

Автор ед.
С 32

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
У С С Р

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Аспирант СЕРДОЖ Людмила Васильевна

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА НЕКОТОРЫХ СОРТОВ
КАРТОФЕЛЯ, ЕГО ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ И
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ

Специальность 05.18.13 - технология
консервирования пищевых продуктов

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1977

Работа выполнена на кафедре органической химии Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова

Научный руководитель — доктор химических наук
профессор М.С. ДУДКИН

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор А.Л. ФЕЛЬДМАН

Кандидат технических наук, доцент Е.Г. ГОРУН

✓ 012 966
Автор, СЕРДЮК Л.В.
С 32 ИССЛ. СОСТ-ВА
НЕКОТ. СОРТОВ КАРТОФ.
1944 6/4

ственное объединение
продуктов из карто-

20/12 1977 года на
...35.01 по специально-
пищевых продуктов" в
промышленности имени
... Свердлова, II 2, ОТИП).
библиотеке института.

1977 года

ОНАХТ 06.06.12
Исследование состава



v012966

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. "Основными направлениями развития народного хозяйства СССР на 1976-1980 гг.", принятыми XXV съездом КПСС, предусматривается "увеличить производство продукции пищевых отраслей промышленности на 23-25%. Значительно повысить качество, биологическую ценность и вкусовые достоинства продуктов питания, улучшить их ассортимент. Полнее использовать сельскохозяйственное сырье для выработки полноценных продуктов питания."

Среди сельскохозяйственных культур нашей страны большое внимание отводится расширению производства картофеля, повышению его пищевых, вкусовых и технологических качеств, что связано с совершенствованием старых и выведением новых селекционных сортов, их подробной химической характеристикой.

В настоящее время особое значение приобретают процессы переработки картофеля, в частности, его сушка, являющаяся одним из наиболее совершенных способов консервирования. Выработка сушеного картофеля в СССР к 1980 г. достигнет 30,0 тыс. тонн или 42% от общего количества производимых картофелепродуктов.

Советскими и зарубежными исследователями (Г.К. Филоненко, А.С. Гинзбургом, М.В. Лыковым, М.А. Гришиным, Д. Отмером и др.) созданы теоретические и практические основы сушки пищевых растительных материалов, проведены работы по усовершенствованию старых и созданию новых способов сушки, обеспечивающих значительную интенсификацию процесса получения готовых продуктов. Одним из таких методов является сушка в развитой стадии кипящего слоя материала. Однако процессы химических превращений в результате сушки наиболее важных компонентов растительного сырья, углеводов, белков, витаминов, полифенолов — исследованы совершенно недостаточно и мало описаны в литературе. Отсутствие данных, характеризующих общие закономерности биохимических изменений картофеля в процессе его обезвоживания, затрудняет внедрение в овощесушильную промышленность новых высокоин-

2012966
Одесский технологический институт пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова

тенсивных и рациональных методов ведения технологического процесса. Кроме того, значительные количества отходов, образующихся при переработке картофеля, используются недостаточно эффективно. Представляет интерес получение на их основе кормовых продуктов, которые могут применяться в качестве восполнителей протеина в рационах крупного рогатого скота.

Таким образом, актуальность данной работы определяется необходимостью оценки качества некоторых районированных и перспективных сортов картофеля, потребностью внедрения в овощесушильную промышленность высокоинтенсивных способов сушки для получения продуктов высоких вкусовых свойств и питательной ценности, а также поиском новых направлений рационального использования отходов переработки картофеля.

Цель работы — характеристика химического состава клубней некоторых районированных и перспективных сортов картофеля, исследование свойств и структуры крахмала, рассмотрение изменений основных компонентов в процессе сушки картофеля различными способами и при разных температурах сушильного агента, подбор оптимальных условий получения из отходов, образующихся при переработке, азотсодержащих кормовых продуктов и осуществление разработанной технологии в производственных условиях.

Научная новизна работы заключается в том, что в ней впервые исследовано влияние интенсифицированных режимов сушки картофеля на весь комплекс его химических показателей и микроструктуру растительной ткани, установлена взаимосвязь между сортовой принадлежностью клубней картофеля и особенностью строения их крахмалов. Показана возможность получения на основе отходов переработки картофеля кормовых препаратов, сбалансированных по азоту, фосфору, сере.

Практическая ценность работы состоит в том, что проведенные исследования позволяют рекомендовать высокоинтенсивные методы сушки картофеля для широкого внедрения их в овощесушильную промышленность и получения при этом продуктов высокого качества. Виданы также реко-

мендации по осуществлению разработанной технологии производства кормового препарата из отходов переработки картофеля на овощесушильных комбинатах.

