

*В статье проведен теоретический анализ, объясняющий связь влаги в высушиваемых материалах и рациональные методы тепловой сушки твердых материалов разнообразной формы, размеров и структуры. Разработан метод подготовки отпрессованной картофельной мезги к сушке путем смешивания ее с частью ранее высушенной мезги. Обосновано и установлено оптимальное значение массовой доли сухих веществ в смешанной мезге перед сушкой. Предложена аналитическая зависимость для установления кратности количества возвращаемой сухой мезги на единицу отпрессованной мезги. Проведены исследования по сушке смешанной картофельной мезги. Впервые с целью определения влияния поверхности испарения в смешанной мезге на скорость сушки был введен показатель удельного объема высушиваемого материала, косвенно отражающий поверхность испарения. Теоретически установлены расходы сухого воздуха и тепла на 1 кг испаренной влаги при сушке картофельной мезги с однократным нагревом сушильного агента.*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СУШКИ КАРТОФЕЛЬНОЙ МЕЗГИ**

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

*А. В. Куликов, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела новых технологий и техники;*

*Л. В. Евтушевская, научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов;*

*О. М. Куликова, инженер I категории отдела новых технологий и техники*

В Республике Беларусь наибольшее количество картофеля перерабатывается на крахмал (до 170 тыс. т. в год), при этом из производства выводятся отходы — картофельная мезга в смеси с соковыми водами, которые большинством предприятий насосами перекачиваются на поля фильтрации или, частично сгущаются и цистернами вывозятся на поля под запашку, что в конечном итоге требует пространства и времени для их накопления и разложения, больших затрат на транспортировку и экологические выплаты.

Установлено, что количество сухих веществ картофеля, переходящих в мезгу на белорусских крахмальных заводах составляет до 3,6 % (до 36 кг из 1 т. картофеля), т.е. около 6 тыс. т/год в целом по республике [1].

Анализ литературных данных показывает, что сухая картофельная мезга состоит преимущественно из пищевых волокон и может быть успешно использована для связывания влаги и жира в мясных, молочных продуктах, супах, соусах, кетчупах, фруктосодержащих продуктах. Подобные пищевые ингредиенты в настоящее время завозятся в Республику Беларусь и реализуются мясокомбинатам и хлебозаводам по цене около 5 \$ США за 1 кг [2].

С другой стороны по данным ВНИИК сухая картофельная мезга может быть использована для кормления животных и птицы: в 100 кг сухой мезги содержится 83,5 кормовых единиц (для сравнения: в овсе — 87,8), то есть скрытый резерв получения дополнительных кормовых компонентов за счет утилизации и сушки картофельной мезги по республике составляет до 5,5 млн. кормовых единиц [3].

В этой связи возник интерес в проведении исследований процесса сушки картофельной мезги.

Результаты, полученные ранее, показывают, что, например, из 150 т жидкой мезги на крахмальном заводе ОАО «Пищевой комбинат «Веселово» путем двухстадийного механического обезвоживания (центрифугирования и прессования на ленточном прессе) может быть выделено более 133 т влаги, что составляет 93% от общего ее содержания в жидкой мезге [1,4]. На выпаривание из мезги при ее сушке поступит около 6% влаги от ее первоначального количества

во влажной мезге. Таким образом, первостепенной задачей механического обезвоживания является получение максимально высокого значения содержания сухих веществ в мезге перед сушкой [4,5].

Механически обезвоженная (отпрессованная) мезга, как объект сушки, представляет собой вновь сформированное тело, твердый каркас в нем состоит из многочисленных кусочков клеточных оболочек, в массе которых в процессе прессования образовались макро- и микрокапилляры, заполненные влагой. Хотя структура твердого каркаса в кусках мезги не такая жесткая, как например, у картофеля, самостоятельно эти куски не распадаются на составляющие его элементы благодаря наличию энергии связи в микрокапиллярах. Энергия связи влаги микрокапилляров невелика, и она приближается к энергии свободной влаги.

По данным литературных источников энергия связи капиллярной влаги составляет порядка (0,7-1,0) Дж/кг влаги [6]. Такое состояние влаги в теле (сгустке) отпрессованной мезги, казалось бы, при повышении давления прессования должно обеспечивать дальнейший выход влаги из материала, однако, этого не происходит. Дальнейшему значительному повышению давления прессования соответствует уменьшающийся дополнительный выход влаги. Объясняется это тем, что с повышением давления уменьшаются размеры и изменяется форма микрокапилляров, что способствует резкому повышению гидравлического сопротивления каркаса тела. При этом достигается предельная эффективность повышения давления прессования, когда энергетические затраты на ужесточение режимов прессования начинают превышать достигнутый эффект.

