

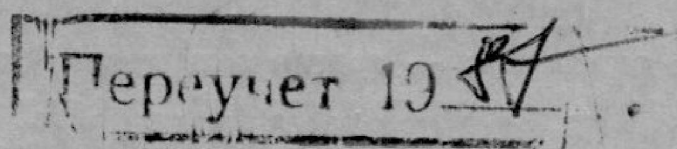
Автореферат
с. 89

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
им. М. В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

СУБОЧ Фадей Иванович

УДК 664.834.25



РАЗРАБОТКА
нового способа переработки картофеля
для получения пищевых, кормовых
и технических продуктов

Специальность 05.18.13 —
технология консервированных пищевых продуктов

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте по производству продуктов питания из картофеля (г. Минск).

Научный руководитель — академик АН БССР, заслуженный деятель науки и техники БССР, доктор биологических наук, профессор,

Вечер А. С.

Официальные оппоненты: — доктор технических наук, профессор, Остапчук Н. В.; кандидат технических наук, доцент Горун Е. Г.

v015121

Авторская Сущность Ф.И.
С 89 Разработка
нового способа
v015121 6/4 1985

конструкторско-технологическое
(СКТБ с ОП) Минплодо-

1985 г. в 12⁰⁰ ча-
та Д 068.35.01 при Одесском
ленности им. М. В. Ломоно-

библиотеке Одесского техноло-
ги им. М. В. Ломоносова.

1985 г.

специализированного совета
доцент А. Ф. ЗАГИБАЛОВ.

ОНАХТ 31.05.12
Разработка нового сп



v015121

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Продовольственной программой СССР, являющейся составной частью экономической стратегии КПСС на ближайшее пятилетие, предусматривается выполнение важной задачи по улучшению снабжения населения плодовоовощной продукцией и картофелем за счет дальнейшего увеличения производства, повышения их качества, а также резкого сокращения потерь продукции. В решении этой задачи особое внимание уделяется картофелю. Промышленная переработка картофеля — один из важнейших путей сокращения его потерь и рационального использования отдельных составных частей с учетом их ценности и значимости для пищевых целей и для технических нужд.

Анализ различных способов переработки картофеля показывает, что одним из перспективных направлений является технология его переработки с использованием механического обезвоживания. Разделение измельченного картофеля на жидкую и плотную фракции и отдельная переработка каждой фракции позволяют снизить количество отходов производства и более рационально использовать перерабатываемое сырье.

Таким образом, актуальность данной работы определяется потребностью в разработке безотходной технологии переработки картофеля с использованием механического обезвоживания для получения пищевых, кормовых и технических продуктов.

Работа является частью разрабатываемой проблемы безотходной переработки картофеля и предусматривает безводную переработку плотной фракции картофеля в пищевые, кормовые и технические продукты.

Цель исследований. Разработать новый способ переработки картофеля для получения пищевых, кормовых и технических

картофельных продуктов, обеспечивающий рациональное и полное ис-
Одесский институт пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова
БИБЛИОТЕКА

v015121

пользование перерабатываемого картофеля.

Для осуществления этой цели было намечено решить следующие задачи: обосновать принципиальную возможность безотходной переработки картофеля; определить компрессионные и фильтрационные свойства измельченного картофеля; установить режимы разделения измельченного в кашку картофеля на жидкую и плотную фракции; определить свойства плотной фракции картофеля; установить кинетику сушки плотной фракции картофеля; рассчитать параметры режима сушки, позволяющие получать продукты заданного качества; определить свойства полученных новых продуктов и наиболее перспективные области их применения; разработать безотходную технологию переработки картофеля.

Научная новизна работы заключается в том, что научно обоснован и разработан безотходный способ переработки картофеля, основанный на разделении измельченного сырого картофеля на жидкую и плотную фракции с последующим безводным разделением плотной фракции на порошкообразный картофелепродукт и полуфабрикат из картофеля. Определены основные закономерности процесса разделения картофеля на жидкую и плотную фракции, впервые установлены свойства плотной фракции картофеля, позволяющие получать из нее новые продукты. Получено уравнение кинетики сушки плотной фракции картофеля в кипящем слое, описывающее процессы с необходимой точностью. Определены физико-химические показатели впервые полученных порошкообразного картофелепродукта и полуфабриката из картофеля.

Новизну технологических решений по теме диссертации подтверждают десять авторских свидетельств на изобретения: девять на способ, одно — на линию переработки картофеля.

Практическая ценность. Результаты исследований использованы при разработке научно-обоснованной безотходной техноло-

гии переработки картофеля для получения пищевых, кормовых и технических продуктов. Обоснована техническая возможность создания на основе разработанной технологии и машинно-аппаратурной схемы безотходной переработки картофеля поточно-механизированного производства новых видов картофелепродуктов. Разработана нормативно-техническая документация на производство порошкообразного картофелепродукта, полуфабриката из картофеля и сухого корма. Определена технико-экономическая эффективность применения безводного способа переработки картофеля. Выявлена сфера применения получаемых по новой технологии картофелепродуктов в различных отраслях народного хозяйства.

