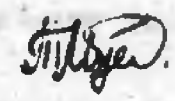


Автор ер.
786

ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

На правах рукописи

ТУРАБОВЕВА Мунира Касымовна



РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ ЛУКА АЛЕБУРА
ВО РАЗВЕШЕННОМ СЛОЕ

Специальность: 05.18.13 -
технология консервированных
пищевых продуктов

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание научной степени
кандидата технических наук

Одесса - 1995

Сес

Диссертация является рукописью.

Работа выполнена в Одесской государственной академии
пищевых технологий.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор,
академик АНТК Украины
Гришин Михаил Александрович

Официальные оппоненты:

доктор технических наук Пилипенко Людмила Николаевна

Кандидат технических наук, доцент Чагаровский Вадим Петрович

Ведущая организация - Одесский комбинат пищевых концентратов.

Зачита состоялась 24.06.95 г. в 13⁰⁰
часов на заседании специализированного совета Д 05.16.01
в Одесской государственной академии пищевых технологий / 270039,
г.Одесса, ул.Канатная, 112 /.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесской
государственной академии пищевых технологий / 270039, г.Одесса,
ул.Канатная, 112 /.

06.06.95 1995 г.

.Егорев

ОНАХГ 05.06.12
Разработка технологи



v018068

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы. Обеспечения населения продуктами питания, особенно экологически чистыми, является первостепенной задачей.

Лук анзур – дикорастущий вид многолетних луков, произрастающих в горах Средней Азии, Афганистана, Ирана. Местное население издавна употребляет лук анзур в качестве маринадов. Древние лекари использовали его от многих болезней, т.е. этот лук известен как лекарственное растение.

Использовать для питания сырой лук анзур невозможно из-за его неприятного запаха и жесткой консистенции. Таким образом, лук анзур требует переработки перед употреблением.

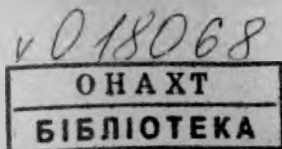
Нами впервые лук анзур рассматривался как объект сушки. Сушка – древний и распространенный способ консервирования, основанный на обезвоживании материала. Незначительное содержание влаги в высушенных пищевых материалах приостанавливает развитие микроорганизмов, предохраняет от бактериальной, ферментативной и химической г. рчи.

Цель и задачи исследований. Целью диссертации является разработка научно обоснованной технологии интенсивной сушки лука анзура. Исходя из этого, задачами диссертации являются:

- исследовать закономерности механизма интенсивной сушки лука анзура во взвешенном слое, влияние различных факторов на процесс, кинетику и теплообмен в процессе сушки;

- для определения оптимальных условий хранения и транспортировки сушеного лука анзура и нахождения термодинамических параметров влагопереноса исследовать равновесное влагосодержание при различных температурах;

- для определения оптимальных режимов сушки лука анзура во взвешенном слое изучить изменения химических и биохимических пока



Содержание работы

Во введении показана актуальность выбранной темы и обозначены цели выполняемой работы.

В первой главе проанализированы современное состояние и перспективы совершенствования сушки лука анзура. В ней описаны свойства анзура как объекта сушки: ботаника, химический состав, в котором дана характеристика белков, углеводов, витаминов, фитанлидов, эфирных масел. Отмечено, что химический состав анзура мало изучен. Данные об изменениях биохимического состава после переработки отсутствуют вообще.

В связи с отсутствием в литературе данных об интенсифицированной сушке лука анзура, в первой главе дан раздел анализа интенсификации сушки лука репчатого, чеснока и других плодов и овощей в СНГ и за рубежом.

В первом разделе анализируются процессы сушки на промышленных сушильных установках как отечественных, так и зарубежных. Особое внимание уделено интенсифицированной сушке во взвешенном слое.

Во второй главе изложены техника и методика проведения экспериментов. Описана и дана схема экспериментальной установки взвешенного слоя. Описаны методы проведения химических и биохимических анализов, а также определения равновесного влагосодержания анзура.

В третьей главе рассмотрен тепломассообмен в процессе сушки анзура; влияние потенциала сушки нагретого воздуха; расчетные уравнения перемещения влаги внутри материала; система дифференциальных уравнений А.В.Лыкова переноса влаги и теплоты в процессе сушки. Для решения системы дифференциальных уравнений необходимо добавление условий однозначности. Решение системы уравнений невозможно из-за переменных большинства членов уравнений. А для пищевых материалов, кроме того, добавляется непостоянство химического состава. Поэтому,

зная внутренние связи между определенными физическими величинами, можно пользоваться инженерными методами расчета на основании экспериментального определения некоторых коэффициентов.

Расчет продолжительности сушки проводили с использованием метода приведенной скорости сушки проф. Г. К. Филоненко. Общее уравнение продолжительности сушки:

$$\tau = \frac{1}{N} \left[(w_1 - w_k) + A \int_{w_2}^{w_k} \frac{dw}{(w - w_p)^m} + \beta (w_k - w_2) \right] \quad / 1 /$$

где N - максимальная скорость периода постоянной скорости сушки, %/мин; w_1, w_k, w_2, w_p - влагосодержание анзура, %, соответственно начальное, критическое, текущее, конечное и равновесное; A, β, m - массообменные коэффициенты.

