

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Могилевский государственный университет продовольствия»

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

**Материалы XIII Международной
научно-технической конференции**

23–24 апреля 2020 года

В двух томах

Том 1

Могилев
МГУП
2020

УДК 664
ББК 36
Т38

Редакционная коллегия:
д.т.н., профессор Акулич А.В. (отв. редактор)
к.э.н., доцент Козлова Е.А. (отв. секретарь)
д.т.н., профессор Василенко З.В.
д.х.н., профессор Роганов Г.Н.
д.т.н., доцент Цед Е.А.
к.т.н., доцент Косцова И.С.
к.т.н., доцент Шингарева Т.И.
к.т.н., доцент Кирик И.М.
к.т.н., доцент Болотько А.Ю.
к.т.н., доцент Поддубский О.Г.
к.т.н., доцент Лустенков В.М.
д.э.н., профессор Ефименко А.Г.
к.т.н., доцент Кожевников М.М.
к.т.н., доцент Баитова С.Н.
ст. преподаватель Климова Ю.Е.
ст. преподаватель Кондрашова И.А.
к.т.н., доцент Щемелев А.П.
вед. инженер Сидоркина И.А.

Содержание и качество докладов являются прерогативой авторов

Техника и технология пищевых производств: материалы
Т38 XIII Междунар. науч.-техн. конф., 23–24 апреля 2020 г., в 2-х т.,
Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный
университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.].
– Могилев: МГУП, 2020. – Т.1– 458 с.
ISBN 978-985-572-068-4 (т. 1).
ISBN 978-985-572-067-7.

Сборник включает доклады участников XIII Международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств», посвященной актуальным проблемам пищевой техники и технологии.

УДК 664
ББК 36

ISBN 978-985-572-068-4 (т. 1)
ISBN 978-985-572-067-7

© Учреждение образования
«Могилевский государственный
университет продовольствия», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ТОМ 1

Пленарные доклады	стр. 4
Секция 1. Технология пищевых производств	20
Секция 2. Технология хлебопродуктов и кондитерских изделий	97
Секция 3. Технология продукции общественного питания и мясопродуктов	241
Секция 4. Технология молока и молочных продуктов	312
Секция 5. Физико-химические аспекты пищевых и химических производств	354
Содержание	439
Авторский алфавитный указатель	454

ТОМ 2

Секция 6. Процессы и аппараты пищевых производств	3
Секция 7. Оборудование зерноперерабатывающих и пищевых производств	64
Секция 8. Холодильная техника и теплофизика	98
Секция 9. Автоматизация и компьютеризация пищевых производств	139
Секция 10. Товароведение и организация торговли	195
Секция 11. Экономические проблемы перерабатывающих отраслей АПК	244
Секция 12. Экология и безопасность технологических процессов	415
Содержание	471
Авторский алфавитный указатель	489

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СУШКИ ЗЕРНА СПЕЛЬТЫ

Станкевич Г.Н., Кац А.К., Васильев С.В.

Одесская национальная академия пищевых технологий

г. Одесса, Украина

Известно, что для сушки зерна применяют шахтные и колонковые модульные зерносушарки, в которых применяются определенные режимы сушки, регламентируемые действующей «Инструкцией по сушке ...» [1]. Однако, для некоторых нетрадиционных культур, в частности пленчатой пшеницы (спельты), режимы сушки отсутствуют. Для обоснования рациональных режимов сушки спельты, определения производительности зерносушилок и расхода топлива на сушку и т.д., необходимо знать закономерности кинетики ее сушки, что и составило цель работы.

Для проведения опытов были подготовлены образцы пленчатой спельты Заря Украины с влажностью 18,0 % и 24,0 %, полученных искусственным увлажнением зерна. Каждый образец сушили до конечной влажности 14 % при температурах сушильного агента 70 °С и 90 °С. Толщина слоя зерна была принята 50 мм, а скорость сушильного агента 1,2 м/с. Методика исследований подробно описана в [2].

Для сглаживания экспериментальных данных по изменению влажности и температуры спельты в течение процесса сушки использовали известные формы кинетических уравнений [3]:

– для кинетики сушки зерна уравнение З.Ш. Бурчуладзе, В.Д. Скверчака, В.И. Сыроедова:

$$w = w_0 \exp(-K\tau^n); \quad (1)$$

– для кинетики нагрева зерна уравнение М.С. Докучаева и Н.Ф. Смирнова

$$\theta = \theta_0 + \tau/(A + B\tau). \quad (2)$$

Значения кинетических коэффициентов K , n , A , B , приведенных в табл. 1, рассчитывали методом наименьших квадратов.