Апробация диссертационной работы. Результаты диссертационной работы доложены: на республиканских семинарах (г. Ганцевичи, май, 1979 г.; г. Тарту, февраль, 1979 г.; г. Орджоникидзе, июнь, 1983 г.), всесоюзном совещании "Улучшение комплексного использования сырья и отходов производства в пищевой промышленности" (г. Крымск, май, 1979 г.), всесоюзных научных симпозиумах "Физико-химия крахмала и крахмалопродуктов" (г. Москва, октябрь, 1981 г.; г. Москва, сентябрь, 1984 г.).

Публикации. Основные результаты исследований освещены в 20 печатных работах.

Структура и объем. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, описки литературы, включающего 211 наименований, из них 37 на иностранных языках и приложения на 80 страницах. В диссертации 227 страниц машинописного текста, 19 таблиц, и 26 рисунков.

На защиту выносятся результаты исследований по обоснованию принципиальной возможности безотходной переработки картофеля; по разделению измельченного картофеля на жидкую и плот-

ную фракции; процесса получения плотной фракции картофеля в полурассыпчатом и рассыпчатом состояниях и кинетики ее сушки в кипящем слое; результаты процесса безводного разделения плотной фракции на порошкообразный картофелепродукт и полуфабрикат из картофеля; результаты физико-химических показателей впервые полученных картофелепродуктов; аппаратурное оформление безотходной технологии переработки картофеля в пищевые, кормовые и технические продукты.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом экспериментальных технологических исследований был картофель сортов Лошицкий, Темп и Огонек, районированный в Белоруссии и выращенный в одинаковых почвенно-климатических условиях. При производственной проверке использовались и другие сорта картофеля, а также их смесь. В работе исследовали плотную фракцию картофеля и полученные из нее порошкообразный картофелепродукт, полуфабрикат из картофеля и сухой корм.

Химический состав картофеля и продуктов его переработки характеризовали по комплексу показателей стандартными методами. Крахмал, выделенный из клубней, анализировали в соответствии с ГОСТом 7690-68, кроме того определяли вязкость, молекулярную массу, степень полимеризации, ИК-спектры крахмала, содержащегося в порошкообразном картофелепродукте и полуфабрикате из картофеля определяли на приборе ИКС-14, рентгенограммы крахмала на дифрактометре ДРОН-1.

Процессы разделения измельченного картофеля (кашки) на плотную и жидкую фракции, сушки предварительно подготовленной плотной фракции и разделения ее на порошкообразный картофелепродукт и полуфабрикат из картофеля изучались на технологических стендах ВНИИПК и ЦНИИМЭСХ, типовых линиях получения витаминной травяной муки, картофельного крахмала, сухого кар-

тофельного шре.

Определение компрессионных и фильтрационных свойств измельченного сырого картофеля, а также сушку плотной фракции картофеля проводили на специально созданных экспериментальных установках. Тепловые измерения проводили хромель-копелевыми термопарами в комплекте с 12-ти точечным потенциометром КСП-4. Изучение кинетики сушки проводили путем отбора проб на разных стадиях процесса сушки и определяли влагосодержание в каждом образце. Для расчета продолжительности сушки использовали метод приведенной скорости сушки Г.К.Филоненко, М.А.Гришина. Экспериментальные работы по разделению плотной фракции на порошкообразный картофелепродукт и полуфабрикат из картофеля проводили на каскадном сепараторе фирмы "Альпине" (ФРГ) и инерционно-пневматическом сепараторе конструкции ВНИИДрев. Результаты проведенных экспериментов обрабатывали методами математической статистики.

Проверка в производственных условиях и внедрения осуществлялись в совхозе "Любань" им. 50-летия СССР Минсельхоза БССР, Ганцевичском экспериментальном консервно-овощесушильном комбинате Минплодоовощхоза СССР, Слококком целлюлозно-бумажном заводе "Латбумпрма", колхозе им. И.И.Разумовского минсельхоза РСФСР.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование процессов разделения измельченного картофеля на жидкую и плотную фракции

Для разработки нового способа переработки картофеля по безотходной технологии исследованы процессы разделения измельченного в кашку картофеля на жидкую и плотную фракции и безводной переработки плотной фракции в пищевые, кормовые и технические продукты.

Определена степень измельчения картофеля, которая оказывает существенное влияние на величину активной удельной поверхности измельченного в кашку картофеля и, соответственно, на процесс выделения жидкой фракции.

Зависимость активной удельной поверхности измельченного картофеля от эквивалентного диаметра его частиц аппроксимирована уравнением:

$$f = -30,408 d_{\text{э}} + 62,500 d_{\text{э}}^2 - 64,583 d_{\text{э}}^3 + 31,250 d_{\text{э}}^4 - 5,208 d_{\text{э}}^5 + 6,950 \quad (1)$$

где f — активная удельная поверхность измельченного картофеля, $\text{м}^2 \text{кг}^{-1}$; $d_{\text{э}}$ — эквивалентный диаметр частиц, м.