Проведенные ранее исследования показали, что современное прессовое оборудование может обеспечивать массовую долю сухих веществ в механически обезвоженной картофельной мезге около 40% [2,5,7]. При этом внешний вид отпрессованной мезги — это спрессованные бесформенные куски, кусочки и мелочь.

Согласно классификации методов тепловой сушки [6] стр. 282 «Твердый материал разнообразной формы, структуры и различных размеров» целесообразнее всего сушить методом конвективной сушки, при котором нагретый газ (воздух, продукты сгорания топлива и др.), как сушильный агент, являясь одновременно теплопередатчиком и влагопоглотителем, остывает и высушивает влажный материал в самых разнообразных условиях.

Перенос влаги внутри материала при конвективной сушке протекает при неизотермической массопроводности (влагопроводности и термовлагопроводности).

Термовлагопроводность обычно препятствует сушке: испарение вначале происходит на открытой поверхности материала, а затем с самого начала процесса зона испарения углубляется внутрь материала, при этом происходит сужение и деформация микрокапилляров в высушенном объеме, что препятствует выходу влаги (пара) из более глубоких слоев материала и снижает скорость сушки. Это значит, что сушка материала в виде крупных кусочков (гранул) нерациональна.

А.В. Лыковым [8] предложено обобщенное уравнение скорости испарения жидкости со свободной поверхности:

$$\frac{W}{\tau \cdot F} = C \cdot \frac{M \cdot D \cdot L}{R \cdot T_n} (H - h), \quad (1)$$

где  $W$  — количество испаренной влаги, кг;  $F$  — площадь поверхности испарения, м<sup>2</sup>;  $\tau$  — продолжительность испарения, с;  $C$  — коэффициент испарения;  $M$  — молекулярная масса испаряющей жидкости, кг/кМоль;  $L$  — ширина поверхности испарения в направлении перпендикулярном направлению движения воздуха, м;  $R$  — газовая постоянная.  $R = 8,3144$  Дж/(Моль·К);  $D$  — коэффициент диффузии для системы воздух-водяной пар, м<sup>2</sup>/ч;  $H$  — давление пара в пограничном слое испаряющейся жидкости, Па;  $h$  — парциальное давление пара в окружающей воздушной среде, Па.

Преобразовав уравнение (1) к виду:

$$W = \tau \cdot F \cdot c \cdot \frac{M \cdot D \cdot L}{R \cdot T_n} \cdot (H - h), \quad (2)$$

можно сказать, что при установившемся режиме испарения количество испаряемой влаги прямо пропорционально площади поверхности, с которой она испаряется.

Следовательно, перед сушкой мезги обязательно необходимо провести ее подготовку в направлении:

- ♦ максимального уравнивания высушиваемых частиц по размеру;
- ♦ достижения максимально возможной поверхности испарения влаги из высушиваемого материала;
- ♦ максимально возможного перевода капиллярной влаги в поверхностную за счет интенсивного разрушения капиллярно-пористой структуры.

Для этого необходимо разделять спрессованные комочки на составляющие их частицы мезги, удерживаемые энергией связи влаги микрокапилляров. Практически необходимо выполнять механическую работу по разрушению этих связей.

В процессе исследований по разрушению комков отпрессованной мезги было выявлено, что существует некий предел массовой доли сухих веществ в отпрессованной мезге, ниже которого комки, разрушенные на более мелкую структуру при воздействии на них сжимающего усилия опять слипаются, образуя цельную массу, в которой присутствующая влага практически вся находится в состоянии капиллярно-связанной. При достижении значений массовой доли сухих веществ в отпрессованной мезге выше этого предела, структура мезги, полученная из разрушенных комков, при воздействии на нее небольших сдавливающих усилий обратно не агломерируется в комья, а часть капиллярно-связанной влаги переходит в свободную поверхностную. То есть, такую мезгу можно подвергать процессу сушки, сопровождающемуся определенными механическими воздействиями на высушиваемый продукт, при этом последний в течение всего процесса сушки будет сохранять хорошо развитую поверхность испарения, не комковаться и не налипать на рабочих органах сушилки.

Исходя из вышеизложенного, в процессе исследований по подготовке механически обезвоженной мезги к сушке предстояло решить следующие задачи:

- ♦ определить критическое значение массовой доли сухих веществ в отпрессованной мезге ( $CB_k$ ), при котором после разрушения комков на мелкие частицы не происходит их обратного слипания;
- ♦ разработать способ и технологию доведения массовой доли сухих веществ в отпрессованной мезге до критического значения с одновременным получением раздробленного материала с высокоразвитой поверхностью испарения.