Апробация диссертационной работы. Основные положения работы докладывались на: Всесоюзной научной конференции "Продукты переработки древесины — сельскому хозяйству" (г.Рига, октябрь, 1973 г.); У I, У Всесоюзных симпозиумах "Физико-химия крахмала и крахмалопродуктов" (г.Москва, июнь, 1974 г.; октябрь, 1976 г.); научной конференции "Молодые ученые г. Одессы — сельскохозяйственному производству" (г.Одесса, май, 1974 г.); заседании Одесского отделения Всесоюзного биохимического общества (г. Одесса, апрель, 1975 г.); XXXIV, XXXV научных конференциях ОТИШ им. М.В. Ломоносова (апрель 1974-75 гг.); республиканской конференции "Использование отходов промышленности в кормлении сельскохозяйственных животных" (г. Киев, май, 1975 г.); общегородской конференции молодых ученых (г. Одесса, май, 1977 г.).

Структура и объем. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, перечня литературы и приложений. Работа содержит 123 страниц машинописного текста, 26 рисунков, 38 таблиц. Библиография включает 318 источников, из которых 133 иностранных.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования выбраны 6 сортов картофеля вгг Украины: районированные ранние (Царниковский, Приекульский ранний), среднеранние (Одесский-24, Курьер) сорта и практически не изученные перспективные сеянцы (Сакко х Приекульский, 60/66), выращенные в одинаковых почвенно-климатических условиях на полях Всесоюзного селекционно-генетического института.

Химический состав картофеля характеризовали по комплексу показателей стандартными методами. Крахмалы, выделенные из клубней, анализировали в соответствии с ГОСТом 7699-68; кроме того, определяли

гигроскопичность, вязкость, молекулярную массу, температуру клейстеризации, содержание амилозы, растворимость в ДМСО; проводили фракционирование крахмалов, ферментативный гидролиз β -амилазой и периодатное окисление полученных фракций.

Для технологических испытаний использованы три среднеранних сорта картофеля: Курьер, Одесский-24, 60/66. Сушку их осуществляли под руководством д.т.н., проф. М.А. Гришина на лабораторных установках кафедры сушки ОТИШ им. М.В. Ломоносова следующими двумя способами:

1) перспективным высокоинтенсивным способом сушки в кипящем слое при температурах сушильного агента 80, 100 и 120°C;

2) применяемым в настоящее время промышленностью методом сушки в неподвижном слое материала при температуре сушильного агента 80°C.

Качество полученных образцов сушеного картофеля оценивали в соответствии с ГОСТом 6017-71 и по органолептическим, физико-химическим, биохимическим показателям. Изучение микроструктуры сушеного картофеля проводили с помощью микроскопа в отраженном свете при увеличении 9х15 и 40х15, применяя цветную фотографию.

Фракционирование углеводов сушеных продуктов вели последовательной экстракцией 80%-ным этанолом и водой. Строение полисахарида остатка устанавливали, используя современные методы структурного анализа: электрофорез, ИКС, гель-хроматографию, ферментативный гидролиз.

Синтез азотсодержащих кормовых продуктов на основе отходов переработки картофеля осуществляли в выбранных оптимальных условиях путем нагревания их с серной и фосфорной кислотами с последующим добавлением мочевины. Содержание гликозидмочевины в препаратах определяли хроматографическим методом. Производственные испытания по выработке кормового препарата "ОТИ-2,3 к" проводили на Ганцевичском консервно-овощесушильном комбинате МПП СССР.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ, ИХ ОБОБЩЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

1. Сравнительная химическая характеристика исследуемых сортов картофеля

Результаты анализа химического состава клубней исследуемых сортов картофеля представлены в табл. I. Из приведенных данных видно, что по содержанию основных показателей, отдельные сорта и группы сортов картофеля отличаются друг от друга. Группа среднеранних сортов по сравнению с группой ранних характеризуется повышенным содержанием крахмала (на 3,8-4,0%) и, соответственно, фосфора. Перспективный сеянец Сакко х Приекульский, относящийся к ранним сортам, приближается к ним по количеству крахмала (14,8%), но отличается более высоким содержанием белка (12,37%).

Количественно преобладающий в клубнях комплекс углеводов представлен крахмалом, редуцирующими моносахаридами и сахарозой, содержание которых сильно колеблется в зависимости от сортовой принадлежности картофеля. Соотношение $\frac{\text{сахароза}}{\text{моносахара}}$ несколько больше для ранних сортов (3,52 - 3,02) по сравнению со среднеранними (2,80-2,90)

По содержанию витамина С исследуемые сорта относятся к низко- и средневитаминным. Наибольшее количество витамина С найдено в перспективном сеянце Саккох Приекульский и пониженное - в сеянце 60/66. Такое же соответствие наблюдается и для сортов, которые были использованы для скрещивания при получении этих сеянцев: Приекульского раннего и Курьера.

Определение соотношения различных форм азотистых соединений в клубнях исследуемых сортов картофеля показало преобладание в них небелкового азота над белковым. Из небелковых азотистых соединений представляют интерес свободные аминокислоты, качественный состав которых представлен 20 наименованиями. Количественно наибольшая изменчивость по сортам обнаружена для метионина (152,56 и 26,27 мг%), серина (24,07 и 5,79 мг%). Из свободных аминокислот незаменимые со-

Таблица I

Химический состав клубней исследуемых сортов картофеля (В % от а.с.в.)