Показатель степени m для данного материала является постоянной величиной, не зависит от влагосодержания, формы и размера частиц, параметров сушильного агента, характеризует физико-химические свойства материала, энергию связи влаги с материалом. Установили для анзура $m = 1$. Тогда уравнение /1/ будет иметь вид:

$$\tau = \frac{1}{N} \left[(w_1 - w_k) + A \cdot 2.3 \lg \frac{w_k - w_p}{w_2 - w_p} + \beta (w_k - w_2) \right] \quad / 2 /$$

Для решения уравнения /2/ необходимо определить составляющие его члены. В результате экспериментальных данных определены уравнения скорости постоянного периода сушки N , %/мин:

$$\text{для частиц } 2 \times 3 \times 3 \text{ мм: } N = 6 + 0.3 E_{cp} \cdot \nu_p \frac{F}{M_c} \cdot U_n \quad / 3 /$$

где E_{cp} - средний потенциал сушки воздуха, °C;

$$E_{cp} = 0.5 (E_{t^c} + E_{t^M}); \quad E = t^c - t^M;$$

t^c и t^M - соответственно температура воздуха по "сухому" и "мокрому" термометрам, °C; ν_p - массовая скорость воздуха, кг/м²с;

F - поверхность рабочей сетки камеры, м²; M_c - масса сухого материала, кг; U_n - начальное влагосодержание, кг/кг.

Средние квадратические отклонения расчетных величин от экспериментальных по уравнению /3/ $\sigma = \pm 1,9$. Относительное среднее квадратическое отклонение $\epsilon = 6,8\%$.

Скорость постоянного периода сушки для частиц лука анзура 5х5х5 мм:

$$N = 7 + 0,26 U_{\text{н}} E_{\text{ср}} V P \cdot \frac{F}{N_c} \quad / 4 /$$

Среднее квадратическое отклонение опытных и расчетных величин $\sigma = \pm 1,3$ / $\epsilon = 6,2\%$ /.

Для частиц анзура 10х10х10 мм:

$$N = 4 + 0,3 U_{\text{н}} E_{\text{ср}} V P \cdot \frac{F}{N_c} \quad / 5 /$$

Среднее квадратическое отклонение опытных и расчетных величин $\sigma = \pm 1,46$ / $\epsilon = 8,7\%$ /.

Массообменные коэффициенты A и B определяют перемещение влаги внутри частиц материала в периоде падающей скорости сушки, зависят от размера частиц и от средней величины потенциала сушки.

Для частиц анзура 2х3х3 мм: $A = 320 - 2,5 E_{\text{ср}}$ / 6 /

Среднее квадратическое отклонение опытных данных от расчетных $\pm 4,2$ / 4 % /.

Для частиц анзура 5х5х5 мм: $A = 550 - 3,9 E_{\text{ср}}$

Среднее квадратическое отклонение составляет $\pm 9,04$ / 3,2 % /.

Для частиц анзура 10х10х10 мм: $A = 360 - 3,2 E_{\text{ср}}$

со средним квадратическим отклонением $\pm 14,1$ / 9 % /.

Критическое влагосодержание анзура - граница между периодами постоянной и падающей скорости сушки рассчитываем по уравнению:

для частиц 2х3х3 мм: $W_k = 170 - 0,94 E_{\text{ср}}$ / 7 /

Среднее квадратическое отклонение опытных и расчетных величин составляет $\pm 8,9$ / 8,3 % /.

Для частиц лука анзура размером 5х5х5 мм:

$$W_k = 185 - 1,5 E_{cp}$$

/ 8 /

Среднее квадратическое отклонение опытных и расчетных величин $\pm 5,8 / 7,1 \%$.

Для частиц анзура $10 \times 10 \times 10$ мм

$$W_k = 270 - 1,73 E_{cp}$$

/ 9 /

Среднее квадратическое отклонение опытных и расчетных величин составляет $\pm 7,06 / 4,5 \%$.

Массообменные коэффициенты A и β определяют перемещение влаги внутри материала в периоде падающей скорости сушки. Значения этих коэффициентов определяли длиной пути перемещаемой влаги, т.е. размером и формой частиц, а также фазовым состоянием перемещаемой влаги /жидкость, пар, парожидкостная смесь/, являющейся функцией температуры и потенциала сушки сушильного агента.

Получение уравнения /2/, /3/, /4/, /5/, /6/, /7/, /8/ и /9/ позволяют достаточно просто и быстро с точностью решать основное уравнение кинетики процесса /1/ - продолжительности сушки лука анзура.

