

2. Kajgorodov R.V., Shilova A.V., Samovol'nikova S.A. Vlijanie botanicheskogo proishozhdenija mjoda na sodержanie vitaminov S, V3 i V6 // Vestn. Perm. un-ta. Ser. Biologija. – 2012. – № 1. – S. 45–48.
3. Pimenov M.Ju. Mjod. Tovarovedcheskaja harakteristika i veterinarno-sanitarnaja jekspertiza: ucheb. posobie. – M.: Akvarium Print, 2015. – 128 s.
4. Kalorijnost' i pishhevaja cennost' mjoda // Pchelovodnyj vestnik. – 2008. – № 8 (84). – S.13–14.
5. Filippov P.I., Filippova V.P. Mjod i drugie produkty pchelovodstva v pitanii i medicine. – Rostov-n/D: Feniks, 2003. – 256 s.
6. Vatolina M.N., Madonova S.V. Pishhevaja cennost' i veterinarno-sanitarnaja jekspertiza natural'nogo pchelinogo mjoda // Molodezh' i nauka. – 2017. – № 6. – S. 28.
7. Ermolaev V.A. Osobennosti proizvodstva suhix syrov sposobom vakuumnoj sushki // Vestn. KrasGAU. – 2009. – № 12. – S. 202–205.

УДК 664.87

В.А. Ермолаев, М.А. Яковченко

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОЦЕСС ВАКУУМНОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ЧЕРЕМШИ

V.A. Ermolaev, M.A. Yakovchenko

### THE ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE TEMPERATURE ON THE PROCESS OF VACUUM DAMPING OF WILD LEEK

**Ермолаев В.А.** – д-р техн. наук, доц. каф. теплохладотехники Кемеровского государственного университета, г. Кемерово. E-mail: ermolaevvla@rambler.ru

**Яковченко М.А.** – канд. хим. наук, доц., зав. каф. природообустройства и химической экологии Кемеровского государственного сельскохозяйственного института, г. Кемерово. E-mail: mara.2002@mail.ru

**Ermolaev V.A.** – Dr. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Heating Systems, Kemerovo State University, Kemerovo. E-mail: ermolaevvla@rambler.ru

**Yakovchenko M.A.** – Cand. Chem. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Environmental Engineering and Chemical Ecology, Kemerovo State Agricultural Institute, Kemerovo. E-mail: mara.2002@mail.ru

Статья посвящена исследованию процессов вакуумной сушки черемши. При проведении экспериментов продолжительность вакуумной сушки черемши при температуре в камере 30, 40 и 50 °С составила соответственно 430, 360 и 280 мин. При температуре в камере 30 °С наибольшая скорость удаления влаги наблюдалась через 150–210 мин после начала процесса сушки и составляла 20–23 %/ч. При температуре в камере 40 и 50 °С максимум скорости наблюдается через 150 и 130 мин и составляет 26 и 34 %/ч соответственно. Проанализировано влияние вакуумной сушки на физико-химический состав черемши. При обезвоживании происходит повышение концентрации сухих веществ относительно абсолютной массы продукта, однако благодаря термическому воздействию наблюдается денатурация компонентов и их частичная потеря. Установлено, что при температуре 50 °С наблюдается существенное снижение содержания белка по сравнению с сушкой при температуре 40 °С. При повышении температуры сушки происходит снижение кислотности продукта, содержания сахаров и витамина С. Обнаружено, что независимо от температуры в камере сам процесс сушки крайне отрицательно сказывается на содержании витамина С. Представлена технологическая схема выработки сухой черемши с применением вакуумного обезвоживания. На основании проведенных исследований установлена целесообразность вакуумной сушки черемши при температуре 40 °С.