Показатели	Сорта картофеля					
	ранние			среднеранние		
	Приекульский-ранний	Царниковский	Сакко х Приекульский	Курьер	Одесский-24	60/66
Влажность	76,6	73,3	77,6	72,5	73,9	76,6
З о л а	3,12	2,61	3,20	3,18	3,37	3,41
Углеводы:						
кратчай	71,2	55,1	66,1	58,8	82,0	73,6
моносахариды	3,70	1,20	1,13	0,58	1,04	0,45
сахароза	1,30	3,62	3,47	1,62	2,92	1,30
сумма сахаров	5,00	4,82	4,60	2,20	3,96	1,75
Витамины (мг%)						
С	28,1	21,3	37,5	16,7	25,6	17,3
В ₁	0,110	0,088	0,110	0,078	0,129	0,125
В ₂	0,30	0,29	0,30	0,30	0,27	0,44
А з о т:						
общий	1,52	1,43	1,98	1,40	1,73	2,30
белковый	0,65	0,63	0,90	0,61	0,70	1,12
небелковый	0,87	0,80	1,08	0,79	1,03	1,18
аминный	0,40	0,52	0,62	0,34	0,28	0,58
Общее содержание ПФС (мг/кг)	296,5	304,3	396,6	180,6	223,0	194,4
хлорогеновая кислота	60,8	54,0	62,8	39,6	36,5	33,6

9.

оставляют 24,6–45,7%; повышенным содержанием их отличается группа ранних сортов. В отличие от свободных количественные соотношения связанных аминокислот по сортам изменяются мало. Среди них преобладает лейцин + изолейцин (0,42–0,69%), лизин (0,41–0,79%), глутаминовая (0,47–0,98%) и аспарагиновая (0,98–1,90%) кислоты.

Клубни исследуемых сортов картофеля богаты полифенольными соединениями (ПФС). Количественное определение суммы ПФС и хлорогеновой кислоты показало несколько повышенное содержание их в ранних сортах. Хроматографический анализ свидетельствует о различии в качественном составе ПФС ранних и среднеранних сортов картофеля.

2. Свойства и особенности строения крахмалов

а) Физико-химические свойства крахмалов

Данные, характеризующие качество крахмалов, приведены в табл.2. Как видно, крахмалы различных сортов картофеля значительно отличаются друг от друга. Крахмалы группы среднеранних сортов содержат больше фосфора и отличаются большей вязкостью клейстеров, чем ранних сортов картофеля. Средняя величина крахмальных зерен изменяется от 26,04 нм (Сакко х Приекульский) до 32,46 нм (Царниковский); зависимость между величиной их и скороспелостью клубней не обнаружена. Молекулярные массы и степени полимеризации крахмалов колеблются довольно значительно, причем крахмалы, обладающие наибольшими молекулярными массами (Царниковский и Курьер), имеют и наибольшие средние диаметры зерен (32,46 и 30,0 нм).

б) характеристика особенностей строения крахмалов

Информация о специфике строения крахмалов получена на основании ферментативного гидролиза их β -амилазой, периодатного окисления и растворимости крахмальных гранул в диметилсульфоксиде (ДМСО). Показано, что крахмал сорта Курьер, имеющий $[\beta] = 58,7\%$, например, менее разветвлен, чем Царниковский $[\beta] = 56,1\%$, что хорошо согласуется с величинами их молекулярных масс.

Физико-химические показатели крахмалов исследуемых сортов картофеля
Таблица 2

Показатели	Сорта картофеля					
	ранние			среднеранние		
	Приекульский ранний	Царниковский	Сакко х Приекуль- ский	Курьер	Одесский-24	60/66
Влажность	19,6	19,3	20,5	23,8	22,2	22,9
Содержание (% от а.с.в.)						
зола	0,181	0,264	0,252	0,222	0,296	0,229
азота	0,039	0,031	0,025	0,23	0,025	0,030
амилазы	21,0	22,0	21,5	24,0	21,5	22,0
амилопектина	79,0	78,0	78,5	76,0	78,5	78,0
фосфор (мг%)	76,6	31,0	64,9	84,0	86,9	82,5
Интервал клейстеризации, °C:						
начальная температура	62,9	64,8	63,8	64,2	63,2	62,5
конечная температура	74,5	76,0	78,5	80,0	78,0	80,5
Вязкость 3% клейстера,						
$\frac{\eta \cdot \text{сек}}{\text{м}^2} \times 10^{-3}$	176,8	252,4	294,8	337,4	285,7	327,7
Молекулярная масса $\times 10^3$						
Степень полимеризации (СП)	212	351	196	150	278	189
Предельное число вязкости	1310	2170	1210	930	1720	1170
$ \eta $, мл/г	70	185	200	175	130	140

II.

Растворимость образцов крахмала в ДМСО невелика (13,7 и 27,7% для сортов Царниковский и 60/66 за 48 часов) и значительно отличается по сортам. Установлено, что чем больше растворимость крахмала в ДМСО, тем более подвержен он ферментативной атаке.

