

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ РЕПЧАТОГО ЛУКА

Д. И. Фролов, К. П. Фудин

Проанализированы химические характеристики в свежем луке и после сушки при различных температурах, чтобы оценить эффект сушки и влияния температурного режима на химический состав продукта (содержание влаги, сахара, сырого протеина, золы, жира, сырой клетчатки, кислотность и витамина С). Из полученных результатов было подтверждено, что на некоторые химические компоненты лука сушка не влияет (зола, жир, сырой протеин, сырая клетчатка), тогда как на другие влияет значительно (сахар, кислотность и витамин С).

Ключевые слова: сушка, температурный режим, лук репчатый, химический состав.

Введение

Из всего многообразия овощных культур, возделываемых в России, лук является наиболее распространенным и занимает особое место в производстве овощеводческой продукции. В настоящее время из-за возрастающей потребности населения и пищевой промышленности в репчатом луке ежегодно увеличиваются посевные площади лука. Для решения проблем интенсификации уборки лука проведены многочисленные исследования [1–8], позволяющие повысить качество уборки и сократить часть операций [9–12]. Ввиду того, что после уборки встает вопрос о хранении лука и его переработке, тем более мощности современных перерабатывающих предприятий позволяют переработать

значительную часть лука и получить товарную продукцию.

Одним из наиболее доступных средств сохранения овощной продукции является конвективная сушка, этим способом лук перерабатывается для повышения эффективности хранения.

Настоящая работа направлена с одной стороны на изучение кинетики сушки, а с другой стороны на анализ содержания химических веществ в репчатом луке до и после сушки.

Цель работы – выявить и оценить степень влияния температурных факторов и режимов конвективной сушки на содержание химических веществ в репчатом луке.

Задачи исследования: определить температурный режим сушки, оказывающий наименьшее

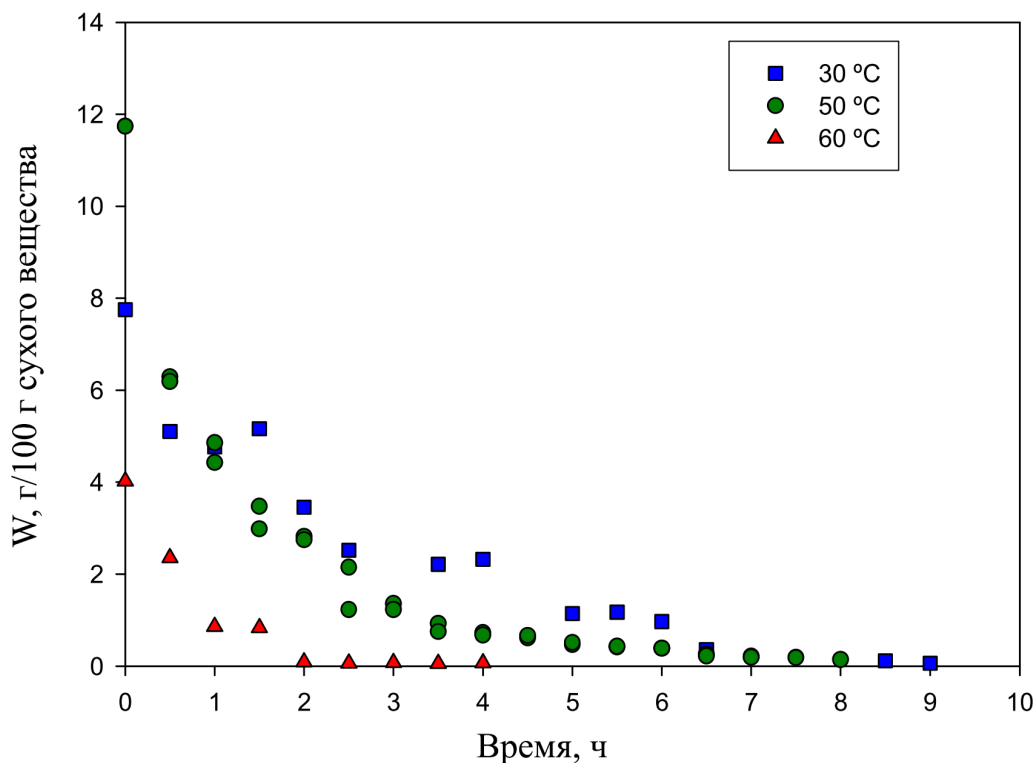


Рис. 1. Зависимость потери влаги при температурных режимах 30, 50 и 60 °C от времени

