

Ser(P)-Glu-Glu-Ser-Ile-Thr-Arg, который обладает функцией усвоения и стимулирования минеральных веществ в организме человека [5]. К основной функции фосфопептидов относят связывание минеральных элементов и поддержание их в растворенном состоянии для облегчения всасывания кальция и фосфора в кишечнике человека.

Из термолизинового гидролизата казеина выделен пептид  $\beta$ -казокинин (аминокислотная последовательность Ala-Val-Pro-Tyr-Pro-Gln-Arg), который является ингибитором ангиотензин-конвертирующего фермента. Механизм действия основан на ингибировании ангиотензин-конвертирующего фермента (АКФ) – неспецифической дипептидилкарбоксипептидазы, играющей ключевую роль в регуляции давления в системе кровообращения путем модуляции ренин-ангиотензиновой системы (РАС). Поэтому подавление активности АКФ имеет антигипертензивный эффект, что в дальнейшем важно учитывать при разработке технологии функциональных продуктов питания.

Полученные исследования могут быть использованы при разработке технологии получения функциональных продуктов питания на основе биологически активных ферментативных гидролизатов.

### Литература

1. Бакулина О.Н., Бзюк О.В. Функциональные ингредиенты для воплощения концепции здорового питания // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2005. – №2. – С. 30–31.
2. Алексеева, Н.Ю., Павлова Ю.В., Шишкин Н.И. Современные достижения в области химии белков молока // Обзорная информ. Сер. Молочная пром-сть. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1988. – 32 с.
3. Арбатская Н.И., Анохина Л.Н. Молочно-белковые концентраты – казециты для детского и диетического питания. – М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1985. – 27 с.
4. Грачева, И.М., Иванова Л.А., Кантере В.М. Технология микробных белковых препаратов, аминокислот и биоэнергия. – М.: Колос, 1992. – 382 с.
5. Phosphopeptides interacting with colloidal calcium phosphate isolated by tryptic hydrolysis of bovine casein micelles / V. Gagnaire [et al.] // J. Dairy Res. – 1996. – № 63. – P. 405–422.



УДК 637.35

О.Б. Соснина, П.Е. Влощинский

### ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФфуЗИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛЕНОК ДЛЯ УПАКОВКИ САЛАТОВ ИЗ КАПУСТЫ

*В статье приведены результаты исследований диффузионных характеристик пленок, применяемых для упаковки салатов из капусты в газовой среде.*

*Установлена проницаемость пленок двух типов по отношению к кислороду, азоту и углекислому газу в зависимости от давления, температуры и толщины самих пленок.*

**Ключевые слова:** салат, пленка упаковочная, газовая среда, диффузия, давление, температура.

O.B. Sosnina, P.E. Vloshchinsky

### DIFFUSION CHARACTERISTIC RESEARCH OF THE FILMS FOR CABBAGE SALAD PACKING

*The research results of the film diffusion characteristics, which are used for cabbage salad packing in the gas environment, are given in the article. Permeability of the films of two types in relation to oxygen, nitrogen and carbon dioxide depending on pressure, temperature and the film thickness is determined.*

**Key words:** salad, film wrapper, gas environment, diffusion, pressure, temperature.

---

Среди овощных культур капуста занимает одно из ведущих мест по посевным площадям, урожайности и употреблению в пищу, что обусловлено ее способностью сохраняться в свежем виде в течение длительного промежутка времени, пригодностью для переработки в охлажденном и замороженном виде, квашения и консервирования [2, 5].

Несмотря на сравнительно невысокую энергетическую ценность (от 117 кДж в 100 г), капуста обладает хорошими вкусовыми качествами и высокой биологической ценностью, что является причиной ее широкого применения при профилактике многих заболеваний. В капусте содержится 16 аминокислот, содержание минеральных веществ (в мг на 100 г сырого продукта) в ней распределено следующим образом: натрий – 18, железо – 1,1, магний – 16, сера – 75, фосфор – 31 и другие макро-, микроэлементы, составляющие в сумме 0,6–0,8%.