в) фракционирование крахмалов и характеристика полученных фракций

Выделенные фракции крахмальных полисахаридов - амилозы (АМ) и амилопектина (АП)-характеризовали по величинам "синих" чисел, молекулярных масс, степени полимеризации (СП), содержанию фосфора, ферментативной атакуемости.

Степень полимеризации АП колеблется от 1124 для крахмала сорта Одесский-24 до 1980 для сорта Курьер и в несколько раз превышает степень полимеризации АМ (560-770). Фосфор, сопутствующий крахмалу, неравномерно распределен между фракциями: АП фракция содержит 0,092-0,116% его, АМ - 0,02-0,06%. Различное содержание фосфора, найденное во фракциях, объясняется также разным содержанием его в исходных образцах крахмала, полученных из клубней исследуемых сортов картофеля.

По результатам периодатного окисления и ферментативного гидролиза рассчитаны значения общих, наружных и внутренних длин цепей АП. Среднее количество ангидроглюкозных остатков, приходящееся на одну нередуцирующую концевую группу амилопектина, составляет 20-27 единиц. Величины, характеризующие длины цепей амилопектинов исследуемых крахмалов, показывают, что АП сорта Курьер менее разветвлен (ОДЦ = 27 ед.), чем, например, Царниковский (ОДЦ = 22 ед.). Заметна взаимосвязь между скороспелостью клубней и степенью ветвления их амилопектинов: фракции, полученные из ранних сортов, более разветвлены, чем из среднеранних, что, очевидно, объясняется различной величиной периода их вегетации.

3. Влияние режимов сушки картофеля на качество продуктов и физико-химические свойства крахмалов

3.1. Влияние сушки на химический состав и пищевую ценность клубней картофеля

а) Некоторые показатели качества сушеных образцов

Полученные образцы сушеного картофеля содержали не более 12% влаги, имели хороший внешний вид и желтоватый оттенок. Развариваемость их составила II-III минут, причем минимальной продолжительностью разваривания обладал картофель, высушенный в кипящем слое при $t = 120^{\circ}\text{C}$; эти же образцы имели и самые высокие коэффициенты набухания, равные 2,0-2,8. Однако, с повышением температуры сушки увеличивается количество потемневшего продукта, и, соответственно, возрастают значения показателей цветности, что является результатом прохождения реакций неферментативного характера.

Полученные различные значения показателей цветности (0,250, 0,140, 0,126) образцов картофеля Одесский-24, Курьер и 60/66; высушенных при одинаковой температуре (120°C) в кипящем слое, объясняются сортовыми особенностями клубней, а именно: разным содержанием свободных сахаров, аминокислот и других веществ, принимающих участие в реакциях меланоидинообразования, в исходном сырье.

б) Изменение углеводов и витамина С в результате сушки

Определение фракций различных форм углеводов сушеных образцов - моно- и олигосахаридов, крахмала, трудногидролизуемых полисахаридов (ТПП) - показало, что процесс сушки оказывает существенное влияние на их количественные соотношения. Содержание крахмала во всех сушеных продуктах уменьшается по сравнению с исходным картофелем, что связано с декстринизацией его в результате теплового воздействия. Так, содержание декстринов, определенное в водных вытяжках сушеных образцов сорта Курьер, составляет 2,9; 10,2 и 13,0% для продуктов, полученных сушкой в кипящем слое при $t = 80, 100, 120^{\circ}\text{C}$ и 2,6% - в продукте,

полученном сушкой в неподвижном слое.

Содержание ТПП незначительно изменяется в сушеных продуктах и наибольшее количество их содержится в образцах, высушенных при $t = 120^{\circ}\text{C}$, что приближается к содержанию их в исходном сырье.

Количественное и качественное определение свободных сахаров в показало наличие сахарозы, фруктозы, глюкозы, арабинозы и для сорта Курьер, - кроме того, маннозы. Увеличение температуры сушки снижает содержание редуцирующих сахаров от 0,47% при $t = 80^{\circ}\text{C}$ до 0,35% при $t = 120^{\circ}\text{C}$ - для сорта 60/66, что свидетельствует об усилении сахароминных реакций.

Сушка в кипящем слое положительно влияет на сохранность витамина С. Повышение температуры сушильного агента при одновременном значительном сокращении продолжительности процесса приводит к минимальным потерям витамина С, которые составляют 8,0; 12,6 и 15,8% соответственно для сортов Курьер, 60/66, Одесский-24 при $t = 120^{\circ}\text{C}$.

в) Изменение форм азотистых соединений при сушке картофеля

Данные по изменению различных форм азотистых соединений при сушке картофеля представлены в табл.3. Как видно, содержание общего азота во всех образцах картофеля снижается; одновременно с уменьшением общего содержания азотистых соединений происходит изменение количественного соотношения их форм. Величины этих изменений связаны с индивидуальными особенностями сорта картофеля и зависят от значения соотношения $\frac{\text{белковый}}{\text{небелковый}}$ азот в исходном сырье.