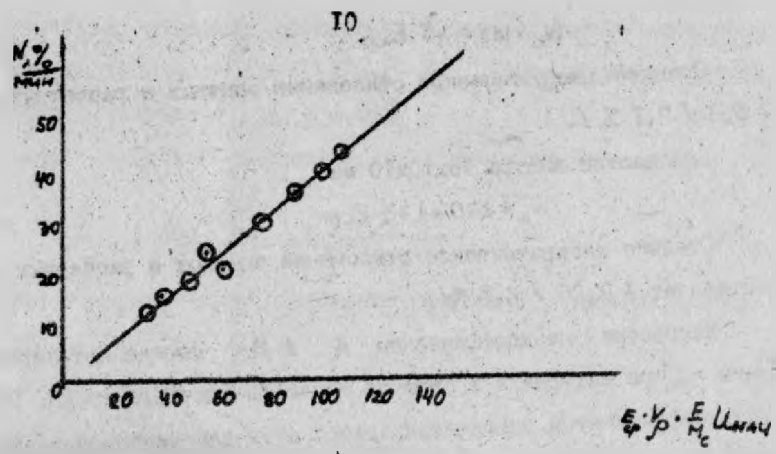
На рис. 1а, 2а и 3а показана зависимость скорости постоянного периода сушки N лука анзура от комплекса величин: произведения потенциала сушки E_{cp} на массовую скорость воздуха v_p , кг/м.с и обратную величину удельной нагрузки абсолютно сухого лука анзура $\frac{F}{M_c}$, на величину начального влагосодержания U_n , кг/кг.

На рис. 1б, 2б, 3б - зависимость массообменного коэффициента A от величины среднего потенциала сушки E_{cp} .

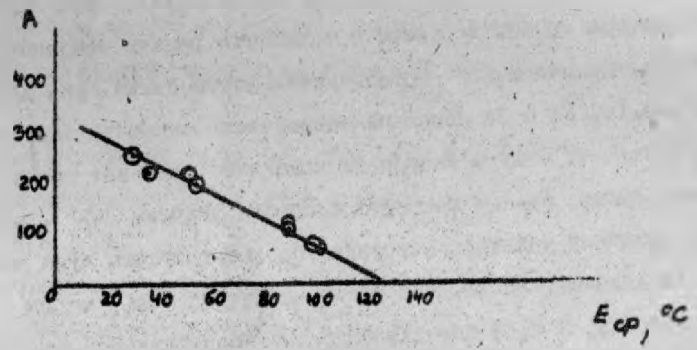
Критическое влагосодержание является границей между периодами постоянной и падающей скорости сушки. Критическое влагосодержание с повышением температуры и потенциала сушки уменьшается.

При математической обработке экспериментальных данных вводится величина начального влагосодержания анзура для расчета среднего квадратического отклонения ΔW_k и ΔW_k^2

Равновесное влагосодержание анзура определяли тензиметрическим

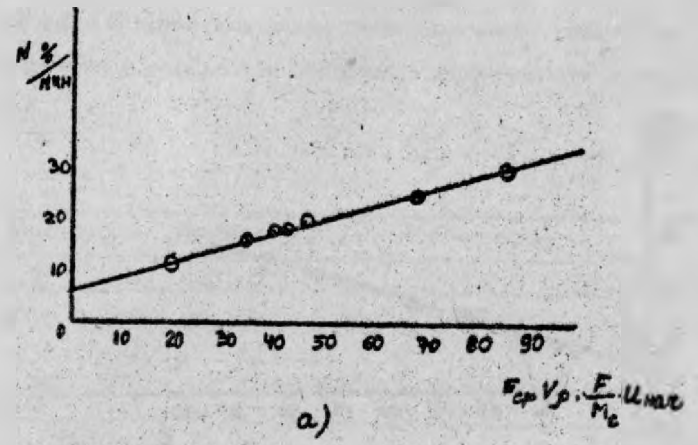


a)

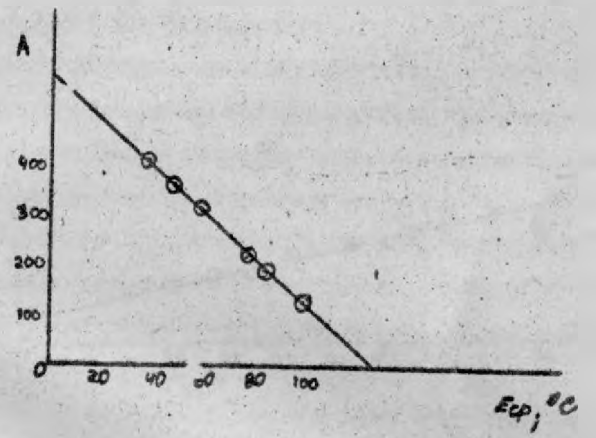


b)

rus:



a)



b)

rus - .