Количество свободной жидкой фракции в измельченном картофеле определено по формуле:

$$A_{\text{с}} = \frac{\varphi W_1}{\rho_{\text{ж}} (1-C)} K_{\text{из}} \quad (2)$$

где φ — удельная нагрузка обезвоживаемой кашки на фильтровальную перегородку, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$; W_1 — начальная влажность исходного картофеля, %; $\rho_{\text{ж}}$ — плотность жидкой фракции, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$; C — концентрация сухих веществ в жидкой фракции, в долях единицы; $K_{\text{из}}$ — коэффициент измельчения картофеля, в долях единицы.

Наиболее эффективным и экономичным способом разделения измельченного картофеля на жидкую и плотную фракции, учитывая его структурно-механические свойства и формы связи влаги с материалом является прессование.

Механическое обезвоживание кашки представляет собой процесс фильтрации жидкой фазы через слой продукта. Скорость такого процесса обуславливается тем сопротивлением, которое встречает жидкость при прохождении через слой кашки.

На основании уравнения фильтрации Дарси получена зависимость продолжительности обезвоживания измельченного картофеля:

$$\tau = - \frac{4h^2}{C_{\text{э}} \pi^2} \ln \left(\frac{W_2 - W}{W_2 - W_1} \right) \quad (3)$$

где W_2 — влажность полученной плотной фракции картофеля, %; W — компрессионная влажность, т.е. влажность плотной фракции при полной стабилизации осадка от давления, %;

$C = \frac{K}{a_{\text{уп}} (1 + \xi_{\text{ср}})^{\rho_{\text{ж}}}}$ — коэффициент, характеризующий скорость выравнивания давлений в продукте, $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$; K — коэффициент фильтрации Дарси, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$; $\xi_{\text{ср}}$ — коэффициент уплотнения, $\text{м}^2 \cdot \text{н}^{-1}$; $\rho_{\text{ж}}$ — плотность жидкости, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$; h — толщина уплотненного слоя кашки, м; τ — время, с.

На основании компрессионной кривой I (рис. I) при коэффициенте измельчения картофеля 90% и нагрузке материала $25 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$ при повышении давления до 0,04 МПа влажность измельченного в кашку картофеля снижалась на 178,7%, а при увеличении давления с 0,04 до 0,1 МПа влажность кашки уменьшилась на 12,3% и, увеличивая давление до 0,2 и 0,3 МПа, снижение влажности соответственно составило 5,6 и 3,0%. Дальнейшее повышение давления до 0,5 МПа приводило к незначительному снижению влажности.

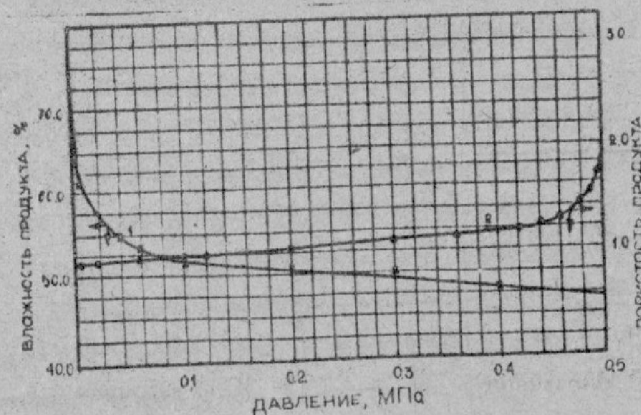


Рис. I. Зависимость влажности и пористости кашки от давления:
1 — влажность,
2 — пористость.

Количественная зависимость компрессионной влажности картофеля от давления выражена уравнением: $W = 110 \cdot P^{-0,13}$

Установлено, что рост давления оказывает существенное влияние на выход жидкой фракции. С повышением давления выход жидкой фракции увеличивается, однако интенсивность процесса уменьшается. Основными характеристиками интенсивности уплотнения кашки от действия внешнего давления являются коэффициенты пористости и уплотнения. Графическая зависимость коэффициента пористости от внешней нагрузки (кривая 2) представлена на рис.1.

Снижение водопроницаемости слоя кашки при повышении давления до 0,1 МПа объясняется тем, что у фильтрующей перегородки образуется плотный слой продукта, который препятствует выходу жидкой фракции. Кроме того, под действием высоких давлений взвешенные частицы закупоривают поры и капилляры кашки и тем самым затрудняют фильтрацию. Величина коэффициентов уплотнения и фильтрации падает при давлении до 0,04 МПа, то есть тогда, когда происходит удаление свободной влаги из крупных пор.

Установлено, что отношение $K/a_{уд}$, входящее в уравнение (3), в процессе роста компрессионного давления изменяется незначительно, его можно считать величиной постоянной и равной $0,032 \text{ Н} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$.

Характер изменения фильтрации в зависимости от пористости и уплотнения подтверждает, что уменьшение коэффициента фильтрации происходит в той фазе, когда отмечается исчезновение наиболее крупных пор.