Преобладающую долю небелкового азота сушеных образцов картофеля составляет азот свободных аминокислот, сумма которых значительно выше (на 33,8-54,5%), чем в исходном картофеле. В наибольших количествах обнаружены: тирозин, фенилаланин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты, аспарагин.

Процесс сушки влияет также и на общий аминокислотный состав получаемых продуктов: происходит снижение содержания лейцина + изо-

Таблица 3

Характеристика форм азотистых соединений сушеных образцов картофеля (в % от а.с.в.)

Наименование показателей	Курьер				60/66				Одесский-24			
	Кипящий слой		Конт-роль		Кипящий слой		Конт-роль		Кипящий слой		Конт-роль	
	80	100	80	120	80	100	80	120	80	100	80	120
Общий азот	1,32	1,17	1,12	0,96	1,19	1,98	1,38	1,20	1,10	1,28	1,73	1,52
Белковый	0,57	0,55	0,52	0,44	0,52	0,95	0,68	0,65	0,61	0,54	0,83	0,84
Небелковый	0,75	0,62	0,60	0,52	0,67	1,02	0,70	0,55	0,49	0,74	0,90	0,72
Аминный	0,32	0,52	0,55	0,42	0,53	0,56	0,59	0,47	0,41	0,47	0,38	0,57
% аминного от общего	24,2	44,5	49,2	44,0	44,5	28,2	42,6	39,2	37,4	36,8	22,0	36,6
% аминного от небелкового	42,7	34,0	92,0	80,7	79,0	55,0	84,0	85,5	83,6	63,6	42,2	79,5
Соотношение белковый/небелковый	0,76	0,89	0,87	0,85	0,78	0,94	0,97	1,18	1,24	0,73	0,92	1,17
% белкового от общего	43,2	47,0	46,5	46,0	43,6	48,5	49,2	54,2	55,5	42,2	48,0	54,0
												59,5
												54,5

лейцина (0,61-0,27%), фенилаланина (0,28-0,10%), глутаминовой кислоты (0,36-0,26%), причем наибольшие потери этих аминокислот наблюдаются при низкотемпературной сушке (80°C), когда продолжительность процесса достигает 3,5-4 часов. В то же время повышается содержание тирозина (0,07-0,25%), серина (0,19-0,35%), треонина (0,19-0,38%). Сумма незаменимых аминокислот несколько снижается и наименьшие ее значения наблюдаются также для образцов, высушенных при температурах 80°C как в кипящем, так и в неподвижном слоях. Отношение незаменимых аминокислот к сумме всех аминокислот изменяется незначительно по сравнению с контролем и максимальные значения его (33,3 и 34,5%) получены для образцов, высушенных в кипящем слое при = 100, 120°C.

г) Исследование изменений полифенольных соединений (ПФС)

при сушке картофеля

В процессе сушки картофеля происходят значительные потери ПФС. В зависимости от режима сушки и сорта картофеля они составляют от 20,5% (сорт Одесский-24, $t=120^\circ\text{C}$ - кипящий слой) до 58,2% (сорт 60/66, $t=80^\circ\text{C}$ - кипящий слой), причем наибольшие потери наблюдаются при низкотемпературной сушке. Параллельно с уменьшением общего содержания ПФС снижается и количество хлорогеновой кислоты (ХК). Если в образцах, полученных при $t=80^\circ\text{C}$, хроматографическое исследование показало наличие незначительных количеств ХК (соответственно 17,4; 12,6 и 12,1 мкг/кг для сортов Курьер, 60/66, Одесский-24), то после нагревания при $t=120^\circ$ ХК не обнаружено. Это объясняется как реакциями их окисления и последующей конденсации, так и образованием разнообразных продуктов полифеноламинных реакций и появлением на хроматограммах новых соединений в зоне R_f 0,12-0,13 и 0,34-0,36, дающих ярко-желтую флуоресценцию в УФ, но не окрашивающихся, в отличие от веществ фенольной природы, в синий цвет при действии FeCl_3 (рис.1). Интенсивность их увеличивается с повышением температуры сушки.

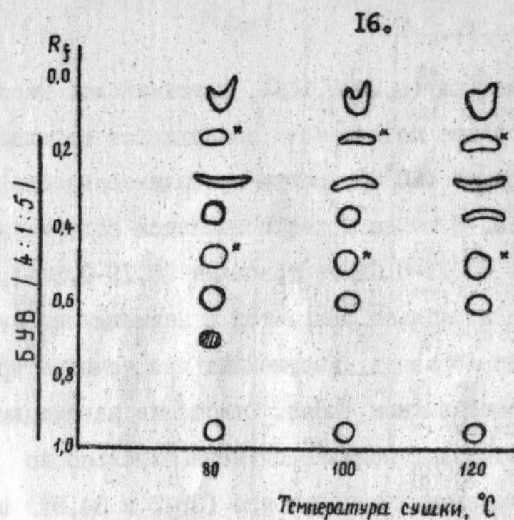


Рис.1. Схема одномерной бумажной хроматографии ПФС сушеного картофеля сорта Одесский-24

* - пятна, имеющие желтую флуоресценцию в УФ.