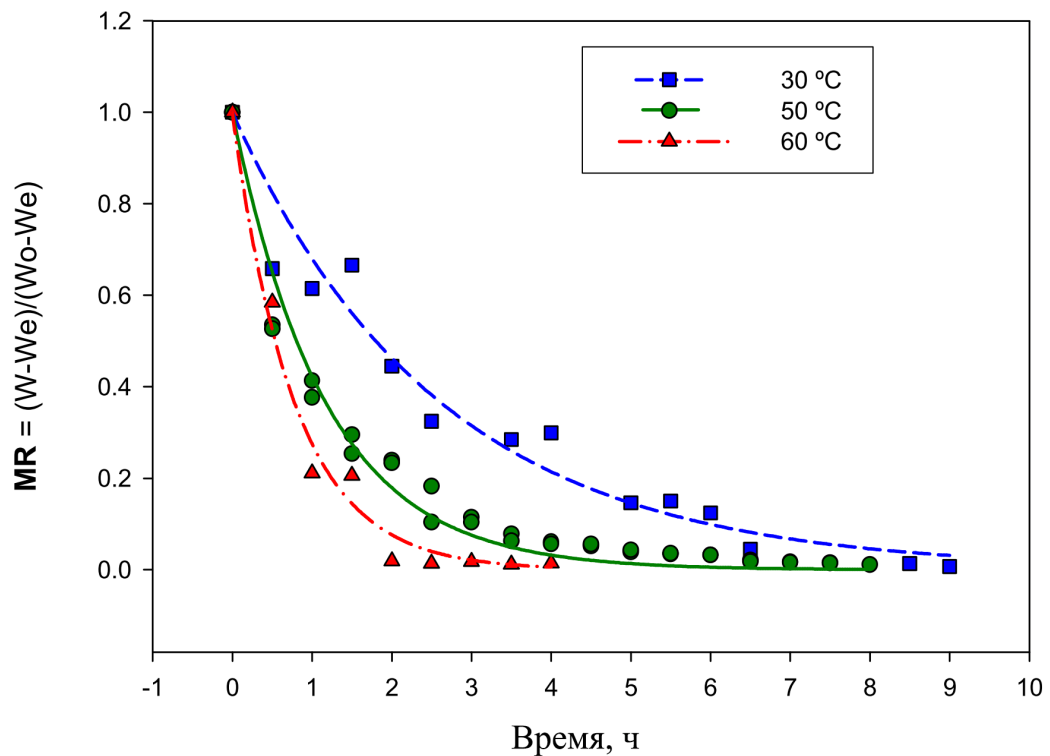


Рис. 2. Аппроксимация экспериментальных данных к ньютоновой модели сушки при температурных режимах 30, 50 и 60 °C

влияние на химический состав лука репчатого; провести анализ содержания химических веществ в репчатом луке до и после сушки.

Объекты и методы исследований

Для опытов были отобраны образцы лука репчатого, промыты и разрезаны на образцы диаметром примерно 2,5 см и толщиной от 3 до 4 мм. Образцы помещались в вентилируемую печь (WTB Binder) с потоком воздуха 300 м³/ч. Воздух циркулирует параллельно с образцами, скорость 0,35 м/с. Средняя температура впуска воздуха поддерживалась постоянной в каждом эксперименте. Эксперименты, проводившиеся при различных температурах 30 °C, 40 °C, 50 °C и 60 °C, проводились до тех пор содержание влаги в образцах не достигало 20% или меньше.