Зависимость влажности кашки от времени прессования показывает, что при степени измельчения картофеля 90%, удельной нагрузке на единицу поверхности $15 \dots 25 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$, давлении 0,1...

0,5 МПа и времени выдержки 60...80 с, влажность полученной плотной фракции составляет 43...50%.

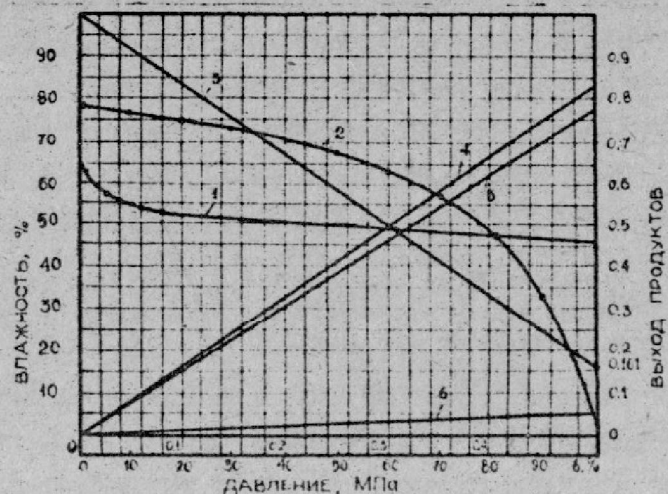


Рис.2. Зависимость количественных значений продуктов прессования кашки от нагрузки.
1,2 — компрессионные кривые; 3 — количество плотной фракции; 4,5 — количество жидкой фракции и влаги в ней; 6 — количество сухих веществ в жидкой фракции.

На основании компрессионной кривой (рис.1) построена номограмма (рис.2), которая позволяет получить количественные значения плотной и жидкой фракций.

Установлено, что разделение картофеля на две фракции позволяет подготовить плотную фракцию картофеля к сушке при высоких технико-экономических показателях, которые достигаются за счет увеличения контактируемой поверхности между высушиваемым материалом и сушильным агентом. Сушка плотной фракции картофеля на кормовые продукты проводилась в пневмобарабанной сушилке при температуре теплоносителя 360°C и скорости перемещения материала $0,0045 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Определено, что при сушке плотной фракции в пневмобара-

банной сушке содержание крахмала и редуцирующих сахаров как в исходной отпрессованной массе, так и в сухом продукте изменяется незначительно и находится соответственно на уровне 77,5...77,6 и 1,62...1,66%. Убыль в весе сухого продукта за 2^х-летний период хранения составила 0,52%, потери органического вещества в нем находились на уровне 1%. В органолептической оценке хранившегося сухого корма — цвете, запахе, структуре, сыпучести — изменений не выявлено.

Исследования по сушке плотной фракции картофеля и разделение ее на порошкообразный картофелепродукт и полуфабрикат из картофеля

Безводное разделение плотной фракции на порошкообразный картофелепродукт и полуфабрикат из картофеля является новым. При проведении исследований выявлена закономерность, позволяющая разделить плотную фракцию картофеля на две части: обогащенную крахмалом (порошкообразный картофелепродукт) и оставшуюся часть — волокна разорванных и неразорванных клеток картофеля (полуфабрикат из картофеля).

Установлено, что для разделения плотной фракции картофеля на порошкообразный картофелепродукт и полуфабрикат из картофеля необходимо ослабить связь между крахмальными частицами и волокнами клеток, то есть получить плотную фракцию в полурассыпчатом и рассыпчатом состояниях. Плотная фракция картофеля в полурассыпчатом и рассыпчатом состояниях является продуктом с принципиально новыми отличительными свойствами.

Определено, что при коэффициентах измельчения картофеля от 50 до 90% влажность плотной фракции в полурассыпчатом и рассыпчатом состояниях находится в узком интервале значений и составляет: в полурассыпчатом состоянии — 31...34%, в рассыпчатом — 22...24%.

Установлено, что перевод плотной фракции картофеля в полурассыпчатое состояние может быть осуществлен путем смешивания ее с сухим полуфабрикатом из картофеля, представляющим собой ту же плотную фракцию, только отделенную от порошкообразного картофелепродукта и высушенную до влажности 7...12%. Предпосылкой к такому варианту обработки плотной фракции явилось то, что полученный новый продукт, сухой полуфабрикат из картофеля, обладает высокой адсорбционной способностью.

Определено соотношение весовых количеств плотной фракции и сухого полуфабриката из картофеля для достижения полурассыпчатого состояния смеси.

Выявлена возможность получения плотной фракции картофеля в рассыпчатом состоянии путем снижения ее влажности непосредственным высушиванием. Исследования процесса сушки плотной фракции в зависимости от температуры (рис.3), скорости теплоносителя и нагрузки материала показали, что сушку продукта можно осуществлять, используя высокотемпературный теплоноситель (110...140°C), сохраняя при этом естественную капиллярно-пористую структуру материала. Температурные кривые, кривые сушки и результаты рентгеноструктурного анализа (рис.4) сухого продукта, подтверждают, что частицы готового продукта не теряют своего кристаллического состояния.