○ - хлорогеновая кислота

3.2. Изменение физико-химических свойств и структуры крахмала при сушке картофеля

Качественные изменения, происходящие с крахмалом под действием тепла, оценивались визуально под микроскопом. Полученные цветные микрофотографии свидетельствуют о деструкции, которой подверглись крахмальные полисахариды в процессе термического воздействия. Для количественной оценки этих изменений полисахарид характеризовали по содержанию золы и азота, величинам "синих" чисел, молекулярных масс, вязкости, способности к ферментативному гидролизу.

Повышенное содержание азота в образцах крахмала, полученных из сушеных продуктов, по сравнению с контрольными, является следствием взаимодействия его с азотистыми веществами и образования комплекса крахмал-белок. Это подтверждено результатами гель-хроматографии и появлением новых полос поглощения на ИК-спектрах в области 1140 см^{-1} и 1220 см^{-1} .

Одновременно с процессами взаимодействия крахмала идут и процессы деструкции его, что связано с существенным снижением молекулярных масс (СП 370 и 300 для крахмалов Курьер и Одесский-24 при $t = 120^\circ\text{C}$; 1720 и 930 - для исходных крахмалов), и, соответственно, предельных чисел вязкости (рис.2). При этом увеличивается число кон-

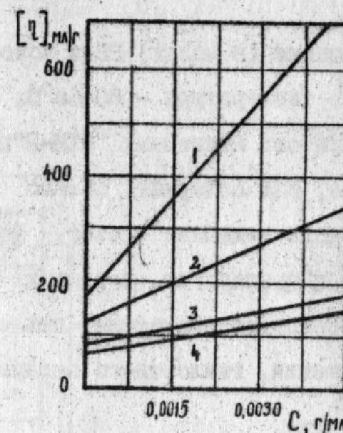


Рис.2. Графики зависимости приведенной удельной вязкости от концентрации раствора полисахарида (сорт Курьер):

1 - исходный крахмал,
2,3,4 - полученный из образцов, высушенных при $t = 80^\circ\text{C}$, 100 и 120°C в кипящем слое.

цевых групп, что видно по количеству выделившейся при периодатном окислении муравьиной кислоты ($0,0370 \text{ M}$ и $0,0445 \text{ M}$ для контрольного и опытного образцов крахмала сорта Курьер, высушенного при $t = 120^\circ\text{C}$).

Ферментативная атакуемость крахмалов β -амилазой уменьшается и минимальное значение величин $[\beta]$ получено для всех образцов полисахаридов, выделенных из продуктов, высушенных в кипящем слое при $t = 120^\circ\text{C}$. В то же время сушка значительно увеличивает атакуемость крахмалов ферментами солодового диастаза, что свидетельствует о лучшей усвояемости их в организме человека. Так, для сорта 60/66 ферментативная атакуемость солодовым диастазом составляет 415, 290 и 590 мг.малт/1 г сух. в-ва для образцов, высушенных при $t = 80$, 100 , 120°C в кипящем слое.

4. Разработка технологии рационального использования отходов переработки картофеля

Технология получения препаратов, содержащих глюкозилмочевину (ГМ), на основе отходов переработки картофеля включает следующие стадии:

1) гидролиз полисахаридов картофеля, в основном крахмала, в выбранных оптимальных условиях: время - 3,5 часа, температура $98-100^\circ\text{C}$, концентрации серной кислоты - 3%, смеси серной и фосфорной кислот в соотношении 1:4 - 8%;

2) синтез гликозилмочевин путем взаимодействия простых сахаров

с-в6012966

кислых гидролизатов с мочевиной при соотношении (в молях) РВ и мочевины 1:2,0, времени синтеза - 3,0-3,5 часа, температуре - 60-65°C. Химический состав полученных кормовых продуктов: названных "ОТИ-2"к" и "ОТИ-3,2 к", приведен в табл.4. Как видно, они содержат, помимо углеводов, физиологически важные для животного вещества - азот, фосфор, серу. Важной положительной особенностью препаратов, в отличие от образующихся в производстве отходов переработки картофеля, является хорошая хранимость их без появления брожения, гнилостного запаха, образования плесени.

Таблица 4

Химический состав кормовых препаратов (%)

Наименование	Сухие вещества	Общая плотность	Общий азот, N	Сера	Фосфор	ГМ
ОТИ-2 к	45,3	нейтр.	5,0-5,2	0,4	-	10,0
ОТИ-2,3 к	48,6	5,5-5,7	7,8-5,0	0,4	1,6	11,1

Производственные испытания по выработке опытной партии препарата ОТИ-2,3 к осуществлены на Ганцевичском консервно-овощесушильном комбинате. Принципиальная технологическая схема получения кормового продукта представлена на рис.3. По этой схеме предварительно обезвоженные отходы, полученные при производстве картофельной крупки, поступают на автоматические весы I и после взвешивания из бункера 2 шнеком-питателем 3 загружаются в реактор 4. Туда же добавляют серную и фосфорную кислоты, которые из баков-хранилищ 8, 9 предварительно подаются насосами II, 12 в мерники 5, 6. Массу тщательно перемешивают и нагревают до $t=98-100^{\circ}\text{C}$, по достижении которой проводят гидролиз в течение 3,5 часов при непрерывном перемешивании. Затем гидролизатмасса охлаждается до $t=75-80^{\circ}\text{C}$, в реактор шнеком 16 загружается мочеви́на, после чего ведется синтез препарата. Для нейтрализации избыточной кислотности к продукту добавляется аммиачная вода из мерника 7, которая поступает сюда из бака-хранилища 10.