**Ключевые слова:** черемша, вакуумная сушка, температура.

The study is devoted to the research of vacuum drying processes of wild leek. While making the experiments the duration vacuum drying of wild leek at the temperatures under the chamber of 30, 40, and 50 °C made 430, 360 and 280 minutes, respectively. At the temperature in the chamber of 30 °C, the maximum rate of moisture removal was observed after 150–210 minutes after the start of drying process and made 20–23%/hour. At the temperature in the chamber of 40 and 50 °C the maximum speed was observed after 150 and 130 minutes and was 26 and 34 %/hour, respectively. The effect of vacuum drying on physical and chemical composition of wild leek was analyzed. During dehydration the concentration of solids increased relative to the absolute mass of the product, but due to thermal effects, the components were denatured and partially lost. It was found out that at the temperature of 50 °C there was significant decrease in protein content compared to drying at the temperature of 40 °C. When drying temperature rose, the acidity of the product decreased and negatively affected the content of sugars and vitamin C. It was found out that irrespective of the temperature in the chamber, drying process itself had very negative effect on vitamin C content. Technological scheme of dry leek powder production with vacuum dehydration application was presented. On the basis of conducted studies, the expediency of vacuum drying of wild leek at the temperature of 40 °C was established.

**Keywords:** ramson, vacuum drying, temperature.

**Введение.** Черемша представляет собой дикий чеснок, относящийся к семейству луковых. Различают несколько разновидностей черемши, наиболее распространенными из которых являются лук медвежий (*Allium ursinum*) и победный (*Allium victorialis*) [1]. Данный продукт еще с давних времен использовался не только в качестве пищи, но и как лекарственное средство, что обусловлено

особенностями его химического состава. В черемше содержится аскорбиновая кислота, витамины группы В, РР, β-каротин, а также белки, пищевые волокна, углеводы, растворимые минеральные и безазотистые экстрактивные вещества, фитонциды и др. [2].

Химический состав зрелого растения приведен в таблице 1 [1].

Таблица 1

Средние показания по химическому составу зрелой черемши, %

Показатель	Значение
Влага	86,9
Сухие вещества	13,1
Белок	2,1
Жир	0,3
Клетчатка	1,2
Азотистые вещества	3,2
Безазотистые экстрактивные вещества	7,5
Зола	1,0

Ввиду своей биологической ценности черемша может использоваться при производстве различных пищевых продуктов, например хлебобулочных [3] и кондитерских изделий [4]. Для сглаживания сезонности выработки данной продукции и продления ее сроков хранения целесообразно использовать такую технологию консервирования, как сушку.

Поскольку черемша содержит в себе термолабильные компоненты, которые необходимо сохранить в ходе переработки, то в данном случае эффективным методом обезвоживания может являться вакуумная сушка при пониженной температуре.

При вакуумной сушке снижается температура кипения влаги, содержащейся в продукте, что дает возможность осуществлять процесс при температуре, не превышающей температуру денатурации компонентов. Кроме того,

вакуумная сушка характеризуется достаточно высокими технико-экономическими показателями [5, 6].

**Цель работы.** Исследование процессов сушки черемши при различных температурных параметрах.

**Задачи:** проанализировать кинетику вакуумной сушки черемши; провести ее физико-химический анализ до и после вакуумной сушки; подобрать эффективную температуру вакуумной сушки.

**Объекты и методы исследований.** В качестве объекта исследований выступала черемша свежая. Для выполнения экспериментальных исследований использовалась вакуумная сушильная установка, разработанная на кафедре теплохладотехники. Данная установка включает рабочую камеру, вакуумный насос и холодильную машину, испаритель которой размещен в десублиматоре, соединенном с рабочей камерой (рис. 1).