Для решения этих задач был исследован процесс механического дробления комьев отпрессованной мезги с тем, чтобы разрушить основную часть микрокапилляров с одновременным внедрением в разрушаемую структуру антикомкователя — продукта, поглощающего высвобожденную из микрокапилляров влагу и препятствующего обратному слипанию частиц мезги. В качестве антикомкователя использовали ту же картофельную мезгу, предварительно высушенную и измельченную, с массовой долей сухих веществ 88 %.

В процессе экспериментов по смешиванию отпрессованной мезги (массовая доля сухих веществ 38-40%) с частью возвращаемой сухой мезги установлено, что критическим значением массовой доли сухих веществ, выше которого отпадает риск обратного комкования мезги в сушилке, является значение близкое к 48 % [5].

Выявлено, что исходная массовая доля сухих веществ в отпрессованной мезге значительно влияет на количество требуемого возврата сухой мезги.

На рис. 1 представлены графические зависимости содержания сухих веществ в отпрессованной мезге после одновременного ее дробления и смешивания с сухим возвратом (массовая доля сухих веществ в мезге 88 %) от количества возвращаемой сухой мезги при массовой доле сухих веществ в отпрессованной мезге 38; 40; 42 %.

Как видно из представленных выше графических зависимостей, исходная массовая доля сухих веществ в отпрессованной мезге значительно влияет на количество требуемого возврата. Так, четыре единицы разности массовой доли сухих веществ в отпрессованной мезге влекут за собой снижение или увеличение количества возврата на 40%. Т.е., каждый 1% влаги, отделенный из мезги путем прессования снижает количество возврата на 10%.

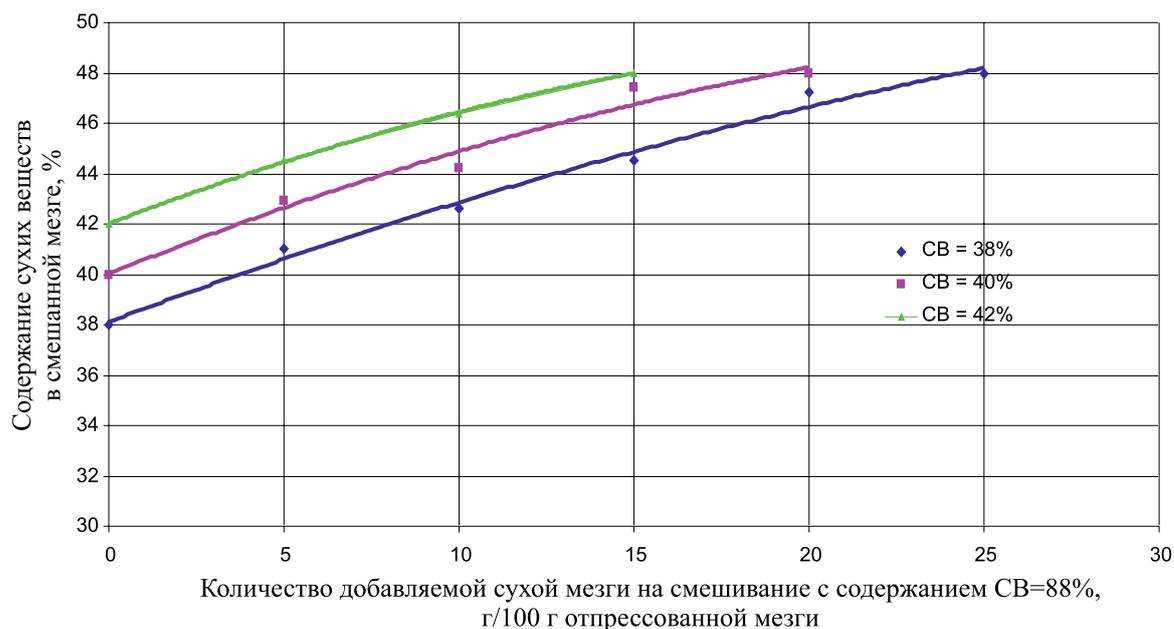


Рис. 1. Зависимость содержания сухих веществ в смешанной мезге от количества добавляемой сухой мезги к отпрессованной при исходной массовой доле сухих веществ в образцах СВ=38%, 40%, 42%

На рис. 2 представлена графическая зависимость требуемого массового соотношения сухой картофельной мезги к отпрессованной от массовой доли сухих веществ в отпрессованной мезге для получения смеси с массовой долей сухих веществ 48 %.