Количественные закономерности процесса сушки плотной фракции картофеля устанавливали методом приведенной скорости сушки по формуле Г.К.Филоненко и уточненной М.А.Гришиным:

$$\tau = \frac{1}{N} \left[(W_1 - W_k) + 2,3A \operatorname{tg} \frac{W_k - W_p}{W_p - W_k} + \beta (W_k - W_d) \right];$$

где W_1, W_2, W_k, W_p — соответственно начальная, текущая, критическая и равновесная влажность, %; N — скорость сушки в первом периоде, %·мин⁻¹; A, β — коэффициенты, не зависящие от

влажностности продукта.

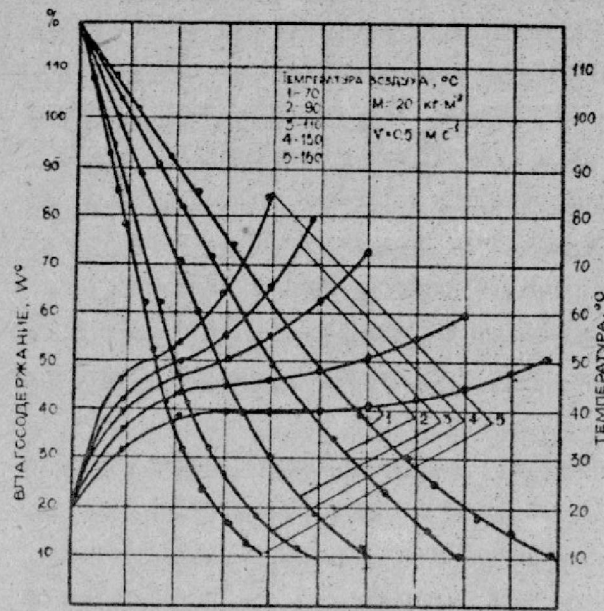


Рис. 3 продолжительность сушки, мин

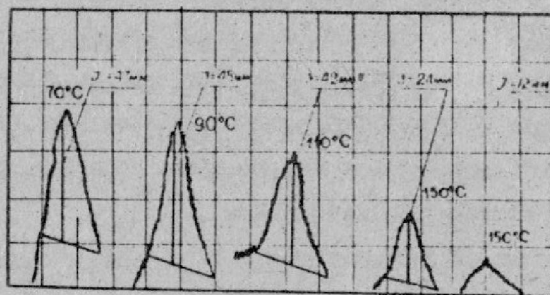


Рис. 4

Установлена математическая зависимость постоянной скорости сушки от потенциала сушки, массовой скорости воздуха и удельной нагрузки: $N = a + bE \cdot v \cdot \frac{F}{M_c}$. Эта зависимость имеет линейный характер, где коэффициенты a и b определяются структурой плотной фракции картофеля, формой и размером частиц; $E = t^c - t^m$ потенциал сушки; $v \rho$ - массовая скорость воз-

духа, $\text{кг.м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$; M_c - масса абсолютно сухого материала, кг ;
 F - рабочая поверхность сетки аппарата, м^2 .

Величина критического влагосодержания W_k , коэффициенты A и β , входящие в уравнение (4), изменяются в зависимости от температуры и потенциала сушки E . Графическое выражение зависимости коэффициентов A и β от потенциала сушки позволило вывести следующие уравнения:

$$A = 15,6 - 6 \cdot 10^{-2} E; \quad \beta = 1,2 - 4 \cdot 10^{-3} E \quad (5)$$

Средние квадратичные отклонения расчетных данных от опытных величин составили $A \pm 0,12$ (2,2%), коэффициента $\beta \pm 0,31$ (3,5%).

Результаты исследований кинетики сушки плотной фракции картофеля позволяют рекомендовать режим сушки в кипящем слое, характеризующийся параметрами: температура сушильного агента $110 \dots 140^\circ\text{C}$, скорость его движения $0,3 \dots 0,5 \text{ м.с}^{-1}$, нагрузка материала 20 кг.м^{-2} , продолжительность сушки $5 \dots 7$ мин.

Исследования по разделению рассыпчатой массы на порошкообразный картофельпродукт и полуфабрикат из картофеля во вращательно-поступательном потоке, проведенные из воздушном каскадном сепараторе "Альпине" ФРГ, показали, что в плотной фракции картофеля содержатся частички, скорость вращения которых в восходящем потоке составляет от $0,1$ до $2,0 \text{ м.с}^{-1}$.

Способ подготовки плотной фракции картофеля путем сушки ее в кипящем слое обеспечивает получение рассыпчатой массы, пригодной для разделения на порошкообразный картофельпродукт и полуфабрикат из картофеля.

Разделение плотной фракции на порошкообразный картофельпродукт и полуфабрикат из картофеля позволяет в затухающем режиме снова повысить скорость сушки полуфабриката за счет получения однородной фракции, отделенной от мелочи.