Рассчитаны расходные нормы сырья и химикатов на производство 1 т препарата ОТИ-2,3 к и стоимость их, составляющая 51 руб. 13 коп.

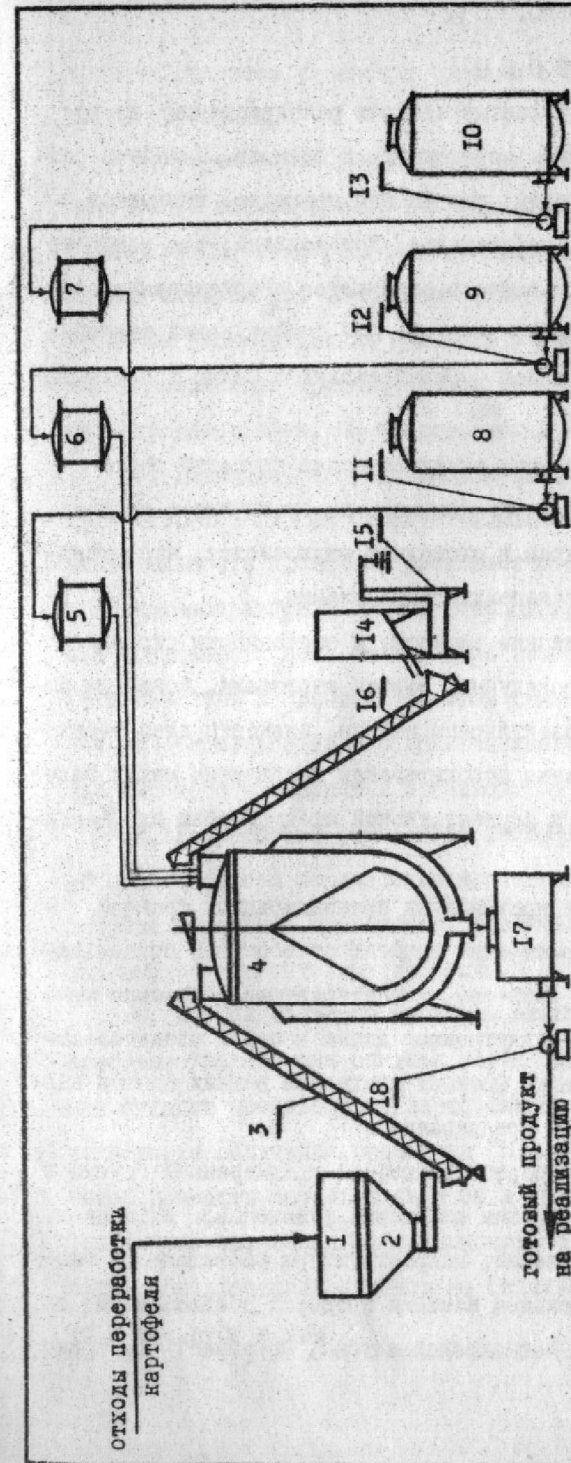


Рис. 3 Принципиальная технологическая схема производства кормового препарата "ОТИ-2,3к"

- | | | |
|------------------------------------|---|--|
| 1 - автоматические весы | 7 - мерник NH_4OH | 13 - насос подачи NH_4OH |
| 2 - бункер | 8 - бак-хранилище H_2SO_4 | 14 - емкость для карбамида |
| 3 - шнек-питатель | 9 - бак-хранилище H_3PO_4 | 15 - весы |
| 4 - реактор | 10 - бак-хранилище NH_4OH | 16 - шнек подачи карбамида |
| 5 - мерник H_2SO_4 | 11 - насос подачи H_2SO_4 | 17 - сборник готового препарата |
| 6 - мерник H_3PO_4 | 12 - насос подачи H_3PO_4 | 18 - насос для выгрузки препарата |

ВЫВОДЫ

1. Исследован химический состав четырех районированных на юге Украины сортов картофеля и двух перспективных сеянцев. Показаны различия их по основным показателям: содержанию крахмала, витаминов, формам азотистых соединений, полифенолов. Установлено, что наиболее высоким содержанием азотистых веществ отличаются перспективные сеянцы Сакко х Приекульский и 60/66; витамина С – Приекульский ранний и Сакко х Приекульский; полифенолов – Царникавский и Сакко х Приекульский.