Рис. 2. Зависимость требуемого массового соотношения сухой и отпрессованной мезги для получения смеси с массовой долей сухих веществ 48%

Анализ рис. 2 показывает, что представленная зависимость массового соотношения сухой и прессованной мезги «*n*» обратно пропорциональна массовой доле сухих веществ в отпрессованной мезге и описывается уравнением прямой линии [5]:

$$n = -0,025CB_{пр} + 1,2. \quad (3)$$

С целью изучения способа разрушения комков отпрессованной мезги был исследован принцип разрушения в смесителе СИ 12-КФЧ/06.01 (снабженного быстроходной бильной мешалкой) с одновременным внесением сухой мезги.

В процессе исследований выявлено, что с увеличением продолжительности смешивания отпрессованная мезга приобретает более мелкую структуру, при этом объем ее увеличивается относительно первоначального, а насыпная масса уменьшается.

На рис. 3 представлена графическая зависимость насыпной массы смешиваемой мезги в смесителе от продолжительности смешивания при массовой доле сухих веществ в смеси 50 %.

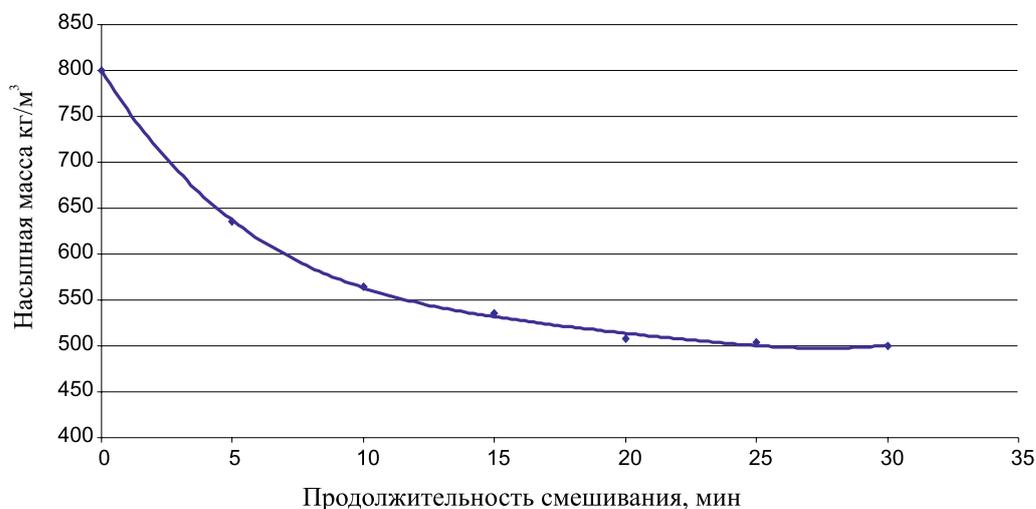


Рис. 3. Зависимость насыпной массы подготовленной к сушке мезги от продолжительности смешивания для смеси с массовой долей сухих веществ 50 %

Анализ полученной зависимости показывает, что в процессе подготовки смешиваемых компонентов мезги к сушке можно достигать насыпной массы смеси от 800 до 500 кг на 1 м<sup>3</sup>. Это обстоятельство необходимо учитывать при разработке геометрических форм смесителя.

В процессе исследований по подготовке отпрессованной мезги к сушке было отмечено и то обстоятельство, что для достижения в смесителе однородной по структуре смеси с высокоразвитой поверхностью испарения необходимо достаточно интенсивное воздействие на смесь разрыхляющего механизма.

Из графика на рис. 3 также видно, что для достижения высокопористой структуры смеси с насыпной массой около 500 кг/м<sup>3</sup> требуется довольно продолжительный период смешивания (20-30 мин), поэтому целесообразно было бы более интенсивное воздействие на отпрессованную мезгу еще до смешивания ее с сухим возвратом.

В вышеизложенном материале представлено обоснование необходимости подготовки картофельной мезги к сушке, описана технология подготовки мезги к сушке и определены рациональные физико-химические и технологические показатели картофельной мезги, которые необходимо придать ей перед сушкой.

Сушка, с одной стороны, является диффузионным процессом, с другой — тепловым. Процесс сушки связан с подводом к высушиваемому продукту тепла, за счет которого происходит испарение влаги диффундирующей из материала. Одновременно с подводом тепла необходимо отводить от высушиваемого материала испаряемую влагу [6,8].