Установлено, что досушивание полуфабриката из картофеля в развитой стадии кипящего слоя следует проводить при температуре 110...120°C в течение 3...4 минут.

Продолжительность сушки полуфабриката из картофеля состоит из следующих этапов: $t = t_1 + t_2 + t_3$, где t_1 - продолжительность сушки полуфабриката из картофеля в смеси с порошкообразным картофелепродуктом (плотная фракция картофеля в полурассыпчатом состоянии); t_2 - время, необходимое для транспортировки и отделения порошкообразного картофелепродукта; t_3 - продолжительность досушки полуфабриката из картофеля.

Следовательно, с учетом времени транспортировки и отделения порошкообразного картофелепродукта 30...35 мин продолжительность сушки полуфабриката из картофеля выражена уравнением:

$$t = \frac{1}{N} \left[(W_1 - W_k) + 2,3 \cdot 9,00 t_4 \frac{W_k - W_p}{W_2 - W_p} + 0,76(W_k - W_2) \right] + 30 \quad (6)$$

Среднее квадратичное отклонение расчетных данных, полученных по уравнению (6) и экспериментальных составило не более ± 15 (6,5%).

Химическая и технологическая оценка полученных продуктов

Результаты анализа качества полученных по разработанной технологии порошкообразного картофелепродукта и полуфабриката из картофеля приведены в табл. I.

Исследования показали положительное влияние разработанного безводного способа переработки плотной фракции картофеля на качество полуфабриката из картофеля и порошкообразного картофелепродукта. Отмечено сохранение основных показателей: сахаров, белков в том числе аминокислот, особенно незаменимых. Основным компонентом порошкообразного картофелепродукта и сухого полуфабриката из картофеля является крахмал.

Таблица I

Химические показатели	Единица измерения	Характеристика исследуемых объектов		
		Порошкообразный картофелепродукт	Полуфабрикат из картофеля	
Влажность	в.с.в.	11,30	10,00	
Общие сахара		1,70	2,80	
Редуцирующие сахара		0,46	1,45	
Белок (сырой протеин)		1,80	3,20	
Целлюлоза		1,03	14,90	
Гемиллюлоза		0,51	3,05	
Зола		0,60	0,95	
Сернистый ангидрид		0,01	0,01	
Крахмал		94,50	69,10	
Вязкость 2% клейстера		н.с.	0,19	
Средняя величина крахмальных зерен		мкм	39,50	-
Аминокислоты, г на 100 г в.с.в.				
Аргинин			0,094	0,167
Аспарагиновая кислота			0,225	0,343
Серин		0,066	0,104	
Глутаминовая кислота		0,153	0,244	
Пролин		0,022	0,042	
Глицин		0,018	0,112	
Аланин		0,021	0,099	
Тирозин		0,033	0,099	
Гистидин		0,041	0,092	
Незаменимые аминокислоты, г на 100 г в.с.в.				
Лизин		0,061	0,251	
Валин		0,046	0,128	
Метионин		0,015	0,016	
Изолейцин		0,015	0,074	
Лейцин		0,039	0,192	
Фенилаланин		0,028	0,099	
Триптофан		следы	0,004	
Треонин		0,083	0,131	
Минеральные вещества	мг/г			
Zn		64 · 10 ⁻⁶	86 · 10 ⁻⁴	
Mn		12 · 10 ⁻⁶	35 · 10 ⁻⁵	
Fe		44 · 10 ⁻⁵	98 · 10 ⁻⁴	
Cu		3 · 10 ⁻⁶	84 · 10 ⁻⁵	
Mg		99 · 10 ⁻⁶	11 · 10 ⁻⁴	
Ca		53 · 10 ⁻⁶	47 · 10 ⁻⁴	
Na		34 · 10 ⁻⁵	68 · 10 ⁻⁴	
K		31 · 10 ⁻⁴	76 · 10 ⁻³	
P		24 · 10 ⁻³	37 · 10 ⁻²	

ИК-спектры с отчетливо выраженными максимумами в области

1150, 1160 см⁻¹ показали, что во вторичной структуре крахма-

Одесский технологический институт пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова
БИБЛИОТЕКА

к.о. 15121

ла, содержащегося в порошкообразном картофелепродукте и полуфабрикаты из картофеля не найдено отличий по сравнению с исходным крахмалом и структура полисахаридных молекул в процессе технологической обработки не претерпела изменений.

Рентгеноструктурный анализ (рис. 5) подтверждает, что в порошкообразном картофелепродукте и полуфабрикаты из картофеля (рентгенограммы 1 и 2) имеются максимумы или пики в области $17,5^\circ$, образующиеся при отражении плоскостью кристаллической решетки направленного рентгеновского луча.



Рис. 5. Дифрактограммы:
1 - порошкообразный картофелепродукт; 2 - полуфабрикат из картофеля; 3 - набухающий крахмал.

Исследования показали, что по своему химическому составу порошкообразный картофелепродукт близок к крахмалу, а сухой полуфабрикат из картофеля ближе к сырому картофелю.