Для продления сроков годности белокачанной капусты традиционным способом является низкотемпературное хранение. По ГОСТ Р 51809-2001 капусту рекомендуется хранить в закрытых вентилируемых помещениях не более 2 суток при температуре воздуха от 0 до 10°C и не более 4 суток при 0°C. Относительная влажность воздуха должна составлять 85–90%. Согласно СанПиН 2.3.2.1324-03 капуста свежая зачищенная хранится 12 ч при температуре 4±2°C.

К наиболее эффективным дополнительным методам консервирования капусты относится упаковка в газовой смеси. Использование такого способа упаковки замедляет процессы жизнедеятельности микроорганизмов, снижает пораженность возбудителями болезней, удлиняет период хранения капусты с одновременным повышением качества [1, 3].

В газовой смеси, как правило, используются такие инертные газы, как азот и углекислый газ, исключая или замедляющие процессы окисления продуктов. Низкий уровень кислорода позволяет предотвратить развитие бактерий, грибов и других микроорганизмов. Упаковка в газовой среде является наиболее естественной и экологически безопасной технологией хранения продуктов и повышения его сроков годности, что обуславливает ее широкое распространение на предприятиях пищевой промышленности [4].

Для улучшения сохранности продуктов питания используется правильно подобранная рецептура газовой смеси. Применяемая смесь газов должна быть максимально очищена от посторонних примесей и обладать способностью воздействовать на капусту за счет снижения активности ферментных систем, уменьшения активности процесса дыхания и развития патогенной микрофлоры без применения консервантов.

Анализ литературных источников позволяет сделать вывод о том, что для хранения капусты и капустных салатов в газовой среде наиболее целесообразно применять многослойную гибкую пленку.

Целью настоящей работы являлось исследование диффузионных характеристик пленок следующих типов: соэкструзия этилвинилового спирта и полиэтилена высокого давления (СЭП); соэкструзия этилвинилового спирта, неориентированного полиамида и полиэтилена высокого давления (СЭНПП), представленных толщиной 65, 80 и 100 мкм, по отношению к отдельным газам применяемой пищевой газовой смеси.

**Материалы и методы исследования.** Испытания пленок на растяжение проводились на универсальной электромеханической установке Instron 3369, выпущенной в 2008 году. Для испытаний сварных швов пакетов был установлен динамометр, измеряющий усилия величиной до 1 кН. Так как жесткость образцов из пленок была мала по сравнению с жесткостью захватов и других силовых элементов установки, то удлинение образцов при деформировании определялось по перемещению подвижного захвата испытательной машины. Согласно ГОСТ Р 52903-2007 скорость движения подвижного захвата была установлена равной 500 мм/мин. Испытания проводили при температуре 20°C.

Обработка результатов испытаний производилась автоматически с помощью программного обеспечения фирмы Instron, установленного на компьютере, под управлением которого работала испытательная машина. Для каждого типа пакетов результаты испытаний 5 образцов включены в один протокол. В протоколах испытаний приведены диаграммы деформирования в координатах «Напряжение при растяжении (МПа) – Деформация при растяжении (%)» (рис. 1). Для каждой характеристики статистическая обработка результатов 5 испытаний дает среднее значение и стандартное отклонение, после чего были рассчитаны такие характеристики, как предел текучести (МПа), предел прочности (МПа) и модуль Юнга (МПа) (табл. 1).

Для исследования газовой среды внутри упаковок применялся газоанализатор WITT Oxybaby M+ базовая версия. Принцип измерения данного прибора основан на использовании электрохимической ячейки и инфракрасного поглощения. Забор пробы газовой среды из упаковки производился посредством иглы и встроенного насоса. После определения состава O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> рассчитывалась проницаемость пленки как отношение диффундирующего газа через пленку к площади ее поверхности (см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>). Каждая серия экспериментов включала 5 повторностей, на основании которых находилось среднее значение.