Для выполнения этих функций применяют сушильные агенты — нагретый воздух, перегретый пар, топочные газы, смесь топочных газов с воздухом.

Теплота сушильного агента расходуется не только для испарения влаги, но и для нагревания ее до температуры испарения, перегрева образующегося пара и для нагрева самого материала, без которого невозможен нагрев жидкой влаги и перегрев пара.

Особенностью процесса конвективной сушки является тесная взаимосвязь между явлениями, развивающимися в материале и в пограничном слое сушильного агента, а также в среде сушильной камеры. Анализ этих явлений и их влияние одного на другое вскрывает механизм переноса тепла и влаги и позволяет установить аналитические закономерности процесса сушки. Уравнения, описывающие этот сложный процесс, тоже получаются настолько сложными, что не всегда могут быть решены и, следовательно, не могут быть непосредственно использованы для инженерных расчетов скорости и продолжительности сушки тех или иных влажных материалов [6,8].

Повышение скорости сушки, снижение ее продолжительности в производственных условиях, как правило, является залогом получения относительно недорогого высококачественного сушья. На качество готового высушенного продукта и экономические показатели процесса сушки влияет множество составляющих технологии сушки, к основным из которых можно отнести:

- ♦ природу высушиваемого материала;
- ♦ форму связи влаги в материале;
- ♦ удельную поверхность испарения в материале;
- ♦ начальный и конечный показатели влагосодержания в материале;
- ♦ метод сушки по способу подвода теплоты к влажному материалу (конвективный, контактный и др.);
- ♦ вид сушильного агента (воздух, дымовые газы, смесь воздуха с дымовыми газами);
- ♦ конструктивные признаки сушильного аппарата;
- ♦ температуру сушильного агента;
- ♦ массовую скорость сушильного агента;
- ♦ удельную нагрузку на единицу рабочего объема (площади сетки, решетки) сушильного аппарата и др.

Анализ представленного перечня составляющих показывает, что для выбранного метода сушки, конструкции сушильного аппарата, вида высушиваемого материала, начального и конечного влагосодержания в высушиваемом материале влиять на скорость и продолжительность сушки продукта можно путем изменения:

- ♦ удельной поверхности испарения в материале;
- ♦ температуры сушильного агента;
- ♦ массовой скорости сушильного агента;
- ♦ удельной нагрузки высушиваемого материала на единицу рабочего объема (площади сетки, решетки) сушильного аппарата.

При этом следует иметь в виду, что массовую скорость сушильного агента и удельную нагрузку высушиваемого материала на сушилку следует рассматривать во взаимосвязи.

Рассматривая каждую из 4-х составляющих в отдельности можно установить рациональные рабочие пределы характеризующих их параметров для процесса сушки того или иного материала.

В данном конкретном случае выполненные исследования касаются процесса сушки картофельной мезги.

#### I. Температура сушильного агента.

Этот параметр обеспечивается в подогревателе воздуха и может поддерживаться в пределах заданного значения независимо от всех прочих параметров. Установлено, что сушку картофеля, овощей и плодов желательно осуществлять при температуре сушильного агента (воздуха) не более 80 °С, в противном случае при более высоких температурах наблюдается подгорание (потемнение) продукта [8].

#### II. Удельная поверхность испарения в высушиваемом материале.

Выше указывается на то, что при подготовке картофельной мезги к сушке следует добиваться максимально возможной суммарной удельной поверхности частиц смешанного продукта перед сушкой.

В процессе смешивания было выявлено, что объем смешанной мезги по мере внедрения сухой в отпрессованную возрастает, при этом соблюдается следующее неравенство:

$$V_{см} > V_{пр} + V_c \text{ при } m_{см} = m_{пр} + m_c, \quad (4)$$

где  $V_{см}$  — объем, занимаемый смесью отпрессованной и сухой мезги с массой  $m_{см}$ ;  $V_{пр}$  — объем отпрессованной мезги массой  $m_{пр}$ , взятый на смешивание;  $V_c$  — объем сухой мезги, взятый для возврата на смешивание с массой  $m_c$ .

Очевидно, что:

$$\frac{V_{см}}{m_{см}} > \frac{V_{np} + V_c}{m_{np} + m_c}. \quad (5)$$

Это неравенство говорит о том, что удельный объем смеси отпрессованной и сухой мезги больше, чем суммарный удельный объем отпрессованной и сухой мезги до смешивания.

В процессе экспериментов было выявлено, что в зависимости от величины  $m_c$  можно получить смеси мезги перед сушкой с различными удельными объемами, а, следовательно, с различными удельными поверхностями испарения.