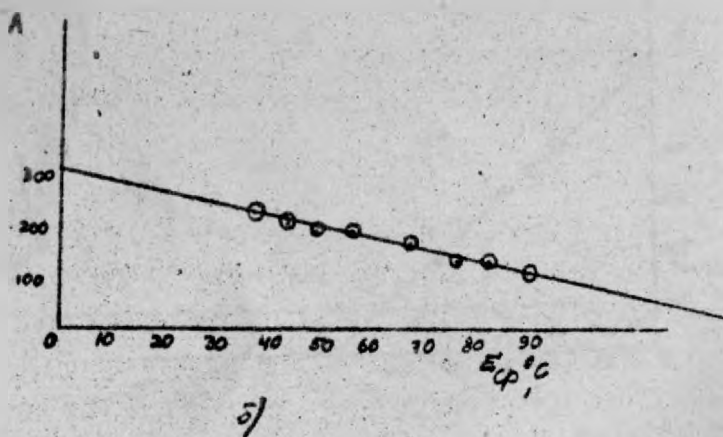
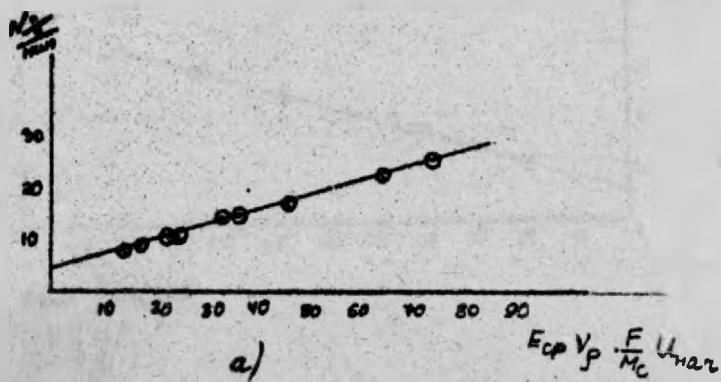


Рис. 3.

методом.

В табл. I приведены значения равновесного влагосодержания u_p , кг/кг сухого вещества при относительной влажности воздуха, доли единицы.

Таблица I

$t, ^\circ\text{C}$	u_p , кг/кг при φ , доли единицы										
	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
20	0,02	0,035	0,06	0,075	0,093	0,116	0,143	0,177	0,223	0,305	0,47
40	0,01	0,022	0,04	0,06	0,08	0,1	0,127	0,157	0,195	0,243	0,36
60	0,007	0,016	0,045	0,035	0,045	0,063	0,085	0,115	0,15	0,192	0,236

Из табл. I следует, что при всех величинах относительной влажности воздуха с увеличением температуры величина равновесного влагосодержания анзура уменьшается.

Анзур обладает высокой фитонцидной активностью, так как постеронные образования при длительном хранении в условиях высокой относительной влажности не происходит, и нам удалось получить величину гигроскопического влагосодержания w_r , %.

Различают области влажного и гигроскопического состояния влаги во влажных материалах. Границей между этими состояниями влаги служат гигроскопическое влагосодержание w_r — равновесное влагосодержание при максимальной относительной влажности воздуха $\varphi = 100\%$.

Влажное состояние характеризует свободную и малосвязанную влагу с материалом, которая удаляется в начале сушки и продолжительность удаления этой влаги при сушке незначительна по сравнению с общей продолжительностью сушки.

Гигроскопическое состояние влаги характеризуется наличием различной степени связности влаги с материалом и диапазоном удаляемой влаги $w_r - w_d$ значительно больший, чем $w_i - w_r$. Удаление гигроскопической влаги при сушке занимает основное время. Гигроскопическое влагосодержание анзура, w_r , % при температурах t , $^\circ\text{C}$: 20

- 47; 40 - 36; 60 - 23,8, т.е. с повышением температуры среды уменьшается.

Термодинамические параметры влагопереноса. Академик А.В.Лыков ввел термодинамическую аналогию тепломассообмена из-за взаимосвязанных процессов теплослабообмена между материалом и сушильным агентом. По аналогии с температурой - потенциалом переноса теплоты А.В.Лыков ввел потенциал влагопереноса, химический потенциал μ , Дж/моль и универсальный потенциал влагопереноса θ , °М. Химический потенциал в области влажного состояния, соответствующий потенциалу свободной воды, равен нулю, поэтому применяется в области гигроскопического состояния влаги:

$$\mu = RT \ln \varphi \quad / 10 /$$

где R - универсальная постоянная, Дж/кг·К; T - абсолютная температура, К; φ - относительная влажность воздуха, доли единицы.

В табл.2 представлены зависимости химического потенциала $\mu \cdot 10^{-5}$, Дж/моль от равновесного влагосодержания U_p , кг/кг сухого вещества ангура при исследованных температурах.

