

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНВЕКТИВНОГО ПРОЦЕССА СУШКИ РОГОВ ОЛЕНЕЙ СЕВЕРНЫХ

V.N. Teplyashin, V.N. Nevzorov,
L.I. Chentsova

THE STUDY OF CONVECTIVE PROCESS OF DRYING THE HORNS OF REINDEER

Тепляшин В.Н. – канд. техн. наук, доц. каф. технологии, оборудования бродильных и пищевых производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.
E-mail: teplyshinvn@list.ru

Невзоров В.Н. – д-р с.-х. наук, проф., зав. каф. технологии, оборудования бродильных и пищевых производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.
E-mail: nevzorov1945@mail.ru

Ченцова Л.И. – канд. хим. наук, доц. каф. технологии, оборудования бродильных и пищевых производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.
E-mail: teplyshinvn@list.ru

Teplyashin V.N. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology, Equipment of Fermentative and Food Productions, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.
E-mail: teplyshinvn@list.ru

Nevzorov V.N. – Dr. Agr. Sci., Prof., Head, Chair of Technology, Equipment of Fermentative and Food Productions, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.
E-mail: nevzorov1945@mail.ru

Chentsova L.I. – Cand. Chem. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology, Equipment of Fermentative and Food Productions, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.
E-mail: teplyshinvn@list.ru

Цель исследований – определение оптимальных сроков консервирования рогов оленей северных при использовании конвективного метода сушки. Представленный в статье литературный обзор доказывает актуальность темы исследования наличием в рогах (пантах) оленя северного большого количества ценных биологически активных веществ, для сохранения которых необходимо постоянное внимание к совершенствованию технологического процесса сушки (консервирования) исходного сырья, так как свежесрезанные рога оленей наполнены кровью и содержат 70–80 % влаги, что требует немедленной тепловой обработки, чтобы не допустить процесс разложения. В работе описаны методы консервирования рогов оленей северных, приведены теоретические расчеты и экспериментальные исследования процесса сушки рогов оленей северных в конвективной сушилке. Для проведения экспериментальных исследований была использована лабораторная конвективная сушилка ГП-80, позволяющая в полной мере определять эффективность конвективного

процесса сушки применительно к рогам северного оленя. На основании сделанных теоретических расчетов и проведенных экспериментальных исследований было установлено, что при конвективной сушке рогов оленей северных наиболее интенсивное испарение влаги происходит из верхних слоев, а испарение влаги из более глубоких слоев происходит по закону диффузии, что приводит к резкому уменьшению скорости испарения влаги. В результате экспериментальных исследований технологического процесса сушки рогов оленей северных в конвективной сушилке определена зависимость изменения скорости и влажности сушки от времени и веса экспериментальных образцов рогов оленей. В процессе конвективной сушки количество удаляемой влаги по сравнению с первоначальным весом рогов оленей северных составляет от 28 до 50 %. Проведенные экспериментальные исследования позволили установить, что наиболее интенсивное испарение влаги из рогов оленя северного происходит в первые 9–12 суток и длительность процесса консервации (сушки)

рогов оленей северных при использовании конвективного метода сушки составляет 20 суток.

Ключевые слова: технологический процесс сушки рогов, конвективная сушка, консервирование, аналитические данные, экспериментальные зависимости, время сушки, изменение влажности, определение скорости сушки.

The aim of the research is to determine the optimal time for preserving the antlers of reindeer when using the convective drying method. Literature review presented in the study proves the relevance of the research topic by the presence in the antler of the reindeer of a large number of valuable biologically active substances, the preservation of which requires constant attention to improving technological process of drying (canning) of raw materials, as freshly cut deer antlers are filled with blood and contain 70–80 % moisture, which requires immediate heat treatment to prevent the decomposition process. The paper describes the methods for preserving the antlers of reindeer, provides theoretical calculations and experimental studies of drying process of the horns of reindeer in a convective dryer. For carrying out pilot studies, the GP-80 laboratory convective dryer was used, which makes it possible to fully determine the effectiveness of convective drying process in relation to reindeer horns. Based on theoretical calculations and experimental studies, it was found that during convective drying of the horns of reindeer, the most intense evaporation of moisture occurred from the upper layers, and the evaporation of moisture from deeper layers occurred according to the law of diffusion, leading to a sharp decrease in the rate of moisture evaporation. As a result of pilot studies of technological process of drying the reindeer antlers in a convective dryer, the dependence of the change in the drying speed and humidity on the time and weight of the experimental specimens of deer antlers was determined. In the process of convective drying, the amount of moisture removed compared to the initial weight of the horns of the reindeer made from 28 to 50 %. Conducted experimental studies have established that the most intensive evaporation of moisture from the antlers of the reindeer occurs in the first 9–12 days and the duration of the conservation (drying) of the antlers

of the reindeer when using convective drying method makes 20 days.