Выбранные типы пленок показали хорошие прочностные характеристики при испытаниях (см. рис. 1).

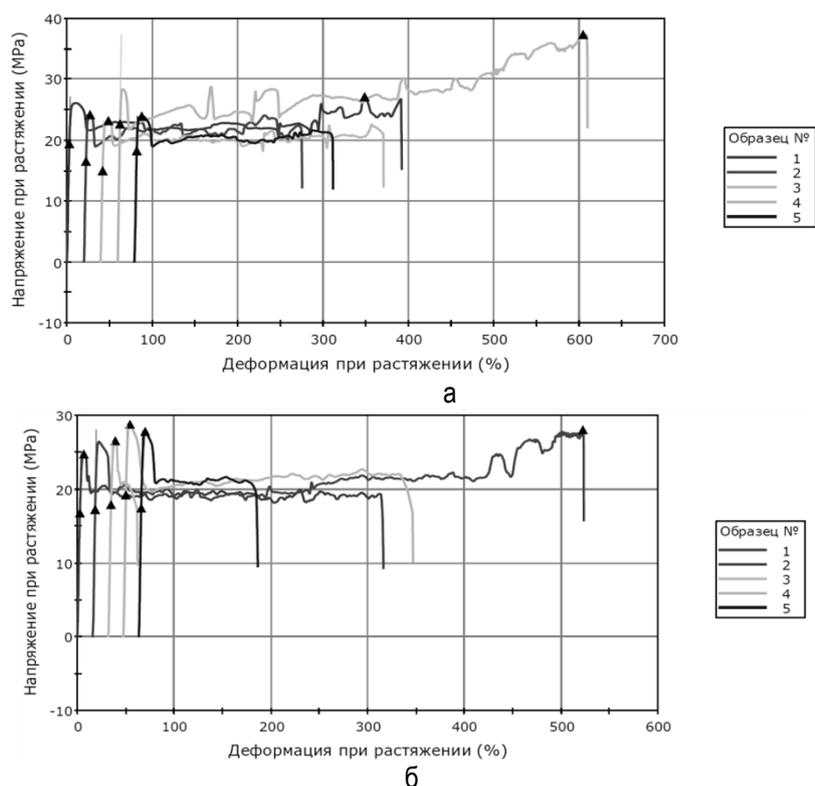


Рис. 1. Результаты испытаний пленок СЭП (а) и СЭНПП (б) на растяжение

Соответствующие результаты определения реологических характеристик упаковочных пленок представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Реологические характеристики исследуемых пленок**

Тип пленки	Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа	Модуль Юнга, МПа
СЭП	19,45±0,20	27,17±0,20	779,65±2,20
СЭНПП	17,73±0,25	27,81±0,20	868,23±2,50

Диффузионные характеристики являются основополагающими при расчете соотношения рецептуры газов смеси. Результаты исследований проницаемости пленки типа СЭНПП приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Проницаемость пленки типа СЭНПП, см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>**

Продолжительность хранения, сут.	Толщина пленки, мкм								
	65			80			100		
	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
1	+0,7	-0,7	-3,2	+0,6	-0,6	-3,0	+0,5	-0,5	-2,8
2	+0,8	-0,9	-3,7	+0,6	-0,7	-3,4	+0,5	-0,6	-3,2
4	+0,8	-1,1	-4,1	+0,7	-0,9	-3,9	+0,5	-0,7	-3,6
8	+1,1	-1,3	-4,6	+0,9	-1,1	-4,3	+0,7	-0,8	-3,9
12	+1,5	-1,5	-5,0	+1,3	-1,2	-4,8	+1,0	-0,9	-4,3
16	+2,0	-1,7	-5,2	+1,6	-1,3	-5,1	+1,3	-1,0	-4,7
20	+2,2	-1,8	-5,5	+1,8	-1,5	-5,3	+1,7	-1,2	-5,0

Примечание: + внутрь упаковки; – из упаковки.