То есть:

$$\sum S_{см} = f\left(\frac{V_{см}}{m_{см}}\right). \quad (6)$$

Введение показателя «удельный объем смеси» позволяет косвенно судить о влиянии величины суммарной поверхности испарения на скорость сушки мезги.

Для выявления характера данного влияния были подготовлены 3 образца смеси отпрессованной и сухой картофельной мезги с различными значениями массовой доли сухих веществ, обусловленными количеством сухого возврата.

Таблица 1. Характеристика образцов

Изучаемый показатель	Номер образца		
	1	2	3
Массовая доля сухих веществ, %	46	48	50
Удельный объем смеси, дм <sup>3</sup> /кг	1,3	1,7	2,0
Продолжительность смешивания, мин	10	10	10

Количество возвращаемой на смешивание сухой мезги определяли по формуле:

$$m_c = \frac{m_{np}(CB_{см} - CB_{np})}{CB_c - CB_{см}}, \text{ кг}, \quad (7)$$

где  $m_{np}$  — масса отпрессованной мезги взятой на смешивание, кг;  $CB_c, CB_{см}, CB_{np}$  — массовые доли сухих веществ соответственно в сухой мезге, в смеси и в отпрессованной мезге, %.

Массовое соотношение сухой и отпрессованной картофельной мезги для достижения требуемого показателя сухих веществ в смешанной мезге определяем из зависимости:

$$n = \frac{CB_{см} - CB_{np}}{CB_c - CB_{см}}. \quad (8)$$

Полученные образцы смешанной мезги были высушены в лабораторных условиях в пароконвектомате в плотном слое толщиной 1 см.

На рис. 4 представлены кривые сушки образцов смешанной мезги с различным удельным объемом.

Анализ кривых позволяет сделать следующий основной вывод.

Площадь поверхности испарения, выраженная косвенно через удельный объем смешанной мезги, наиболее значимо влияет на продолжительность сушки: чем выше удельный объем смеси, тем меньше продолжительность сушки единицы массы продукта.

На рис. 5 представлены кривые скорости сушки тех же образцов смешанной мезги, построенные на основании результатов графического дифференцирования кривых, представленных на рис. 4.

Анализ полученных графических зависимостей скорости сушки показывает, что скорость сушки смешанной мезги с более высоким удельным объемом смеси значительно выше скорости сушки смесей, имеющих меньший удельный объем смеси, чем и объясняется разница в продолжительности сушки образцов смеси с различными удельными объемами.

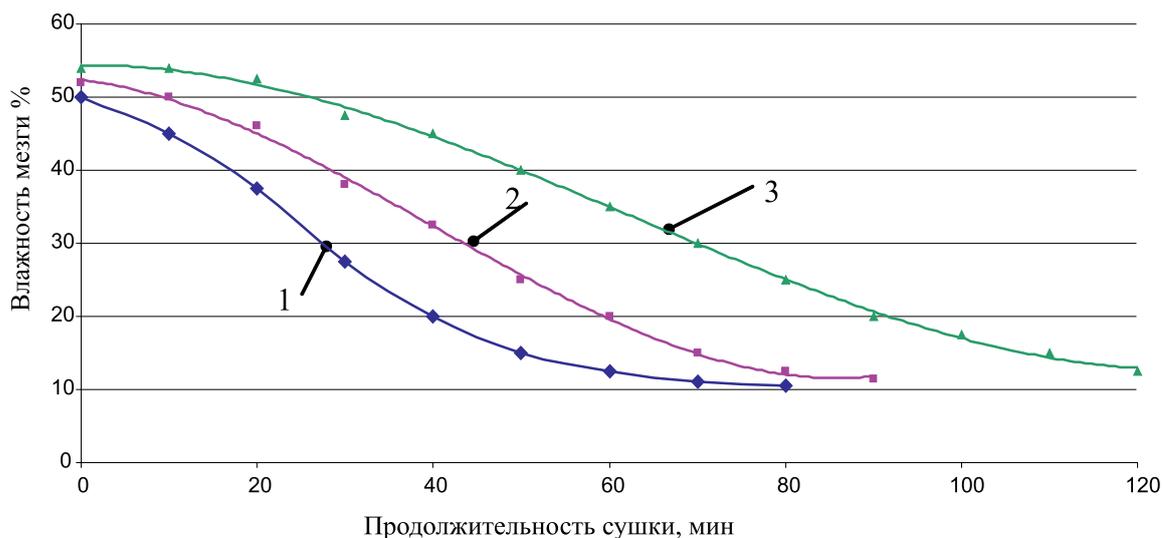


Рис. 4. Кривые сушки образцов смешанной мезги с удельным объемом:  
1–2 дм³/кг; 2–1,7 дм³/кг; 3–1,3 дм³/кг