Исследования по применению порошкообразного картофелепродукта в производстве кондитерских изделий, декстрина и бумаги, а сухого картофельного полуфабриката в приготовлении клецек, драников, бабок, показали целесообразность использования полученных продуктов в данных отраслях народного хозяйства. Клецки, драники, бабки получили высокую дегустационную оценку и отличались хорошей консистенцией, характерной для продуктов, полученных из сырого тертого картофеля.

Уникальные свойства порошкообразного картофелепродукта способствуют эффективному применению его в бумажной промышленности. Производственные испытания по применению порошкообразного картофелепродукта для поверхностной проклейки бумаги, проведенные на Слосском целлюлозно-бумажном заводе "Латбумпрома", показали, что порошкообразный картофелепродукт может быть использован вместо применяемого в настоящее время картофельного крахмала с годовым экономическим эффектом 109,0 тыс.руб.

Разработана аппаратурно-технологическая схема и нормативно-техническая документация (технические условия и технологические инструкции) на производство сухого корма, полуфабриката из картофеля и порошкообразного картофелепродукта.

Комплекс проведенных исследований положен в основу безотходной технологии переработки картофеля, проверка которой в производственных условиях подтвердила полученные результаты.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Впервые разработана безотходная технология переработки картофеля, предусматривающая разделение его на жидкую и плотную фракции и позволяющая разделить плотную фракцию на порошкообразный картофелепродукт и полуфабрикат из картофеля. Такой "безводный" способ разделения плотной фракции на составляющие обеспечивает рациональное и полное использование сырья и способствует охране окружающей среды от загрязнения.

2. Определены компрессионные и фильтрационные свойства измельченного в кашку картофеля необходимые для установления режимов разделения его на плотную и жидкую фракции. Выведена количественная зависимость свободной жидкой фракции в измельченном картофеле от его удельной нагрузки и исходной влаж -

ности.

3. Установлены закономерности изменения коэффициентов пористости, фильтрации и уплотнения от внешней нагрузки. При повышении давления от 0,04 до 0,1 МПа происходит снижение коэффициента уплотнения, фильтрации и падение водопроницаемости слоя кашки, которое объясняется образованием у фильтрующей перегородки плотного слоя продукта из-за исчезновения наиболее крупных пор. Отношение коэффициента фильтрации и коэффициенту уплотнения ($K/a_{уп}$) изменяется незначительно, что позволяет считать его в практических расчетах величиной постоянной и равной $0,036 \text{ Н.с}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$.

4. Определены режимы разделения измельченного в кашку картофеля на плотную и жидкую фракции: давление обезвоживания 0,1...0,5 МПа, продолжительность обезвоживания 60...80 с, удельная нагрузка 15...25 кг.м^{-2} . Приведена номограмма для выбора режима получения плотной и жидкой фракций картофеля.

5. Определены кинетические закономерности сушки плотной фракции картофеля в кипящем слое. Установлены зависимости скорости обезвоживания в первом периоде, коэффициентов A и β от потенциала сушки. Кинетика сушки и расчет продолжительности обезвоживания по методу приведенной скорости сушки Г.К. Филоненко показали их применимость для исследуемой плотной фракции картофеля.

6. Доказана возможность осуществления сушки плотной фракции картофеля в кипящем слое высокотемпературным теплоносителем, сохраняя при этом естественную капиллярно-пористую структуру материала. Параметрами режима получения качественной плотной фракции картофеля являются: температура сушильного агента 110...140°C, скорость его движения 0,3 ... 0,5 м.с^{-1} , нагрузка материала 20 кг.м^{-2} , продолжительность

сушки 5...7 мин.

7. Установлены закономерности разделения плотной фракции картофеля на порошкообразный картофелепродукт и полуфабрикат из картофеля. Определен химический состав полученных продуктов и исходного сырья. Показаны различия их по основным показателям: крахмалу, азотистым соединениям, соотношению сахаров. Изучены физико-химические свойства и особенности строения крахмала. Установлено, что различий во вторичной структуре крахмала, содержащегося в порошкообразном картофелепродукте и полуфабрикате из картофеля не обнаружено.

8. В соответствии с найденными режимами и параметрами безотходной технологии переработки картофеля разработаны принципиально новые способы получения пищевых, кормовых и технических продуктов (А.с. СССР № 552954, № 621339, № 632112, № 641954, № 649399, № 661953, № 672729, № 704586, № 950840), а также линия переработки картофеля (А.с. СССР № 976938).