Периодически некоторые образцы брались из печи случайным образом и проверялись на содержание влаги. Измерения влажности делались с помощью галогенового анализатора влажности (HG53), который был ранее откалиброван.

Химический состав лука до и после обработки определялся общеизвестными методами: золы, сырого протеина, пищевых волокон (ГОСТ 25555.4–91, ГОСТ ISO 762–2013); витамина С (ГОСТ 24556–89); сахаров (ГОСТ 29030–91); кислотности (ГОСТ ISO 750–2013); жиров (ГОСТ 8756.21–89).

Результаты и их обсуждение

После проведения эксперимента были полу-

чены данные конвективной сушки лука при различных температурных режимах (30, 50 и 60 °C) и построен сравнительный график потери влаги от времени сушки (рис. 1).

Экспериментально полученные данные для различных температур (30, 50, 60 °C) были изучены и построены графики зависимостей в виде отношения безразмерной переменной влаги (MR) от времени (в часах), где:

$$MR = (W - W_E) / (W_0 - W_E) \quad (1)$$

где W – влажность во время t ;

W_E – равновесная влажность;

W_0 – начальная влажность (г воды/г сухого вещества).

Аппроксимация экспериментальных данных к ньютоновой модели сушки $\{MR = \exp(-kt)\}$ при температурных режимах 30, 50 и 60 °C (рис. 2).

Влияние температуры сушки на химический состав лука, в свежем и обезвоженном виде при различных температурных режимах (30, 40, 50 и 60 °C) можно проанализировать в табл. 1. Из полученных результатов можно увидеть, что некоторые компоненты не зависят от температуры сушки (жир, зола, сырой протеин и сырая клетчатка), тогда как другие существенно зависят (сахар, кислотность и витамин С).

При повышении температуры от 30 до 60 °C происходит уменьшение сахаров (около 21% по сухому веществу), витамина С (уменьшается от 137 до 89 мг/100 г сухого вещества) и проистекает зна-

Таблица 1 – Химический состав свежего лука и после сушки при различных температурах

	Свежий лук	Сушка при 30°C	Сушка при 40°C	Сушка при 50°C	Сушка при 60°C
Влага, %	91,24	21,49	13,32	17,48	16
Зола, г/100 г сух. в.	3,44	3,4	5,28	4,59	4,18
Сахара, г/100 г сух. в.	55,99	43,41	40,26	33,31	22,42
Жир, г/100 г сух. в.	0,56	0,24	0,41	0,27	0,34
Сырой протеин, г/100 г сух. в.	0,56	1,01	0,1	0,59	0,36
Сырая клетчатка, г/100 г сух. в.	5,6	4,3	6,1	4,87	4,84
Кислотность, мл/100 г сух. в.	36,71	20,95	20,79	19,37	15,83
Витамин С, мг/100 г сух. в.	1889	137	136	134	89