Таблица 2

t, °C	$\mu \cdot 10^{-5}$, Дж/моль при U_p , кг/кг сухого вещества											
°C	10,025	10,0510	10,075	10,1	10,125	10,15	10,175	10,2	10,225	10,25	10,275	10,3
20	66,0	44,8	29,9	21,9	15,6	11,7	9,2	7,3	5,6	4,6	3,6	2,7
40	56,3	36,8	25,7	18,9	13,8	10,2	7,5	5,4	3,5	2,5	1,4	0,7
60	45,4	23,2	16,6	12,1	9,1	6,1	4,3	1,4	0,6	0	0	0

Эти данные показывают, что в процессе сушки величина химического потенциала ангура возрастает в связи с увеличением энергии связи влаги с материалом. Значение химического потенциала уменьшается по мере увеличения равновесного влагосодержания и температуры ангура.

Универсальный потенциал влагопереноса θ , °М применяется как

в области влажного, так и гигроскопического состояния влаги.

Единицей измерения Θ в гигроскопической области от 0 до 100 % /массообменных градусов/ - определяют температурой и относительной влажностью воздуха, т.е. изотермы сорбции и десорбции.

В табл.3 показаны зависимости универсального потенциала влагопереноса воздуха в гигроскопической области в зависимости от величины равновесного влагосодержания при исследуемых температурах.

Таблица 3

t, °C	Θ , % при U_p , кг/кг сухого вещества											
°C	10,025	10,05	10,075	10,1	10,125	10,15	10,175	10,2	10,225	10,25	10,275	10,3
20	8,2	17,6	17,8	22,9	27,5	32,0	36,1	40,0	45,3	52,4	56,1	62,4
40	10,5	16,0	20,8	26,2	30,6	35,4	41,1	46,8	50,0	66,1	78,4	86,8
60	15,5	21,5	29,0	33,5	39,2	46,0	57,0	71,0	91,5	-	-	-

Универсальный потенциал влагопереноса независимо от температуры непрерывно уменьшается в процессе сушки. С повышением температуры при каждой величине равновесного влагосодержания универсальный потенциал влагопереноса возрастает. При температуре окружающей среды 20 °C линейно возрастает с увеличением равновесного влагосодержания и выражается уравнением:

$$\Theta = 3,5 + 190 U_p \quad / \text{ II } /$$

Удельная изотермическая влагоемкость C_m , моль/дж влаги по аналогии с удельной теплоемкостью для характеристики влагоаккумулирующей способности материала. В области гигроскопического состояния влаги:

$$C_m = \left(\frac{\partial u}{\partial T} \right)_p \quad / \text{ II } /$$

На рис.4 представлены зависимости удельной изотермической влагоемкости воздуха $C_m \cdot 10^7$ моль/дж от величины равновесного влагосодержания при исследуемых температурах 20, 40 и 60 °C /а также среднее значение 20-60 °C/.

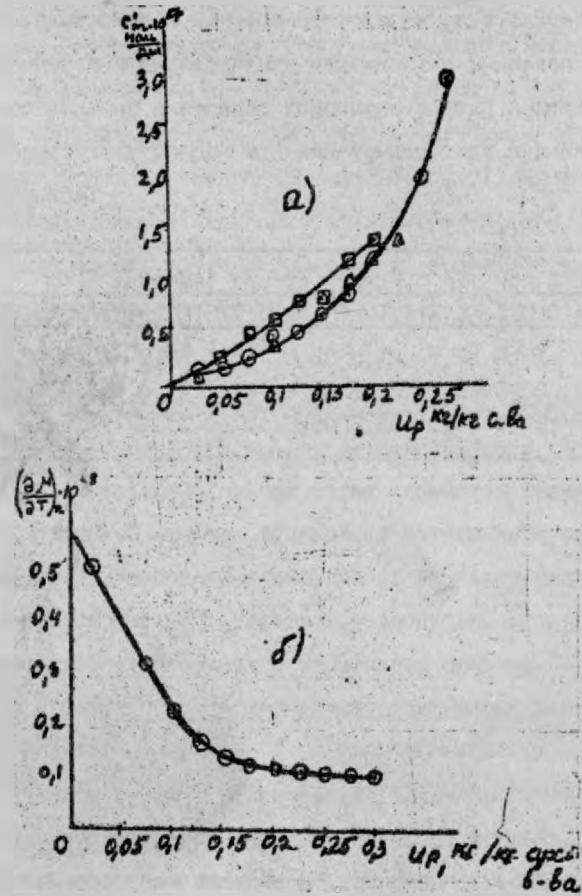


Рис. 4
 ○ - $t = 20^{\circ}\text{C}$
 △ - $t = 40^{\circ}\text{C}$
 □ - $t = 60^{\circ}\text{C}$

Таблица 4

$t, ^{\circ}\text{C}$	$C_m \cdot 10^7$, моль/лж от U_p , кг/кг сухого вещества											
20	0,025	0,05	0,075	0,110	0,125	0,15	0,175	0,210	0,225	0,25	0,275	0,3
40	0,12	0,15	0,27	0,45	0,50	0,70	0,90	1,2	1,63	2,0	3,0	-
60	0,17	0,17	0,7	0,41	0,50	0,77	1,00	1,3	1,50	2,05	3,0	-
60	0,10	0,23	0,52	0,65	0,80	0,82	1,20	1,43	-	-	-	-
среднее 20-60°C	0,113	0,183	0,36	0,50	0,60	0,763	1,0	1,30	1,57	2,0	3,0	-