9. Разработана аппаратурно-технологическая схема и нормативно-техническая документация (технические условия и технологические инструкции) на производство порошкообразного картофелепродукта, полуфабриката из картофеля, сухого корма и их применение в различных отраслях народного хозяйства. По разработанной технологии на Ганцевичском комбинате создана линия по переработке картофеля, которая принята ведомственной комиссией Минпищепрома СССР и рекомендована к внедрению. Внедрение разработанной технологии в совхозе "Любань" имени 50-летия СССР позволило получить экономический эффект в сумме 44,6 тыс.руб.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Субоч Ф.И. Использование отходов картофелеперерабатывающей промышленности для получения сухих кормов. В

- кн.: Материалы респ. науч.-техн. конф. "Использование отходов промышленности в кормлении животных". Киев, 1975, с. 246-247.
2. А.с. 552954 (СССР). Способ получения картофелепродукта / К.Г.Аверьянов, А.С.Вечер, Ф.И.Субоч, М.П.Шабета. Оpubл. в Б.И., 1977, № 13.
3. А.с. 621339 (СССР). Способ производства полуфабрикатов из картофеля / Ф.И.Субоч, М.П.Шабета, О.И.Радевич, В.И.Верткина. - Оpubл. в Б.И., 1978, № 32.
4. Вечер А.С., Субоч Ф.И. Прессование измельченного картофеля. - Изв. вузов. Пищ. технология, 1979, № 4, с. 110-112.
5. А.с. 632112 (СССР). Способ получения картофелепродукта / К.Г.Аверьянов, А.С.Вечер, Ф.И.Субоч, М.П.Шабета. - Оpubл. в Б.И., 1978, № 41.
6. А.с. 641954 (СССР). Способ переработки картофеля / К.Г.Аверьянов, А.С.Вечер, Е.Ф.Миронович, Ф.И.Субоч, Е.Н.Скачков. - Оpubл. в Б.И., 1979, № 2.
7. А.с. 649399 (СССР). Способ получения сухого картофельного продукта / Ф.И.Субоч. - Оpubл. в Б.И., 1979, № 8.
8. "Субоч Ф.И. Снижение потерь картофеля в условиях его комплексной переработки. - В кн.: Тез. докл. Всесоюз. совещания "Улучшение комплексного использования сырья и отходов производства в пищевой промышленности". Крымск, 1979, с. 24-25.
9. А.с. 661953 (СССР). Способ получения картофелепродукта / И.В.Стахеев, В.Г.Бабицкая, Ф.И.Субоч и др. - Оpubл. в Б.И., 1982, № 48.
10. А.с. 672729 (СССР). Способ получения картофелепродукта / Ф.И.Субоч, И.А.Давыденко, М.П.Шабета и др. - Оpubл. в Б.И., 1981, № 19.
11. А.с. 704586 (СССР). Кормовая добавка для жвачных животных и способ ее получения / А.С.Вечер, К.Д.Вабищевич, М.С.Дудкин, С.Е.Марголин, Ф.И.Субоч, Л.В.Сердюк, Е.Н.Скачков. - Оpubл. в Б.И., 1979, № 47.
12. Способ разделения сухого измельченного картофеля / В.И.Варулин, Ф.И.Субоч, Л.И.Навродская и др. - Минск, 1981. - 4 с. - (Информ. листок / ЛТИ БелНИИТИ, № 61).
13. Субоч Ф.И. Способ получения сухого картофельного продукта. - Науч.-техн. реф. сб. / ЦНИИТЭИпищепром. сер. консерв., овощесуш. и пищекоцентра. пром-сть, 1981, № 1, с. 6-8.

14. Способ производства пищевых полуфабрикатов из картофеля / Ф.И.Субоч, М.П.Шабета, Т.А.Трушина и др. Науч.-техн. реф. сб. / ЦНИИТЭИпищепром. сер. 4: Консерв., овощесуш. и пищекоцентра. пром-сть, 1981, № 2, с. 9-11.
15. Вечер А.С., Субоч Ф.И. Получение сухого порошкообразного картофелепродукта из отпрессованной картофельной каши. - В кн.: Тез. докл. УШ всесоюз. науч. симпозиума "Физико-химия крахмала и крахмалопродуктов", Москва, с. 34-36.
16. А.с. 950840 (СССР). Состав для поверхностной проклейки бумаги / С.И.Макиевская, Г.М.Горский, Ф.И.Субоч и др. - Оpubл. в Б.И., 1982, № 30.
17. Субоч Ф.И., Шабета М.П. Влияние процесса прессования измельченного картофеля на выход жидкой фракции. - Науч.-техн. реф. сб. / ЦНИИТЭИпищепром. сер. консерв., овощесуш. и пищекоцентра. пром-сть, 1982, № 7, с. 4-8.
18. А.с. 976938 (СССР). Установка для переработки картофеля на корм / Ф.И.Субоч, М.П.Шабета, И.А.Давыденко и др. - Оpubл. в Б.И., 1982, № 44.
19. Вечер А.С., Субоч Ф.И., Шабета М.П. Картофелепродукт из отпрессованной картофельной каши. - Изв. вузов. Пищ. технология, 1982, № 5, с. 70-73.
20. Пути утилизации отходов при производстве картофелепродуктов / Ф.И.Субоч, И.А.Давыденко, М.П.Шабета, Т.А.Трушина. - М., 1983. - 29 с. - (Обзор. информация / ЦНИИТЭИпищепром. сер. 4: Консерв., овощесуш. и пищекоцентра. пром-сть, вып. 5).

Филиппов