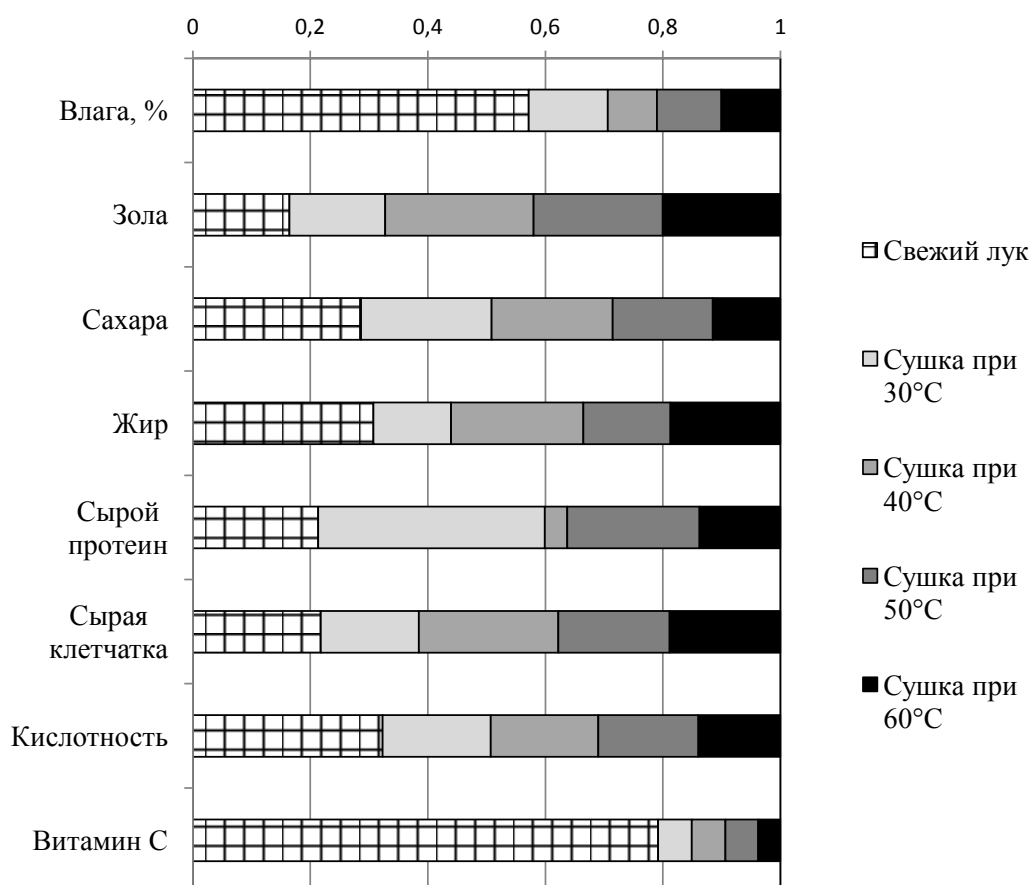


Рис. 3. Химический состав свежего лука и после сушки при температурах 30–60 °С

чительная потеря летучих кислот (примерно от 21 до 16 мл/100 г сухого вещества).

Эти результаты были ожидаемы (рис. 3), поскольку эти компоненты сильно зависят от температуры сушки: сахар снижается благодаря реакции Майяра, повышение температуры приводит к испарению летучих кислот, присутствующих в луке, а витамин С как известно, чрезвычайно чувствителен к температуре. На самом деле, разница между содержанием витамина С в свежем луке и луке, обезвоженном при любой температуре (в том числе низкой температуре 30 °С) чрезвычайно высока, что указывает, что обезвоживание сильно влияет на содержание витамина С.

Выводы

Из анализа химического состава до и после конвективной сушки был сделан вывод, что сушка влияет только на компоненты лука, которые более чувствительны к температуре: сахар, кислотность и витамин С, они уменьшаются в значительной степени.

С другой стороны, хотя происходит некоторая потеря качества конечного продукта, повышение температуры сушки является важной, так как увеличение температуры от 30 до 60 °С позволяет сократить время сушки от 7 до 2 часов, что приводит к существенной экономии энергии.

