощного сырья для сельского хозяйства // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. науч. тр. Воронеж: ООО «Диамант-принт», 2014. Т. 2. № 5. Ч.3 (10-3). С. 229-233.

4 Остриков А.Н., Калашников Г.В., Шевцов С.А. Основные закономерности тепло- и массообмена в процессе сушки пищевого растительного сырья перегретым паром // Изв. вузов Пищевая технология. 2014. № 4. С. 87-93.

5 Калашников Г.В., Добромиров В.Е. Интенсивность влаготеплового воздействия при осциллированной влаготепловой обработке сыпучих продуктов // Вестник ВГТА. 2009. № 1. С. 39-44.

6 Калашников Г.В., Литвинов Е.В., Шевцов А.А. Программно-логический алгоритм управления процессами гидратации и сушки плодоовощного сырья // Вестник ВГУ-ИТ. 2011. № 1. С. 89-93.

REFERENCES

1 Shvanskaya I.A., Konovalenko L.Yu. Ispol'zovanie otkhodov pererabatyvayushchikh otraslei v zhivotnovodstve [Use of waste of processing industries in animal husbandry: Scientific - Analytical review]. Moscow, FGBNU Rosinformagrotekh, 2011, 96 p. (In Russ.)

2 Sokolenko G.G., Lazarev B.P., Minchenko S.V. A probiotics in rational feeding of animal. Tekhnologii pischevoi i pererabatyvayushchii promyshlennosti APK producty zdorovogo pitanya [Technologies of food and processing industry of agrarian and industrial complex products of healthy food]. 2015. no. 1. pp. 72-78. (In Russ.)

3 Kalashnikov G.V., Litvinov E.V. Technology of recovery of secondary potato and fruit and vegetable raw materials for agriculture. Trudy sbornik nauchnykh "Aktualnye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoria i praktika" [Proc. Int. Symp. "The Actual directions of scientific researches of the XXI century: theory and practice"] Voronezh: JSC Diamant-print, 2014, vol. 2, no. 5, part 3 (10-3), pp. 229-233. In Russ.)

4 Ostrikov A.N., Kalashnikov G.V., Shevtsov S.A. The main regularities heat- and mass-exchange in the course of drying of food vegetable raw materials superheated steam. Izvestiya vuzov pischevoi tekhnologii [Izv. higher education institutions Food technology]. 2014, no. 4, pp. 87-93. (In Russ.)

5 Kalashnikov G.V., Dobromirov V.E. Intensity of heat-moisture influences at oscillatory heat-moisture of handling of loose products. Vestnik VSUET [Proceedings VSUET]. 2009, no. 1, pp. 39-44. (In Russ.)

6 Kalashnikov G.V., Litvinov E.V., Shevtsov A.A. Program and logical algorithm of management of processes of hydration and drying of fruit and vegetable raw materials. Vestnik VSUET [Proceedings VSUET]. 2011, no. 1, pp. 89-93. (In Russ.)