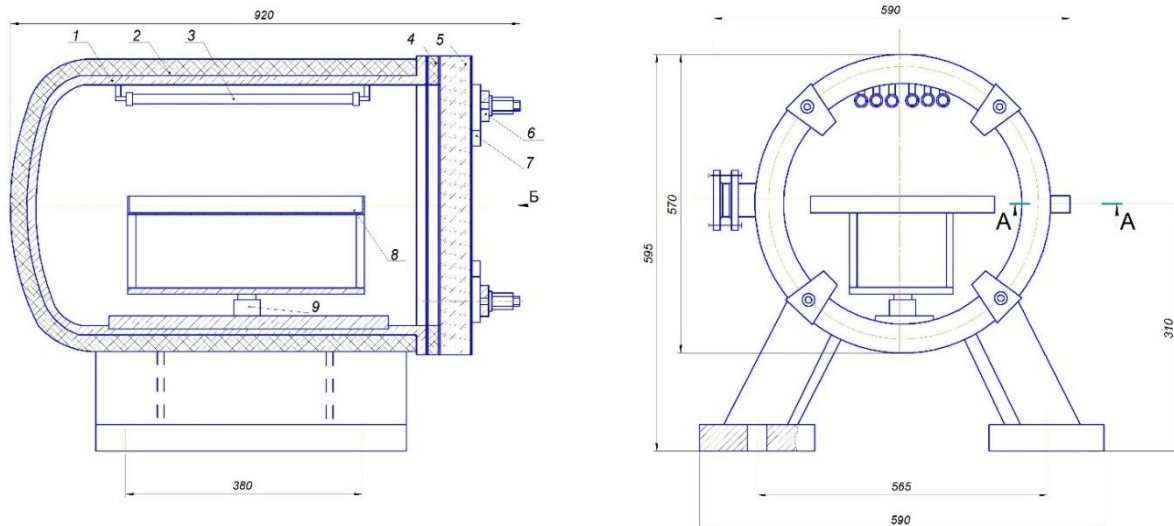


Рис. 1. Рабочая камера вакуумной сушильной установки: 1 – корпус; 2 – теплоизоляция камеры; 3 – инфракрасные лампы; 4 – резиновое уплотнение; 5 – оргстекло; 6 – поджимное кольцо; 7 – поджимная пластина; 8 – поддон; 9 – тензодатчик

Сушку осуществляли при остаточном давлении  $4 \pm 0,5$  кПа до достижения содержания влаги не более 5 % (данный показатель используется в большинстве случаев, по литературным данным [7, 8]). В качестве источника теплоты использовались инфракрасные лампы, работающие в импульсном режиме подвода теплоты.

Содержание золы определяли по ГОСТ ISO 762-2013. Концентрацию белка определяли методом Дюма с помощью анализатора белкового азота «Rapid N Cube». Концентрацию витамина С определяли по ГОСТ 24556-89.

Концентрацию сахаров оценивали по ГОСТ 29030-91. Кислотность в продукте определяли по ГОСТ ISO 750-2013. Содержание жиров оценивали по ГОСТ 8756.21-89.

**Результаты и их обсуждение.** Проводили эксперименты по вакуумной сушке черемши при температуре в камере 30, 40 и 50 °С. В ходе эксперимента регистрировали изменение массы образца и по полученным данным рассчитывали изменение влагосодержания в продукте. Результаты приведены на рисунке 2.

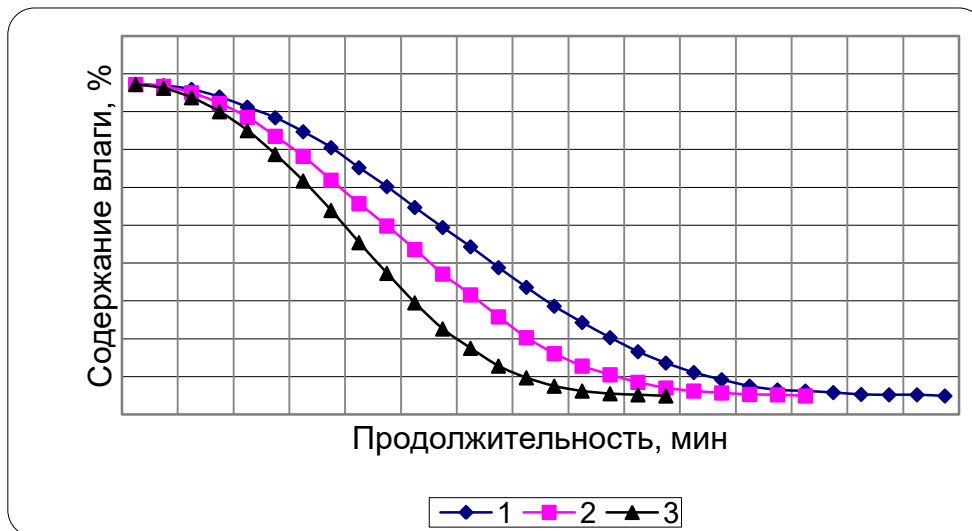


Рис. 2. Графики зависимости влагосодержания в черемше от продолжительности вакуумной сушки при температуре в камере: 1 – 30 °С; 2 – 40 °С; 3 – 50 °С