Список литературы

1. Фролов, Д. И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 153 с.
2. Фролов, Д. И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 18 с.
3. Ларюшин, Н. П. Уборка без задержек/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Сельский механизатор. – 2007. – № 7. – С. 48–49.
4. Ларюшин, А. М. Совершенствование технологии уборки лука / А. М. Ларюшин, Н. П. Ларюшин, Д. И. Фролов // Труды Международного Форума по проблемам науки, техники и образования. – М.: Академия наук о Земле, 2007. – С. 17–18.
5. Фролов, Д. И. Обоснование рациональных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука/Д. И. Фролов, С. В. Чекайкин//XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С.158–161.
6. Ларюшин, Н. П. Оптимальные параметры ботвоудаляющего рабочего органа обрезчика листостебельной массы/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 2. – С. 15–17.
7. Фролов, Д. И. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3. – С. 18–23.
8. Ларюшин, Н. П. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства при лабораторных исследованиях/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Нива Поволжья. – 2008. – № 2. – С. 46–51.
9. Фролов, Д. И. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины/Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 3. – С. 29–33.
10. Фролов, Д. И. Определение оптимальных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука /Д.И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова//Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1 (29) . – С. 120–126.
11. Фролов, Д. И. Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха/Д. И. Фролов//Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4 (1). С. 30–35.
12. Пчелинцева, О. Н. Повышение универсальности ботвоудаляющей машины за счет модернизации кожуха для удаления картофельной ботвы / О. Н. Пчелинцева, К. П. Фудин // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 2 (03). С. 29–33.

STUDY OF THE KINETICS OF CONVECTIVE DRYING OF ONIONS

D. I. Frolov, K. P. Fudin

Chemical characteristics analyzed in fresh onion and dried at different temperatures to evaluate the effect of drying and the influence of temperature on the chemical composition of the product (moisture content, sugar, crude protein, ash, fat, crude fiber, acidity and vitamin C). From these results, it was confirmed that some of the chemical components of the onion does not affect drying (ash, fat, crude protein, crude fiber), whereas the other significantly affect (sugar, acidity, and vitamin C).

Keywords: drying, temperature, onions, chemical composition.

References

1. Frolov, D. I. Development of cutter tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational parameters: dis. ... candidate. tech. Sciences: 05.20.01 / Frolov Dmitry Ivanovich. – Penza, 2008. – 153 p.
2. Frolov, D. I. Development of cutter tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational parameters: author. dis. ... candidate. tech. Sciences: 05.20.01/Frolov Dmitry Ivanovich. – Penza, 2008. – 18 p.

3. Laryushin, N. P. Harvesting without delay/N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov//Rural machine operator. – 2007. – No. 7. – Pp. 48-49.
4. Laryushin, A. M. improving the technology of harvesting onion / A. M. Laryushin, N. P. Laryushin, D. I. Frolov // Proceedings of International Forum on problems of science, technology and education. – M.: Academy of Earth Sciences, 2007. – Pp. 17-18.
5. Frolov, D. I. Justification of rational parameters haulm removing machine for sowing Luke/D. I. Frolov, S. V. Chekalkin//XXI century: the past and challenges of the present plus. 2014. No. 6 (22). Pp. 158–161.
6. Laryushin, N. P. Haulm removing machine the Optimal parameters of working body of the cutter leaf mass/N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov//Tractors and farm machinery. – 2010. – No. 2. – Pp. 15-17.
7. Frolov, D. I. Substantiation of the optimum frequency of rotation of the working body of the haulm removing machine / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2013. – No. 3. – Pp. 18-23.
8. Laryushin, N. P. Substantiation of constructive-regime parameters botopasie device in laboratory studies/N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov//Niva Povolzhya. – 2008. – No. 2. – P. 46-51.
9. Frolov, I. D. Modeling of process of removal of onion tops working body of the haulm removing machine/D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova// Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2014. – No. 3. – S. 29-33.
10. Frolov, D. I. determination of the optimal parameters haulm removing machine for sowing Luke /D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova//Bulletin of the Ulyanovsk state agricultural Academy. -2015. –№ 1 (29) . – Pp. 120-126.
11. Frolov, D. I. Analysis of haulm removing machine of the working body with the optimization of the air flow inside the bonnet/D. I. Frolov//Innovative mashinery and technology. – 2014. – № 4 (1). Pp. 30-35.
12. Pchelintseva, O. N. Increases versatility of the haulm removing machine through the modernization of the casing for removal of potato haulm / O. N. Pchelintseva, K. P. Fudin // Innovative mashinery and technology. – 2015. – № 2 (03). Pp. 29-33.