Keywords: *technological antler drying process, convective drying, canning, analytical data, experimental dependences, drying time, humidity change, drying speed determination.*

Введение. Особенностью оленей северных является наличие рогов как у самцов, так и у самок, что удваивает ежегодное количество срезанных рогов, насыщенных ценными биологически активными веществами. Наличие большого поголовья оленей северных в районах Крайнего Севера требует постоянного внимания к совершенствованию технологии сушки (консервирования) и переработки рогов [1].

Так как свежесрезанные рога оленей наполнены кровью и содержат от 70 до 80 % влаги [1], то требуется немедленная тепловая обработка в течение 6–10 часов после процесса срезки (заготовки), чтобы не допустить процесс разложения.

В настоящее время для увеличения длительности хранения свежесрезанных рогов до процесса переработки их просто замораживают на местах заготовки, что требует дополнительных незапланированных расходов.

Существующие методы консервирования рогов заключаются в варке путем кратковременного погружения в воду с температурой до 100 °С и дальнейшей сушке путем проветривания в течение 25–30 дней. Данный способ длительный, и его результаты не всегда отвечают предъявляемым техническим требованиям.

Цель исследований. Определить оптимальные сроки консервирования рогов оленей северных при использовании конвективного метода сушки.

Задачи исследований: определение убыли веса и скорости сушки рогов оленей северных в конвективной сушилке.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования являются свежесрезанные рога оленей северных. Экспериментальные исследования проводились на лабораторной конвективной сушилке ГП-80 в соответствии с действующими ГОСТами и общепринятыми методиками, обеспечивающими получение первичной информации с последующей их обработкой на ПЭВМ.

Результаты исследований и их обсуждение. С целью уменьшения времени процесса сушки (консервирования) и сохранения ценных биологически активных веществ, так широко применяемых в пищевой промышленности, при расширении линейки выпускаемой продукции сотрудниками кафедры «Технология, оборудование бродильных и пищевых производств» Красноярского государственного аграрного университета была разработана ресурсосберегающая технология консервирования рогов,

предусматривающая уменьшение времени процесса консервирования способом жаровой обработки горячим воздухом [2–4].

Для подтверждения эффективности применения разработок по совершенствованию процесса консервирования были проведены экспериментальные исследования по определению времени и скорости сушки рогов оленей северных в лабораторной конвективной сушилке ГП-80, представленной на рисунке 1.



Рис. 1. Лабораторная конвективная сушилка ГП-80

В процессе экспериментальных исследований были подготовлены шесть образцов (свежесрезанные рога оленей северных, рис. 2) в режиме 36 суток в течение 12 часов при темпе-

ратуре сушке, равной 30 °С, и дальнейшим охлаждении в течение 12 часов с последующим взвешиванием, а также фиксированием в журнале наблюдений.



Рис. 2. Свежесрезанный рог оленя северного

Полученные и обработанные результаты экспериментальных исследований показали, что при конвективной сушке (консервировании) рогов оленей северных можно различить три периода:

- период равномерной убыли веса;
- период замедленной убыли веса, соответствующий периоду падающей скорости сушки;
- период достижения динамического равновесия с влагой теплоносителя.

Из графика, представленного на рисунке 3, следует, что у образцов (рогов) с меньшим весом (1, 3, 5) убыль массы на 10 % больше, чем у образцов с большей массой (2, 4, 6). Длительность сушки, т.е. достижение равновесного состояния у образцов 1, 3, 5 составляет 13–14 суток, а у образцов 2, 4, 6 – 24–25 суток соответственно.