Продолжительность вакуумной сушки черемши при температуре в камере 30, 40 и 50 °С составила соответственно 430, 360 и 280 мин. По данным, представленным на рисунке 2, была рассчитана скорость удаления влаги по следующей формуле:

$$v = \frac{W_{i-1} - W_i}{\tau}$$

где  $W_{i-1}$  и  $W_i$  – влагосодержание соответственно в  $i-1$ -й и  $i$ -й момент времени;  $\tau$  – время между данными моментами.

Результаты расчета представлены на рисунке 3.

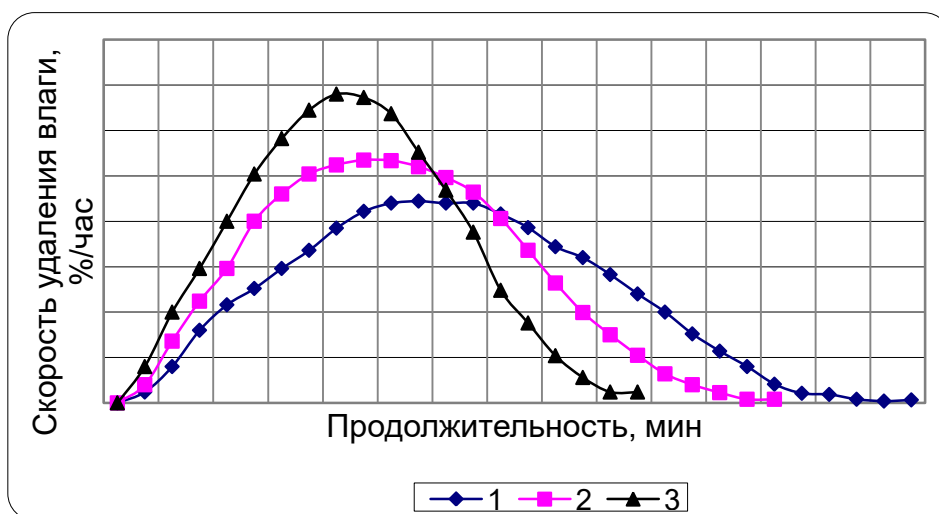


Рис. 3. Графики зависимости скорости удаления влаги в черемше от продолжительности вакуумной сушки при температуре в камере: 1 – 30 °С; 2 – 40 °С; 3 – 50 °С

При температуре в камере 30 °С наибольшая скорость удаления влаги наблюдалась через 150–210 мин после начала процесса сушки и составляла 20–23 %/ч. При температуре в камере 40 и 50 °С максимум скорости наблюдается через 150 и 130 мин и составляет 26 и 34 %/ч соответственно. После указанных промежутков времени

происходит постепенное снижение скорости обезвоживания.

Далее был проведен анализ качественных показателей свежей черемши до и после вакуумной сушки. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

## Химический состав черемши до и после вакуумной сушки

Показатель	Свежая черемша	После сушки при t=30 °С	После сушки при t=40 °С	После сушки при t=50 °С
Влага, %	87,2	4,9	4,9	4,7
Сухие вещества, %	12,8	95,1	95,1	95,3
Белки, г/100г сух. вещества	2,6	12,4	11,8	4,2
Жиры, г/100г сух. вещества	0,2	0,9	0,8	0,6
Кислотность, мл/100г сух. вещества	33,7	28,4	26,0	23,2
Сахара, г/100г сух. вещества	31,8	112,4	103,9	88,5
Витамин С, мг/100г сух. вещества	156	101	89	54
Зола, г/100г сух. вещества	1,5	7,4	8,5	9,7

При обезвоживании происходит повышение концентрации сухих веществ относительно абсолютной массы продукта. Однако, благодаря термическому воздействию, происходит денатурация компонентов и их частичная потеря. Так, например, при температуре 50 °С наблюдается существенное снижение содержания белка по сравнению с сушкой при температуре 40 °С. При повышении температуры сушки происходит снижение кислотности продукта, содержания сахаров и витамина С. Что касается последнего, то даже при наиболее низкой температуре

сушки (в данном случае 30 °С) наблюдаются существенные потери данного компонента. Иными словами, сам процесс сушки отрицательно сказывается на содержании витамина С. Содержание золы, по мере увеличения температуры сушки, несколько повышается.