Результаты исследований, приведенные в таблице 2, позволяют выявить зависимость барьерных свойств пленки типа СЭНПП от ее толщины по отношению к кислороду, азоту и углекислому газу. Было установлено, что диффузия кислорода внутрь пакета повышается по мере потребления его компонентами салата в процессе дыхания: для пленки типа СЭНПП наибольшая проницаемость наблюдалась при 65 мкм, которая составила  $2,2 \text{ см}^3/\text{м}^2$  (на двадцатые сутки), а наиболее низкая – при 100 мкм составила  $1,7 \text{ см}^3/\text{м}^2$ .

Результаты проведенных исследований показали, что через пленку происходит диффузия газов, в результате чего  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$  диффундируют в окружающую среду. Использование пакета типа СЭНПП сопровождалось наиболее высокой скоростью газопроницаемости:  $1,8 \text{ см}^3/\text{м}^2$  для  $\text{N}_2$  и  $5,5 \text{ см}^3/\text{м}^2$  для  $\text{CO}_2$ , толщина пленки 65 мкм. Количество вышедшего азота из упаковки за весь период исследований проницаемости пакета СЭНПП составило:  $1,1 \text{ см}^3/\text{м}^2$  для 65 мкм,  $0,9 \text{ см}^3/\text{м}^2$  для 80 мкм и  $0,7 \text{ см}^3/\text{м}^2$  для 100 мкм. Соответственно по отношению к газу  $\text{CO}_2$   $2,3\text{--}3,2 \text{ см}^3/\text{м}^2$ . Результаты опытов показали, что проницаемость пленок по отношению  $\text{CO}_2$  в 2–3 раза меньше, чем по отношению к  $\text{N}_2$ , в связи с чем для  $\text{N}_2$  равновесная концентрация достигается раньше, чем для  $\text{CO}_2$  (табл. 3).

Таблица 3

Проницаемость пленки типа СЭП,  $\text{см}^3/\text{м}^2$ 

Срок хранения, сутки	Толщина пленки, мкм								
	65			80			100		
	$\text{O}_2$	$\text{N}_2$	$\text{CO}_2$	$\text{O}_2$	$\text{N}_2$	$\text{CO}_2$	$\text{O}_2$	$\text{N}_2$	$\text{CO}_2$
1	+0,8	-0,9	-3,4	+0,7	-0,7	-3,2	+0,6	-0,6	-3,0
2	+0,9	-1,1	-3,9	+0,8	-0,8	-3,6	+0,6	-0,7	-3,4
4	+1,0	-1,3	-4,4	+0,9	-0,9	-4,0	+0,6	-0,8	-3,8
8	+1,3	-1,5	-4,9	+1,1	-1,1	-4,5	+0,9	-0,9	-4,1
12	+1,7	-1,8	-5,3	+1,5	-1,4	-5,0	+1,2	-1,1	-4,6
16	+2,4	-2,0	-5,5	+1,8	-1,7	-5,3	+1,5	-1,3	-4,9
20	+2,7	-2,2	-5,7	+2,1	-1,9	-5,6	+1,8	-1,8	-5,3

Примечание: + внутрь упаковки, – из упаковки.

В ходе исследования были выявлены различия в барьерных свойствах упаковочного материала: пленки типа СЭП характеризовались самой высокой проницаемостью, которая составила  $2,7 \text{ см}^3/\text{м}^2$  (толщина 65 мкм).