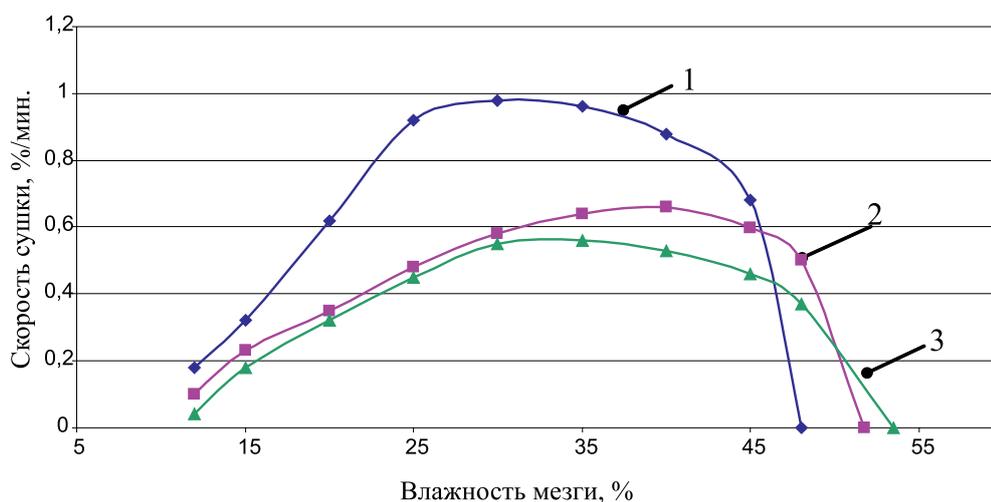


Рис. 5. Зависимость скорости сушки от влажности образцов смешанной мезги при удельном объеме:  
1–2 дм³/кг; 2–1,7 дм³/кг; 3–1,3 дм³/кг

### III. Массовая скорость сушильного агента и удельная нагрузка высушиваемой мезги.

Расчет процесса сушки заключается в том, чтобы определить требуемое количество тепла и сушильного агента на выпаривание 1 кг влаги из высушиваемой мезги. Теоретически данные величины без учета потерь тепла можно определить с помощью Id-диаграммы влажного воздуха [6].

С целью последующего определения расходных показателей воздуха и тепла на сушку картофельной мезги был построен теоретический процесс сушки смешанной картофельной мезги на Id - диаграмме для средних климатических показателей нашего пояса, характеризующихся следующими значениями в период предполагаемого производства и сушки мезги:

- ♦ средняя относительная влажность воздуха, поступающего из окружающей атмосферы  $\varphi = 60\%$ ;
- ♦ начальная температура атмосферного воздуха, поступающего на нагревание перед сушкой  $t_a = 15^\circ\text{C}$ .

Теоретический процесс построен для следующего температурного режима сушки:

- ♦ температура воздуха на входе в сушилку — 80 °С;
- ♦ температура воздуха на выходе из сушилки — 35 °С.

На основании обработки данных теоретического процесса сушки картофельной мезги установлено, что при сушке картофельной мезги с однократным нагревом сушильного агента (воздуха) на 1 кг испаренной влаги расходы составят:

- ♦ сухого воздуха — 56 кг;
- ♦ тепла — 3680 кДж.

Таким образом, теоретический анализ помогает объяснить связь влаги в высушиваемых материалах и обосновать выбор рациональных методов тепловой сушки «твердых материалов разнобразной формы, размеров и структуры». Выявлено, что сушку мезги целесообразно осуществлять конвективным способом, при этом сушить ее в виде крупных кусочков нерационально, а требуется проводить перед сушкой ее подготовку с целью:

- ♦ максимального уравнивания высушиваемых частиц по размеру;
- ♦ достижения максимально возможной поверхности испарения влаги из высушиваемого материала (отпрессованной мезги);
- ♦ максимального перевода капиллярной влаги в поверхностную за счет разрушения капиллярно-пористой структуры.

В результате исследований разработан метод подготовки отпрессованной картофельной мезги к сушке путем смешивания ее с частью ранее высушенной мезги. Обосновано и установлено оптимальное значение массовой доли сухих веществ в смешанной мезге перед сушкой — не менее 48 %. Предложена аналитическая зависимость для установления кратности количества возвращаемой сухой мезги на единицу отпрессованной мезги. Проведены исследования по сушке смешанной картофельной мезги. Впервые с целью определения влияния поверхности испарения в смешанной мезге на скорость сушки был введен показатель удельного объема высушиваемого материала, косвенно отражающий поверхность испарения, но поддающийся быстрому и точному обсчету и разработаны примеры для определения скорости сушки смеси картофельной мезги в зависимости от ее удельного объема.