Из результатов анализа кинетики и физико-химического состава продукта можно заключить о целесообразности вакуумной сушки черемши при температуре 40 °С. Технологическая схема выработки сухой черемши представлена следующим образом (рис. 4).

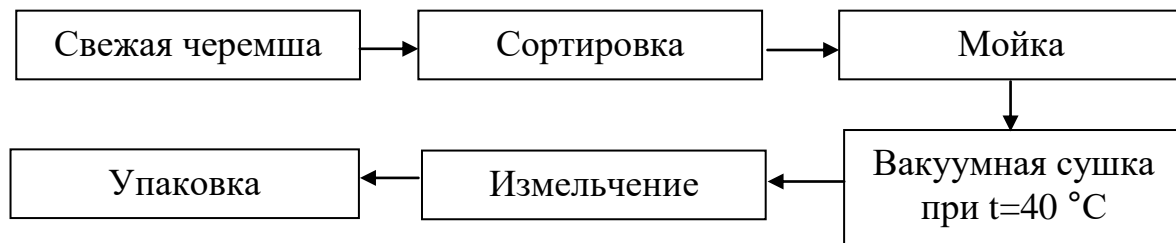


Рис. 4. Технологическая схема производства сушеной черемши

**Выводы.** Таким образом, в ходе проведенной работы была изучена кинетика вакуумной сушки черемши, проанализировано влияние сушки на физико-химический состав продукта, установлена целесообразность осуществления данного процесса при температуре 40 °С. Представленные результаты исследований могут быть полезны работникам пищевой промышленности в области консервирования растительного сырья.

## Литература

1. *Исраилова Х.* Черемша – перспективное нетрадиционное сырье для хлебобулочных и мучных кондитерских изделий // *Хлебопродукты.* – 2011. – № 6. – С. 56–57.
2. Порошкообразный полуфабрикат черемши: получение и свойства / *Г.О. Магомедов, Х.А. Исраилова, С.И. Лукина [и др.]* // *Новое в технике и технологии* пищевых производств: мат-лы II Междунар. науч.-техн. конф. – Воронеж, 2010. – С. 207–209.
3. *Магомедов Г.О., Шамханов Ч.Ю., Исраилова Х.А.* Разработка технологии использования экстракта черемши в производстве хлебобулочных изделий // *Изв. вузов. Пищевая технология.* – 2010. – № 1. – С. 36–37.
4. *Типсина Н.Н., Присухина Н.В.* Новые изделия функционального назначения // *Вестник КрасГАУ.* – 2015. – № 4. – С. 62–66.
5. *Семенов Г.В., Буданцев Е.В., Булкин М.С.* Качество и энергозатраты в процессах вакуумного обезвоживания термолабильных материалов // *Изв. вузов. Пищевая технология.* – 2011. – № 1 (319). – С. 65–68.
6. *Ермолаев В.А.* Одно-, двух- и трехступенчатая вакуумная сушка молочных продуктов // *Сиб. вестн. с.-х. науки.* – 2010. – № 5. – С. 100–105.