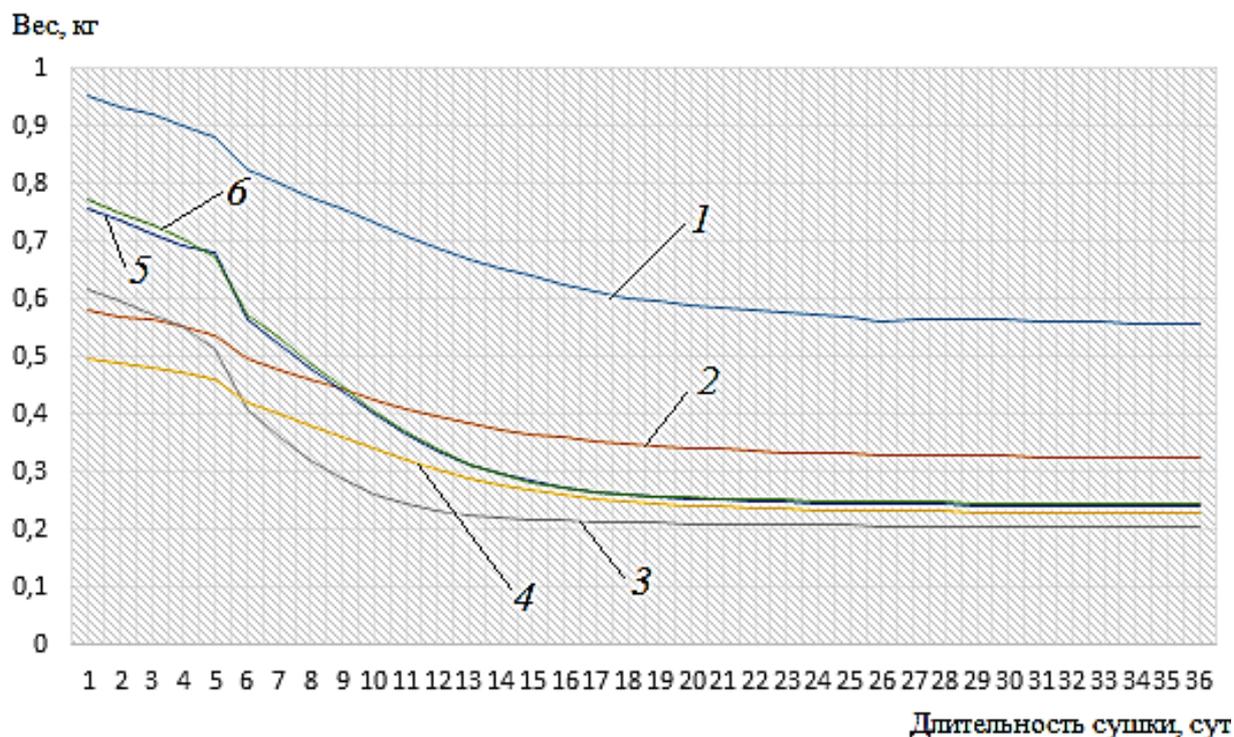


Рис. 3. Изменение массы рогов оленей северных в период воздушной сушки ($t=30\text{ }^{\circ}\text{C}$):
1, 2, 3, 4, 5, 6 – образцы рогов

Изменение влажности рогов оленей северных (U , %) в процессе сушки рассчитывали по формуле [5]

$$U = \frac{W}{G_H}, \quad (1)$$

где W – количество влаги, кг; G_H – начальная масса рога оленя северного, кг.

Количество влаги (W , кг) определяли по формуле [5]

$$W = G_H - G_K, \quad (2)$$

где G_K – конечная масса рога оленя северного, кг.

Изменение влажности рогов оленей северных определяли по формуле [5]

$$\Delta U = U_i - U_{i+1}, \quad (3)$$

где U_i , – влажность текущего опытного образца (рога оленя северного), %; U_{i+1} – влажность последующего опытного образца (рога оленя северного), %.

Скорость сушки (v , кг/сут) определяли по формуле [5]

$$v = \frac{\Delta U}{\Delta \tau}, \quad (4)$$

где $\Delta \tau$ – длительность сушки, часов.

На основании полученных статистических данных построен график изменения влажности образцов из пантов во времени, представленный на рисунке 4.