Удельная изотермическая влагоемкость с увеличением влагосодержания ангура возрастает, причем, при температурах 20 и 40 °C кривые зависимости $C_m = f(U_p)$ одинаковы, а при температуре 60 °C имеют линейный характер: $C_m \cdot 10^7 = 7,65 U_p$ / 13 /

Температурный коэффициент δ , 1/K характеризует перопаг влагосодержания νU при изменении температуры в 1 °C под влиянием градиента температуры Δt : $\delta = \left(\frac{\nu U}{T} \right) = 0$ / 14 /

В гигроскопической области:

$$\delta = C_m \left(\frac{\partial M}{\partial t} \right)_u$$
 / 15 /

В табл.5 и на рис.4б даны зависимости температурного коэффициента химического потенциала, который аналогично изменению химического потенциала в процессе сушки непрерывно возрастает.

Таблица 5

Пара-метр	$\left(\frac{\partial M}{\partial T} \right)_u \cdot 10^{-5}$ и $\delta \cdot 10^2$ г/лж U_p , кг/кг сухого вещества											
г/лж	0,025	0,05	0,075	0,110	0,125	0,15	0,175	0,210	0,225	0,25	0,275	0,3
$\left(\frac{\partial M}{\partial T} \right)_u \cdot 10^{-5}$	0,505	0,415	0,235	0,175	0,145	0,63	0,62	0,166	0,26	0,205	-	-
Дж/моль·К	0,57	0,76	1,17	1,175	1,05	1,11	1,30	1,56	1,8	2,2	3,15	-

Зависимость температурного коэффициента ангура от равнове-

1018068
 ОНАХТ
 БІБЛІОТЕКА

ного влагосодержания имеет сложный неопределенный характер.

В четвертой главе рассматриваются результаты исследования технологии и кинетики сушки анзура во взвешенном слое. Скорость воздуха 5 м/с является минимальной, обеспечивающей развитую стадию кипящего слоя и устойчивое фонтанирование частиц.

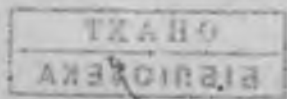
Применение высокотемпературной сушки лука анзура практически исключает влияние на процесс удаления влаги первоначального влагосодержания, и только при применении умеренных температур 80-90 °С с уменьшением величин первоначального влагосодержания продолжительность сушки уменьшается.

Установлено, что при активном гидродинамическом режиме во взвешенном слое сушка анзура, как и других пищевых материалов, происходит при повышенных удельных нагрузках материала на единицу рабочей поверхности, значительно превышающих удельные нагрузки материала в неподвижном слое.

Также установлено, что на процесс сушки значительно влияет размер частиц. Повышение температуры сушильного агента с 80 до 130 °С сокращает продолжительность сушки анзура до остаточного влагосодержания 20,10 и 6 %: частиц анзура 2х3х3 мм в 1,9; 2,1 и 2,6 раза; частиц 5х5х5 мм в 2,7; 3,1 и 3,6 раза и частиц 10х10х10 мм в 2, 2 и 4,6 раза соответственно.

Таким образом, с увеличением размера частиц применение высокотемпературного агента более эффективно, что связано с испарением влаги во всем объеме частиц и образованием градиента давления тем большего, чем крупнее частица.

Из литературы известно, что при снижении влагосодержания сушеного материала при низкотемпературной сушке в неподвижном слое практически нельзя достигнуть остаточного влагосодержания ниже 8 %, что связано с пределом равновесного влагосодержания и большой длительностью процесса.



В табл. 6 приведены данные по продолжительности сушки ангура от начального влагосодержания $w_2 = 360\%$ до влагосодержания 100, 50, 20, 10 и 6 % в зависимости от размера частиц.

Таблица 6

Размеры частиц, мм	d_p	τ , мин до w_2 , %				
		100	50	20	10	6
$t_{\theta}^c = 80^\circ\text{C}$						
2x3x3	4,3	13,0	21,0	29,0	37,0	50,0
5x5x5	6,9	27,0	41,0	69,0	83,0	100,0
10x10x10	11,4	45,0	65,0	108,0	160,0	285,0
$t_{\theta}^c = 130^\circ\text{C}$						
2x3x3	4,3	9,0	12,0	15,0	17,5	19,0
5x5x5	6,9	17,0	22,0	25,0	27,0	28,0
10x10x10	11,4	23,0	33,0	47,0	55,0	62,0

При высокотемпературной сушке должны быть в максимальной степени сохранены органолептические, химические и биохимические показатели ангура.

В табл. 7 приведены данные по изменению биохимических веществ в пересчете на сухую массу.