7. Масленникова Г.А. Разработка технологии низкотемпературного вакуумного обезвоживания ягодного сырья: дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2013. – 148 с.
8. Ermolaev V.A. 2014. Kinetics of the vacuum drying of cheeses // Foods and Raw Materials. – 2(2). – P. 130–139.
4. Tipsina N.N., Prisuina N.V. Novye izdelija funkcional'nogo naznachenija // Vestnik KrasGAU. – 2015. – № 4. – S. 62–66.
5. Semenov G.V., Budancev E.V., Bulkin M.S. Kachestvo i jenergozatraty v processah vakuumnogo обезvozhivaniya termolabil'nyh materialov // Izv. vuzov. Pishhevaja tehnologija. – 2011. – № 1 (319). – S. 65–68.
6. Ermolaev V.A. Odno-, dvuh- i trehstupenchataja vakuumnaja sushka molochnyh produktov // Sib. vestn. s.-h. nauki. – 2010. – № 5. – S. 100–105.
7. Maslennikova G.A. Razrabotka tehnologii nizkotemperaturnogo vakuumnogo обезvozhivaniya jagodnogo syr'ja: dis. ... kand. tehn. nauk. – Кемерово, 2013. – 148 с.
8. Ermolaev V.A. 2014. Kinetics of the vacuum drying of cheeses // Foods and Raw Materials. – 2(2). – P. 130–139.

#### Literatura

1. Israilova H. Cheremsha – perspektivnoe netradicionnoe syr'e dlja hlebobulochnyh i muchnyh konditerskih izdelij // Hleboprodukty. – 2011. – № 6. – S. 56–57.
2. Poroshkoobraznyj polufabrikat chereishi: poluchenie i svojstva / G.O. Magomedov, H.A. Israilova, S.I. Lukina [i dr.] // Novoe v tehnike i tehnologii pishhevyy proizvodstv: mat-ly II Mezhdunar. nauch.-tehn. konf. – Voronezh, 2010. – S. 207–209.
3. Magomedov G.O., Shamhanov Ch.Ju., Israilova H.A. Razrabotka tehnologii ispol'zovanija jekstrakta chereishi



УДК 629.114.2

Н.И. Селиванов, И.А. Васильев

### РЕАЛИЗАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ

N.I. Selivanov, I.A. Vasiliev

#### IMPLEMENTATION OF POTENTIAL OPPORTUNITIES OF HIGH POWER WHEELED TRACTORS

**Селиванов Н.И.** – д-р техн. наук, проф., зав. каф. тракторов и автомобилей Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: zaprudskii@list.tu

**Васильев И.А.** – асп. каф. тракторов и автомобилей Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: vasilev@krasagro.ru

**Selivanov N.I.** – Dr. Techn. Sci., Prof., Head, Chair of Tractors and Cars, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: zaprudskii@list.tu

**Vasiliev I.A.** – Post-Graduate Student, Chair of Tractors and Cars, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: vasilev@krasagro.ru

Цель работы – обоснование условий оптимальной адаптации колесных 4к4б тракторов высокой мощности к технологиям почвообработки. В основу формирования моделей и алгоритма оптимизации массоэнергетических параметров трактора при использовании в составе тягового почвообрабатывающего агрегата положена методология системного подхода к ступенчатому дифференцированию и рациональному распределению по осям его эксплуатационной массы с учетом установленных условий, показателей и ограничений. По результатам моделирования, с использованием экспериментальных зависимостей буксования движителей и тягового КПД от нагрузки, обоснованы номинальные тяговые режимы и соответствующие им значения удельной массы трактора на одинарных и сдвоенных колесах при неизменных параметрах съемного балласта для каждой группы операций почвообработки. Предложенная система оптимизации параметров за счет дифференциации номинальных тяговых режимов и удельной массы показала возможность и целесообраз-

ность реализации потенциальных возможностей тракторов разной комплектации в зональных технологиях почвообработки с наименьшими затратами. Увеличение на 18–21 % удельной и, соответственно, эксплуатационной массы, за счет рационального балластирования, повысило до 47–48 % номинальное тяговое усилие с переходом трактора в смежный повышенный тяговый класс при снижении выходного энергетического потенциала не более 2,0–2,6 %. Сдваивание колес обеспечило повышение тяговой мощности трактора и потенциальной производительности агрегата на 5,8–7,2 % при двукратном снижении удельного давления на почву.

**Ключевые слова:** адаптация, алгоритм, балласт, комплектация, технология, трактор, удельная масса.

The purpose of the work is to substantiate the conditions for optimal adaptation of wheeled 4k4b tractors of high power to soil treatment technologies. The methodology of system approach to stepwise differentiation and rational distribution along the axes of its operational mass, taking into account