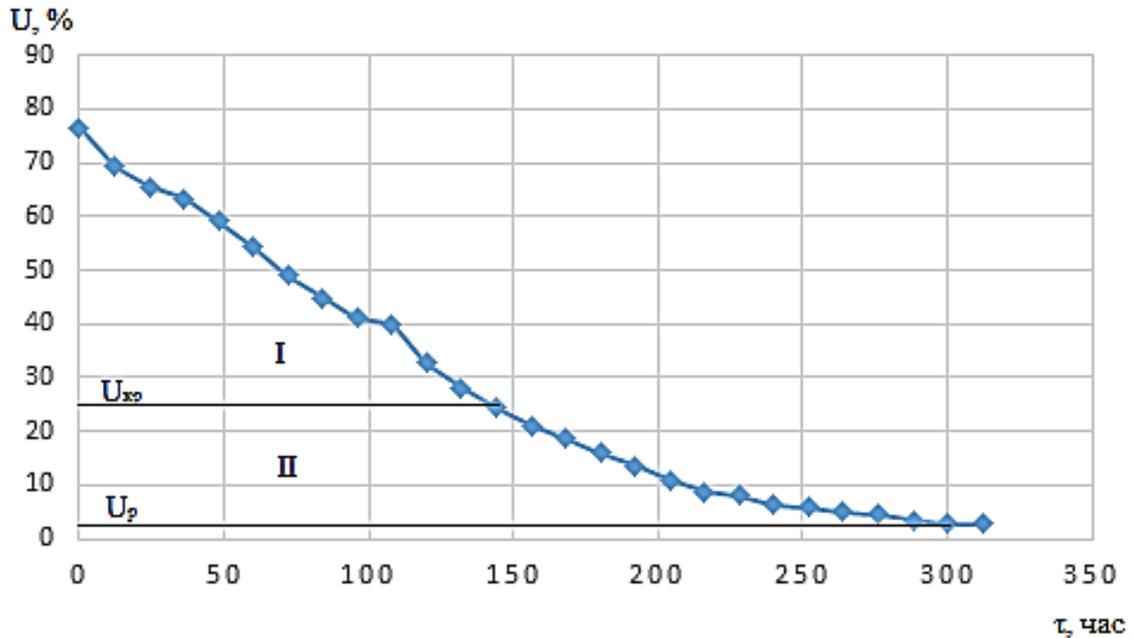


Рис. 4. Зависимость влажности пантов оленей северных от времени процесса сушки

Из рисунка 4 следует, что после небольшого периода прогрева образцов до 12 суток критическая влажность достигает 40 % при начальной влажности 20 % (образец 1) и 24 % у образца 5 с первоначальной влажностью 75 %.

Далее, в течение последующих 9 суток, скорость сушки резко падает, идет период убывающей скорости сушки (II период), а с 21-х до 30-х суток наступает период динамического равнове-

сия между влагой образца и окружающим воздухом, скорость сушки практически равна 0, что согласуется с динамикой конвективной сушки [5].

На рисунке 5 представлен график изменения скорости сушки образцов из пантов оленей северных, построенный по полученным и обработанным результатам экспериментальных исследований.

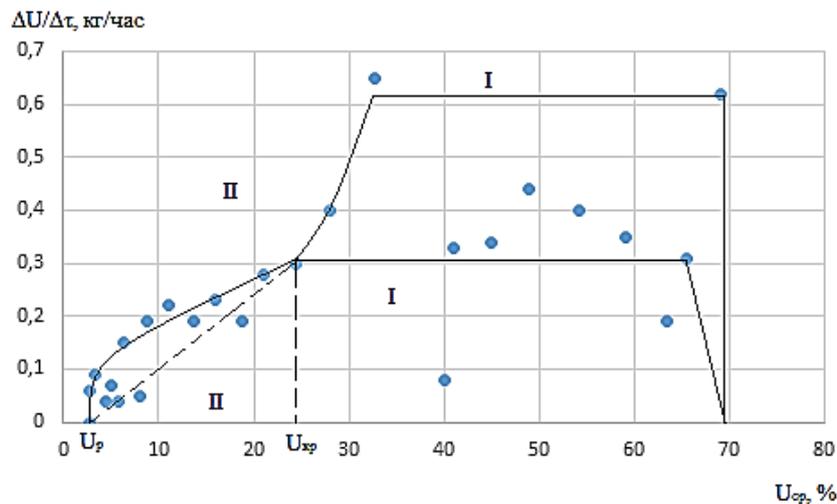


Рис. 5. Изменение скорости сушки рогов оленей северных

Из полученных экспериментальных данных, представленных на рисунке 5, следует, что постоянная скорость сушки рогов оленей северных наблюдается в I периоде при 0,3 и 0,6 кг/ч и

имеет одно значение. Данное явление объясняется тем, что свежесрезанные рога по своей структуре представляют губчатую костную ткань, наполненную кровью изнутри, и кожный

покров с шерстью снаружи. В связи с этим происходит выделение влаги с верхнего слоя с большей скоростью, а изнутри – с меньшей скоростью, так как толщина диффузионного слоя гораздо больше, чем в первом случае.