Анализ данных показал, что на двадцатые сутки исследований наиболее низкая проницаемость наблюдалась у пленки типа СЭП, которая составила  $1,2\text{--}2,3 \text{ см}^3/\text{м}^2$  (толщина 100 мкм), что на  $0,5\text{--}0,7 \text{ см}^3/\text{м}^2$  достоверно выше, чем у СЭНПП той же толщины. Также было достоверно установлено, что пленка типа СЭП толщиной 80 мкм обладала большей проницаемостью, чем СЭНПП, на  $0,1\text{--}0,2 \text{ см}^3/\text{м}^2$ .

В результате проведенных исследований обнаружено, что  $\text{CO}_2$  диффундирует из пленочной упаковки значительно быстрее, чем  $\text{O}_2$  проникает в нее из атмосферы, вследствие чего в упаковке с  $\text{CO}_2$  создается пониженное давление. Для многих продуктов такой вакуумный эффект является положительным, так как он поддерживает свежий вид продукта.

Для определения порогового давления газовой среды внутри упаковки решающим показателем выбора являлась скорость диффузии компонентов газовой среды. Для построения экспериментальных исследований ориентировались на рекомендации завода-изготовителя упаковочной машины по диапазону давления, в котором работает аппарат – минимальное давление 50 кПа, максимальное 200 кПа. Исходя из результатов исследований (табл. 2 и 3), приоритет был отдан пленке типа СЭНПП толщиной 80 мкм, а в качестве анализируемых показателей использовалось количественное изменение содержания  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$  (рис. 2, 3).

Первая серия опытов проводилась при комнатной температуре упаковки ( $t=22\pm 3^\circ\text{C}$ ). Было установлено, что в диапазоне давления от 50 до 100 кПа за счет диффузии количество газа в упаковке на 16 сутки составляет  $1,7\text{--}1,8 \text{ см}^3/\text{м}^2$  для кислорода и  $4,7\text{--}4,9 \text{ см}^3/\text{м}^2$  для углекислого газа. С повышением давления газовой среды до 150 кПа процентное содержание газов увеличилось и составило  $2,1\text{--}2,2 \text{ см}^3/\text{м}^2$  для кислорода, а углекислого газа –  $5,1\text{--}5,2 \text{ см}^3/\text{м}^2$  соответственно. Аналогичная картина наблюдалась при увеличении давления до 200 кПа, при этом повышение содержания кислорода и углекислого газа составило  $2,5\text{--}2,6$  и  $5,4\text{--}5,5 \text{ см}^3/\text{м}^2$  соответственно.

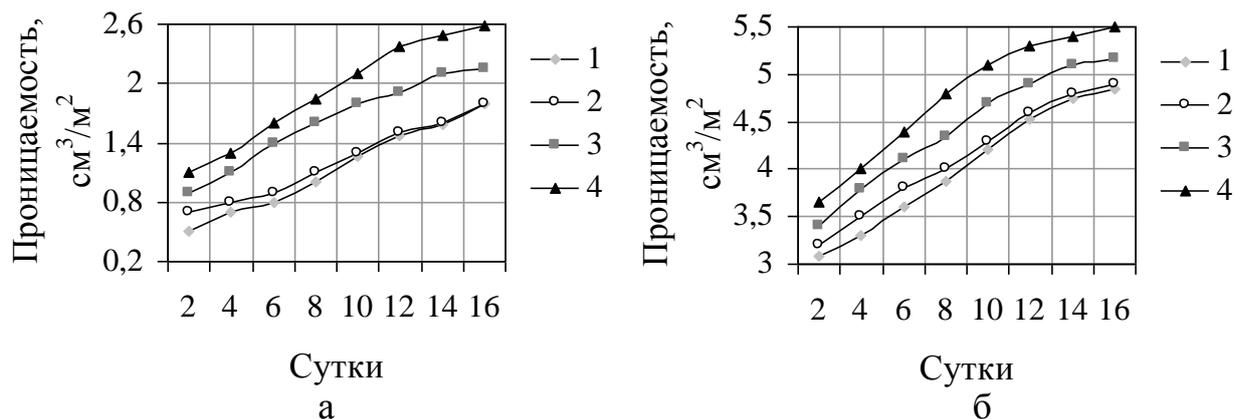


Рис. 2. Проницаемость пленки типа СЭНПП по отношению к газам пищевой газовой смеси в зависимости от давления,  $t=22\pm 3^{\circ}\text{C}$ : а – кислород, б – углекислый газ; 1 – 50 кПа, 2 – 100 кПа, 3 – 150 кПа, 4 – 200 кПа