Таблица 7

Показатели	Содержание до и после сушки при t_{θ}^c , °C						
	до сушки	60	80	100	120	130	150
τ	2	3	4	5	6	7	8
τ сушки, мин	0	72	60	35	31	20	17
	294	7,6	4,2	11,7	5,6	6,7	2,6
Белок, %	15,47	13,4	12,9	13,7	13,3	12,9	14,0
Жир, %	0,9	0,86	0,72	0,85	0,73	0,76	0,78
Углеводы, %	63,0	57,64	60,77	61,20	61,60	59,40	59,90
Сахароза, %	12,8	11,90	12,50	12,60	12,70	12,20	12,50
Шушки, %	6,60	4,30	5,87	4,96	4,48	5,56	6,56

Продолжение табл. 7

	1	2	3	4	5	6	7	8
Пектин, %	7,0	5,38	5,91	6,33	4,68	4,80	4,79	
ГМЦА, %	0,1	0,075	0,008	0,082	0,081	0,085	0,095	
ГМЦБ, %	0,25	0,19	0,20	0,21	0,17	0,21	0,23	
Клетчатка, %	5,50	4,01	5,22	4,11	4,40	4,16	4,16	
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	165,0	80,46	71,57	70,36	70,48	96,08	132,19	
Тиамин, мг/100 г	0,047	0,043	0,044	0,038	0,036	0,04	0,041	
Рибофлавин, мг/100 г	0,125	0,12	0,1	0,102	0,1	0,11	0,096	
Низин, мг/100 г	9,4	9,3	9,24	9,3	9,09	9,14	9,31	
Токсеролы, мг/100 г	27,4	18,4	15,6	19,5	21,11	26,6	25,6	
Подифенолы, мг/100 г	53,25	53,08	49,66	39,66	50,00	43,95	51,82	

В табл.8 дано изменение аминокислотного состава анзура /в пересчете на сухую массу/, мг/100 г в процессе сушки во взвешенном слое при различных температурах сушильного агента. Аминокислотный скор приведен для каждой незаменимой аминокислоты, суммарно для серусодержащих метионина и цистина и ароматических фенилаланина и тирозина.

Таблица 8

Аминокислота	До сушки	После сушки при $t_{\text{ср}}$, °С						
		60	80	100	120	130	150	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Валин	740	410	460	490	730	680	570	
скор	95,7	55,4	88,4	74,5	109,8	105,4	81,4	
Изолейцин	630	550	570	570	580	600	610	
скор	101,8	102,6	110,5	104,0	109,0	116,3	108,1	
Лейцин	1100	920	900	900	920	950	970	
скор	101,6	98,1	90,7	97,0	98,8	105,2	99,0	

Продолжение табл. 8

Г	1	2	3	4	5	6	7	8
Лизин	930	780	770	850	860	820	900	
скор	109,3	106,3	108,5	112,8	117,6	115,6	116,9	
Треонин	610	600	550	550	490	520	570	
скор	100,2	111,9	106,6	100,4	92,1	100,8	101,4	
Триптофан	160	140	107	145	135	150	150	
скор	103,4	104,5	82,9	105,8	101,5	116,2	107,1	
Метионин	550	500	450	540	510	490	540	
Цистин	240	220	200	230	220	200	230	
Мет.+ цис. скор	145,9	153,5	144,0	160,6	156,8	152,8	157,1	
Фенилаланин	680	560	580	630	660	600	670	
Тирозин	420	310	330	400	410	400	380	
Фен.+ тир. скор	118,5	108,2	117,6	125,3	134,3	129,2	125,0	

Данные табл. 7 показывают, что лук анзур обладает высокими показателями питательной и биологической ценности. В сравнении с репчатым луком в анзуре содержится больше сухих веществ в 1,8 раза, белка в 2,8 раза, аскорбиновой кислоты почти в 4 раза, токоферолов в 3,5 раза, рибофлавина в 1,6 раза, ниацина в 12 раз. Анзур обладает хорошо сбалансированным аминокислотным составом, в нем содержатся все незаменимые аминокислоты.

Данные табл. 8 показывают, что в сырье и в высушенном анзуре при оптимальных режимах сушки отсутствуют лимитирующие аминокислоты, тогда как растительные белки лимитированы по ряду незаменимых аминокислот, как например, в репчатом луке лимитирующими аминокислотами являются метионин + цистин со скоростью 47 % и лейцин со скоростью 51 %. Тем самым белок анзура приближается к животным белкам.

Таким образом, биохимические и химические изменения лука анзура при сушке по высушенному слою незначительны, и сушеный продукт

сохраняет высокую питательную и биологическую ценность.

Выводы

1. Лук анаур является ценным продуктом питания, обладает диетическими и лечебными свойствами. Впервые нами определены: аминокислотный состав анаура, инулин, пектиновые вещества, гемипеллюлозы А и В, витамины, тиамин, рибофлавин и ниацин, токоферолы, полифенолы.

2. Установлено, что сушка лука анаура во взвешенном слое обеспечивает равномерный тепломассообмен, позволяет применять высокие температуры воздуха до 130...140 °С, значительно интенсифицирует процесс.