Аналогичный результат получен на всех шести образцах, а разность скорости сушки между образцами объясняется тем, что они различимы по первоначальному весу и толщине.

Период падающей скорости сушки (период II) подчиняется логарифмическому закону (см. рис. 5). Скорость сушки падает с 0,3 до 0 кг/ч на десятые сутки.

У рогов (пантов) образцов 1, 4, 5 и 6 с первоначальным весом 0,425–0,758 г период постоянной убыли веса равен 12 суткам и составляет от 0,027 до 0,035 кг/сут, а период замедленной убыли веса начинается с 12-х до 21-х суток, в это период скорость уменьшается и составляет примерно от 0,007 до 0,01 кг/сут, далее в течение еще 10 суток уменьшаемая масса приближается к 0 кг/сут, т.е. достигается состояние динамического равновесия, после чего масса рогов практически не изменяется.

Выводы

1. В процессе конвективной сушки количество удаляемой влаги по сравнению с первоначальным весом рогов оленей северных составляет от 28 до 50 %.

2. Проведенные экспериментальные исследования позволили установить, что наиболее интенсивное испарение влаги из рогов оленя северного происходит в первые 9–12 суток.

3. В целом длительность процесса консервации (сушки) рогов оленей северных при использовании конвективного метода сушки составляет 20 суток.

Литература

1. *Галкин В.С., Митюшев П.В., Тэви А.С.* Совершенствование консервирования пантов // Земля сибирская, дальневосточная. – 1973. – № 8. – С. 35–37.
2. Совершенствование технологии переработки рогов домашнего северного оленя эвенкийской породы / *В.Н. Невзоров, В.И.*

- Гаюльский, В.В. Беляев [и др.]* // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 6. – С. 254–259.
3. *Тепляшин В.Н., Дроздова Н.А.* Определение физико-механических свойств пантов и рогов оленей северных домашних эвенкийской породы // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 10. – С. 192–196.
4. *Тепляшин В.Н., Невзоров В.Н.* Технология консервирования пантов оленей северных // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы XIV Междунар. науч.-практ. конф. Ч. 2. Наука: опыт, проблемы, перспективы развития / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – С. 119–124.
5. Процессы и аппараты химических и биологических технологий: учеб. пособие / *Л.Д. Левин, Л.И. Ченцова, М.Н. Шайхутдинова [и др.]*. – Красноярск: Сибирский государственный университет, 2002. – 430 с.

Literatura

1. *Galkin V.S., Mitjushev P.V., Tjevi A.S.* Sovershenstvovanie konservirovanija pantov // Zemlja sibirskaja, dal'nevostochnaja. – 1973. – № 8. – S. 35–37.
2. Sovershenstvovanie tehnologii pererabotki rogov domashnego severnogo olenja jevenkijskoj porody / *V.N. Nevzorov, V.I. Gajul'skij, V.V. Beljaev [i dr.]* // Vestnik KrasGAU. – 2007. – № 6. – S. 254–259.
3. *Tepljashin V.N., Drozdova N.A.* Opredelenie fiziko-mehaničeskikh svojstv pantov i rogov oleney severnyh domashnih jevenkijskoj porody // Vestnik KrasGAU. – 2012. – № 10. – S. 192–196.
4. *Tepljashin V.N., Nevzorov V.N.* Tehnologija konservirovanija pantov oleney severnyh // Nauka i obrazovanie: opyt, problemy, perspektivy razvitija: mat-ly XIV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Ch. 2. Nauka: opyt, problemy, perspektivy razvitija / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2015. – S. 119–124.
5. Processy i apparaty himičeskikh i biologičeskikh tehnologij: ucheb. posobie / *L.D. Levin, L.I. Chencova, M.N. Shajhutdinova [i dr.]*. – Krasnojarsk: Sibirskij gosudarstvennyj universitet, 2002. – 430 s.