Сравнительный анализ данных, представленных на рисунках 2 и 3, позволяет заключить, что со снижением температуры до  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  процесс диффузии основных газов также уменьшается. При давлении 50–100 кПа количество кислорода, диффундированного через пленку, сократилось на 0,2–0,3 см³/м², углекислого газа – на 0,4–0,6 см³/м². При давлении 150 кПа для  $\text{O}_2$  диффузия снизилась на 0,2–0,3 см³/м², для  $\text{CO}_2$  – на 0,9–1,1 см³/м²; при давлении 200 кПа – на 0,2–0,3 и 1,1–1,3 см³/м² соответственно. При использовании рабочего давления 50 и 100 кПа при температуре  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  наблюдалась наименьшая диффузия газа через пленку, а следовательно, и меньшие потери полезного газа в упаковке.

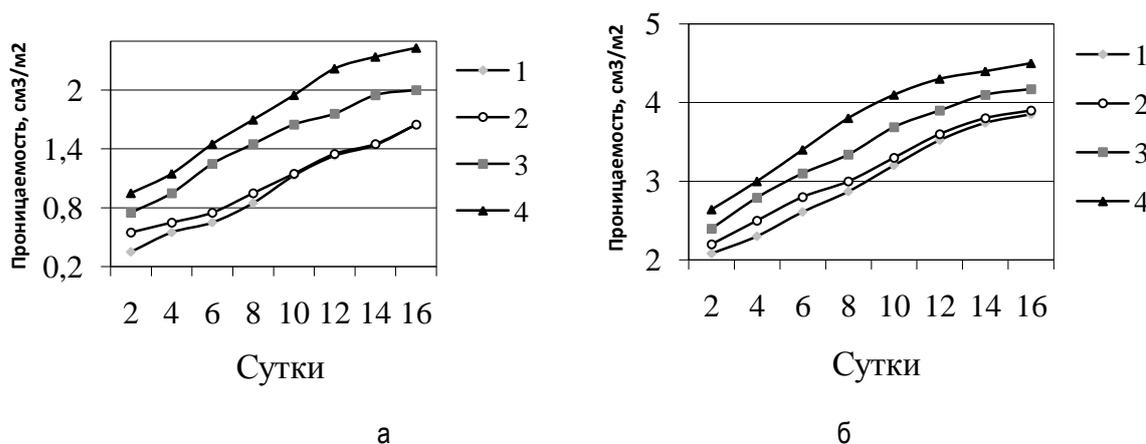


Рис. 3. Зависимость диффузии газов пищевой газовой смеси в зависимости от давления,  $t=4\pm 2^{\circ}\text{C}$ : а – кислород; б – углекислый газ; 1 – 50 кПа, 2 – 100 кПа, 3 – 150 кПа, 4 – 200 кПа

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что для упаковки салатов из капусты в газовой среде наиболее целесообразно применение пленки типа СЭНПП толщиной 80 или 100 мкм, поскольку этот вид пленки обладает наименьшими диффузионными свойствами по кислороду, углекислому газу и вакуумным эффектом. Выявлено, что снижение давления и температуры также ведет к уменьшению диффузии газов.

Выражаем глубокую признательность д-ру техн. наук, проф. кафедры прочности летательных аппаратов Новосибирского государственного технического университета Михаилу Антоновичу Легану за оказанную помощь в работе.