Используя *Id* — диаграмму влажного воздуха для средних климатических показателей нашего пояса, на основании обработки данных теоретического процесса сушки картофельной мезги установили, что при сушке картофельной мезги с однократным нагревом сушильного агента (воздуха) на 1 кг испаренной влаги расходы составят: сухого воздуха — 56 кг; тепла — 3680 кДж.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Куликов, А. В. К анализу вопроса отходообразования в крахмальном производстве / А.В. Куликов, М.П. Шабета // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2010. — № 2. — С. 39–44.
2. Картофельная клетчатка Potex. Режим доступа: <http://biyami.by/products/category/8/>.
3. Трегубов, Н. Н. Технология крахмала и крахмалопродуктов / Н.Н. Трегубов, Е.Я Жарова, А.И. Жушман. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 472 с.
4. Куликов, А. В. Об эффективности механического обезвоживания картофельной мезги / А.В. Куликов, М.П. Шабета // Инновационные технологии в пищевой промышленности: тез. докл. XI Междунар. науч.-практ. конф., 3-4 октября 2012 г. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию». — Минск, 2012. — С. 173–175.
5. Куликов, А. В. Технология производства сухой картофельной мезги / А. В. Куликов, М. П. Шабета, Н. Н. Петюшев, Ч. С. Дашкевич // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2013. — № 1. — С. 36–44.
6. Гинзбург, А. С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов / А.С. Гинзбург. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 528 с.
7. Способ получения сухой картофельной мезги: пат. №19432 ВУ, МПК А 23L 1/2165; З.В. Ловкис, Н.Н. Петюшев, А.В. Куликов, М.П. Шабета, М.И. Горегляд, А.Л. Волохович;

заявитель РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». — №а 20121473 заявл. 23.10.2012; опубл. 28.05.2015 // Афіц. бюлетэнь // Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. — 2015.

8. *Атаназевич, В. И.* Сушка пищевых продуктов: Справочное пособие / В. И. Атаназевич. — М.: ДеЛи, 2000—296 с.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 21.22.2016*

**A. V. Kulikou, L. V. Yevtushevskaya, O. M. Kulikova**

### **FEATURES OF DRY POTATO PULP**

In the article the theoretical analysis that explains the relationship of moisture in the material being dried and rational methods of heat drying solid materials of various shapes, sizes and textures. A method for the preparation of the pressed potato pulp to drying by mixing it with a portion of previously dried pulp. Grounded, and a mouth-lished the optimal value of the mass fraction of solids in the mixed pulp before the drying. An analytical dependence for establishing the amount of the multiplicity of the returned dry pulp per unit of the pressed pulp. Studies on mixed dried potato pulp. For the first time in order to determine the effect of surface evaporation in the mixed pulp in the drying rate indicator has been introduced in the specific volume of material to be dried, indirectly reflecting surface evaporation. Theoretically installed costs and heat dry air for 1 kg of moisture evaporated upon drying the potato mash to a single heating of the drying agent.

УДК 664.834.25

*В статье проанализированы результаты проведенных исследований и работы по созданию продуктов на основе сухого картофельного пюре, обогащенных биологически активными веществами: витаминами, полиненасыщенными жирными кислотами. Потребление в значительных количествах всеми группами населения функциональных продуктов на основе сухого картофельного пюре позволит снизить риск развития заболеваний, в происхождении которых значительное место занимают факторы питания.*

## **РАЗРАБОТКА ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ СУХОГО КАРТОФЕЛЬНОГО ПЮРЕ, ОБОГАЩЕННЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ**

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

*Н. Н. Петюшев, кандидат технических наук, начальник отдела технологий  
производства из корнеклубнеплодов;*

*А. Н. Демянович, старший научный сотрудник отдела технологий производства  
из корнеклубнеплодов;*

*Л. В. Евтушевская, научный сотрудник отдела технологий производства  
из корнеклубнеплодов;*

*О. Н. Станкевич, инженер-технолог I категории отдела технологий производства  
из корнеклубнеплодов*

В XXI веке большая часть населения развитых стран находится в состоянии малоадаптации. Единственным рычагом, способным повысить адаптивные возможности и перевести из состояния малоадаптации в состояние здоровья, является здоровое, полноценное, оптимальное питание.