2. Для переработки в сушеные продукты более пригодны сорта среднеранней группы, содержащие пониженное, по сравнению с ранними, количество редуцирующих сахаров и свободных аминокислот, что уменьшает интенсивность реакций меланоидинообразования.

3. Изучены физико-химические свойства и особенности строения крахмалов, выделенных из исследуемых сортов картофеля. Показаны отличия по величинам зерен, молекулярным массам, вязкости клейстеризации, содержанию фосфора. Установлена положительная корреляция между растворимостью крахмалов и ДМСО и ферментативной атакуемостью их β -амилазой.

4. Структура и свойства крахмальных полисахаридных фракций – амилозы и амилопектина – существенно зависят от сортовой принадлежности клубней. Рассчитанные величины, характеризующие строение амилопектинов (общие, наружные и внутренние длины цепей), свидетельствуют о том, что амилопектиновая фракция крахмалов ранних сортов картофеля более разветвлена, чем среднеранних.

5. Проведена сушка трех сортов картофеля среднеранней группы в неподвижном и кипящем слое. Оценка изменений углеводов, витаминов, полифенолов, азотистых соединений, микроструктуры растительной ткани свидетельствует о значительном влиянии процесса обезвоживания на весь комплекс биохимических показателей клубня. Показано, что проис-

ходящие при этом изменения связаны с индивидуальными особенностями сорта картофеля.

6. Термическое воздействие на крахмал выражается в частичной деструкции полисахарида, сопровождающейся накоплением декстринов различной СП, снижением молекулярных масс, "синих" чисел, ферментативной атакуемости β -амилазой. Наряду с деструкцией происходят и процессы взаимодействия крахмала с азотистыми компонентами и образование комплексов крахмал-белок, что доказано методами электрофореза, гель-хроматографии, ИК-спектроскопии.

7. Доказано, что применение повышенных температур нагретого воздуха (100–120°C) при сушке в кипящем слое значительно сокращает продолжительность процесса, уменьшает воздействие тепла, по сравнению с низкотемпературной сушкой в неподвижном слое. Это способствует лучшей сохранности всех питательных веществ и получению продуктов хорошего качества и высокой пищевой ценности. Перечисленные факторы позволяют рекомендовать высокоинтенсивный метод сушки в кипящем слое для широкого внедрения в производство сушеного картофеля.

8. Разработана технология рационального использования отходов, образующихся при переработке картофеля в сушеные продукты, для производства кормовых препаратов, обогащенных азотом, фосфором и серой, и являющихся заменителями протеина в рационах жвачных животных.

9. На Ганцевичском экспериментальном консервно-овощесушильном комбинате выработана опытная партия кормового продукта из обезвоженных отходов производства картофельной крупки. Проведенная проверка технологии получения препарата "ОТИ-2,3 к" показала возможность и целесообразность осуществления ее в производственных условиях. Рассчитанная экономическая эффективность от внедрения разработанной технологии использования отходов на Ганцевичском комбинате составляет 17,8 тыс.руб. в год.

Список опубликованных в соавторстве работ по
материалам диссертации

1. Картофель – сырье для производства концентрированных растворов простых сахаров. "Известия ВУЗов СССР. Пищевая технология", № 2, 28, 1974.
2. Характеристика крахмалов некоторых сортов картофеля. "Физиология и биохимия культурных растений", т.6, № 2, 163, 1974.
3. Получение на основе зерна и картофеля нового кормового заменителя белка и его характеристика. Тезисы докладов VI Всесоюзного симпозиума "Физико-химия крахмала и крахмалопродуктов", Москва, 79, 1974.
4. Характеристика крахмалов некоторых южноукраинских сортов картофеля. Там же, 53, 1974.
5. Картофель – сырье для производства новых кормовых препаратов. Реферативная информация о законченных НИР в вузах УССР, "Пищевая промышленность", Киев, "Вища школа", в. 9, 50, 1974.
6. Изменение биохимических показателей картофеля при сушке его в кипящем слое. Реферативная информация о законченных НИР в вузах УССР, "Пищевая промышленность", Киев, "Вища школа", вып. 10, 66, 1975.
7. Получение гликозилмочевин – восполнителей белка в кормах жвачных животных – на основе отходов пищевой промышленности. Тезисы докладов "Использование отходов промышленности в кормлении сельскохозяйственных животных", Киев, 210, 1975.
8. Изменение форм азотистых соединений при сушке картофеля. "Известия ВУЗов СССР. Пищевая технология", № 2, 53, 1976.
9. Характеристика отроения крахмалов некоторых сортов картофеля. "Известия ВУЗов СССР. Пищевая технология", № 4, 31, 1976.
10. Изменение физико-химических свойств и структуры крахмала при сушке картофеля. Тезисы докладов VII Всесоюзного симпозиума. "Физико-химия крахмала и крахмалопродуктов", Москва, 18, 1976.
11. Синтез гликозилмочевин на гидролизатах полисахаридов картофеля. Сб. "Пищевая промышленность", Киев, "Техника", № 23, 23, 1977.