### Литература

1. Будникова О.А. История упаковки: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУП, 2009. – 120 с.

2. СанПиН 2.3.2.1078-01. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Минздрав России, 2002.
3. Тара и упаковка пищевых продуктов. Коммуникативные технологии пищевых производств: сб. мат-лов 1-й науч.-практ. конф. с междунар. участием / отв. ред. проф. В.А. Медведев. – М.: Изд. комплекс МГУПП, 2009. – 116 с.
4. Drying kinetics and inversion temperature in a low-pressure superheated steam drying system / P. Suvarnakuta [et al.] // Ind. Eng. Chem. – 2005. – Res. № 44. – P. 1934–1941.
5. The burden of CVD mortality in Europe. Task force of the European Society of Cardiology on cardiovascular mortality and morbidity statistics in Europe / S. Sans, H. Kesteloot, D. Krouwout // European Heart Journal. – 1997. – № 18. – P. 1231–1248.



УДК 664.0

Е.А. Струпан, В.С. Колодязная, О.А. Струпан

### ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ДИКОРАСТУЩЕГО СЫРЬЯ

*В статье приведена технология переработки и получения порошков и муки дикорастущего сырья, произрастающего на территории Красноярского края.*

**Ключевые слова:** лопух большой, одуванчик лекарственный, кровохлебка лекарственная, тысячелистник обыкновенный, технологический процесс.

Е.А. Strupan, V.S. Kolodyaznaya, O.A. Strupan

### PROCESSING PRODUCT TECHNOLOGY FOR THE WILD-GROWING RAW MATERIALS

*The technology for processing and receiving the powders and flour of the wild-growing raw materials that grow on the Krasnoyarsk region territory is given in the article.*

**Keywords:** great burdock, milk-witch gowan, garden burnet, old-man's-pepper, technological process.

**Технология порошков.** Порошки получали из высушенных корней лопуха большого (ЛБ), одуванчика лекарственного (ОЛ), корней и корневищ кровохлебки лекарственной (КЛ), надземной части тысячелистника обыкновенного (ТО) и лопуха большого (ЛБ). Свежесобранное сырье сортировали по качеству на инспекционном столе, освобождали от посторонних примесей, затем промывали холодной проточной водой при температуре  $(15 \pm 1)^\circ\text{C}$ , корни и корневища чистили, нарезали на кружочки или пластины толщиной от 2 до 6 мм, листья и соцветия – на пластины длиной и шириной от 3 до 6 мм, сушили, а затем измельчали. Основным технологическим процессом получения порошков является сушка, поэтому при обосновании способов и параметров этого процесса учитывали не только интенсивность испарения влаги, но и необходимость максимального сохранения биологически активных веществ, содержащихся в свежем сырье [1, 2]. По данным многих исследователей [3,4], наиболее эффективным и щадящим является способ сушки растительного сырья инфракрасными лучами различной длины волны. Исходя из известных закономерностей изменения зависимости проникающей способности сырья от длины волны, для сушки использовали коротковолновые лучи длиной волны  $\lambda=1,8\div 2,0$  мкм. Дикорастущее сырье сушили в ИК-установке «Феруза-2», в которой изменяли мощность теплового потока от  $600\div 1000$  Вт. Корни и корневища сушили при температуре  $50\div 55$  °С, листья и соцветия – при  $35\div 40$ °С. Для интенсификации сушки подбирали размер частиц такой, чтобы лучи проникали в материал на возможно большую глубину, что зависит как от пропускающей способности высушиваемого сырья, так и от длины ИК-лучей, чем меньше длина волны, тем больше проникающая способность лучей. При сушке сырья учитывали, что при малой проницаемости частиц может произойти быстрое высушивание поверхностного слоя, возникнут значительные градиенты температур  $\Delta t$  и влажности  $\Delta W$  внутри частиц сырья, приводящие к растрескиванию корней и, как следствие, к ухудшению качества порошков. При выборе