3. Лучшей формой резки анаура для сушки являются кубики. С увеличением размера частиц применение высокотемпературного сушильного агента более эффективно, что связано с испарением влаги во всем объеме частиц и образованием градиента давления тем большего, чем крупнее частица.

Установлена оптимальная удельная нагрузка 60 кг/м², что в 4,8-12 раз превышает удельную нагрузку материала на промышленных установках.

4. Решающее влияние на ускорение процесса сушки оказывает повышение температуры и потенциал сушки нагретого воздуха. Так например, для частиц анаура 5х5х5 мм при температуре сушильного агента 80 °С продолжительность процесса составляет 10 мин, а при температуре 130 °С - 1 мин./влажносодержание от 10 до 6 %/.

5. Определено равновесное влагосодержание лука анаура при 20, 40 и 60 °С. Определены величины гигроскопического влагосодержания, которое с повышением температуры среды уменьшается. Определены термодинамические параметры влагопереноса.

6. Исследования химического и биохимического состава лука анзура до сушки и в процессе сушки при различных температурах сушильного агента: 60, 80, 100, 120, 130 и 150 °С.

Приведены данные изменения аминокислот до сушки и в процессе сушки при указанных режимах; выяснено, что при высокотемпературной сушке /150 °С/ в связи со значительным сокращением продолжительности процесса хорошо сохраняются белки, аминокислоты, жир, витамины В₁, В₂, ниацин, полифенолы, углеводы.

7. Дегустации, проведенные в академии и в Ленинабадском филиале ИПО "Богпарвар" Таджикистана, показали высокое качество сушеного анзура.

Ленинабадский филиал ИПО "Богпарвар" Таджикистана запланировал на 1995 год выработку сушеного анзура в количестве 50 т. В дальнейшем выпуск увеличится.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Гришин М.А., Турабоева М.К. Интенсификация сушки лука анзура //Изв.вузов. Пищевая технология. - 1995. - № 3-4. - С.54-56.
2. Гришин М.А., Турабоева М.К. Кинетика сушки лука анзура во взвешенном слое //Тез.докл.научно-технической конференции СТАПТ им. М.В.Ломоносова. 19-22 апреля 1994 г. - Одесса. - 1994. - С.76.
3. Гришин М.А., Турабоева М.К., Зеленская Л.Д. Теоретические основы процесса сушки лука анзура //Тез.докл.научной конференции СТАПТ II-14 апреля 1995 г. - Одесса. - 1995. - С.52.
4. Турабоева М.К., Гришин М.А. Аминокислотный состав лука анзура //Тез.докл.научной конференции СТАПТ II-14 апреля 1995 г. - С.271.
5. Турабоева М.К., Гришин М.А. Сушка лука анзура во взвешенном слое //Тез.докл. научной конференции, посвященной 90-летию СТАПТ, 22-25 апреля 1992 г. - Одесса. - 1992. - С.79.

АНОТАЦІЯ

Турабоева М.К. Розробка технології сушіння цибулі анзур у взваженому шарі.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.18.13 – технологія консервованих харчових продуктів. Одеська державна академія харчових технологій.

Захищається 5 наукових робіт, які мають теоретичні та експериментальні дослідження процесу сушіння цибулі анзур у взваженому шарі.

Встановлено, що при використанні високих температур тривалість сушіння скорочується у 2,6...4,6 рази. Визначено рівноважний вологовміст цибулі анзур при трьох температурах, визначені гігроскопічний вологовміст та термодинамічні параметри вологопереносу.

При високотемпературному сушінні добре зберігаються білки, амінокислоти, жири, вітаміни, інулін.

Ленінградська філія НВО "Вогпарвар" запланувала на 1995 рік виготовлення сушеного анзур у кількості 50 т.

ABSTRACT

Turaboeva M.K. Development of technology of drying of Onion "anzur" in fluized bed.

Thesis for candidate of technical science degree, speciality 05.18.13 – technology of canned foods, Odessa State Academy of Food Technologies, Odessa, 1995.

The 5 scientific works are defended, they contain theoretical and experimental investigation on the developing of basic principles process of drying of Onion "anzur" in fluized bed. It was established that when high temperature is used the period of drying reduced by 2,6-4,6-times. Balance of water content in the onion "anzur" under three different temperatures was proved, hygroscopic water content and thermodynamic parameters of water out give was shown. Under high temperature of drying, protein amino acid, fats, vitamins, inulin are well conserved.

Leningradskiy branch SPU "Bogparvar" planned in 1995 to export production of dried onions "anzur" about 50 T, in the near future production should increase.

Ключові слова: технологія, гігроскопічний вологовміст, рівноважний вологовміст, термодинамічні параметри вологопереносу, взважений шар.

Подписано к печати 27.10.95. Формат 60x84/16. Бумага газетная. Печать офсетная. 1,40 усл.печ.л. 1,5 уч.-изд.л. Тираж 100 экз. Заказ № 274

Одесский государственный политехнический университет.
270044, Одесса, пр. Шевченко, 1.