Таблица 1 – Значения эмпирических кинетических коэффициентов K , n , A , B в зависимости от условий сушки зерна спельты

Условия опытов		Кинетические коэффициенты			
w_0 , %	t , °С	K	n	A	B
18,0	70	0,022968	0,789531	0,156268	0,048890
18,0	90	0,033919	0,759806	0,087053	0,040115
24,0	70	0,033493	0,615309	0,665164	0,039511
24,0	90	0,042185	0,659208	0,135193	0,040080

Используя полученные кинетические коэффициенты, были построены расчетные кинетические кривые для всех исследованных образцов зерна (рис. 1). На этих же кривых нанесены экспериментальные точки, которые, как видно из приведенного рисунка, удовлетворительно приближенные к теоретическим кривым сушки и нагрева зерна спельты при различных температурных режимах их сушки.

Из рис. 1 также видно, что сушка спельты с начальной влажностью 24% до влажности 14 % при температуре 90 °С сокращает продолжительность сушки с 95 до 47 минут по сравнению с сушкой при температуре 70 °С, то есть в 2,02 раза. Если сушить спельту с влажностью 18,0 % при тех же температурных режимах, то продолжительность сушки сокращается меньше – лишь в 1,6 раза.

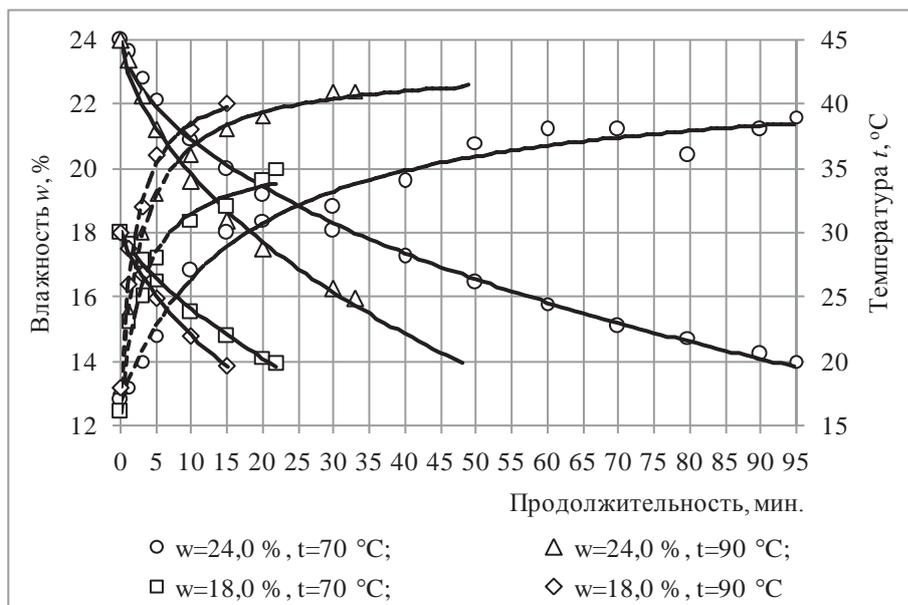


Рис. 1 – Кривые сушки (-----) и нагрева (- - - -) спелты при различных режимах сушки

Анализ температурных кривых показывает, что во всех опытах нагрев зерна при достижении конечной влажности 14% не превышает 45°C. Учитывая, что для зерна мягкой пшеницы допустимый нагрев зерна находится в пределах 50...55°C, видно, что температура сушильного агента 90°C для этого

недостаточна.

На следующем этапе обобщения закономерностей процесса сушки спелты были получены уравнения регрессии зависимости кинетических коэффициентов K , n , A , B от условий сушки, то есть начальной влажности зерна w_0 и температуры сушильного агента t . Коэффициенты, входящие в уравнение регрессии

$$K, n, A, B = b_0 + b_1 w_0 + b_2 t + b_{12} w_0 t, \quad (3)$$

рассчитывали методом наименьших квадратов на основе данных табл. 1:

$$K = -0,070655 + 0,0030719 \cdot w_0 + 0,0008864 \cdot t - 0,00001882 \cdot w_0 t; \quad (4)$$

$$n = 2,189886 - 0,0719843 \cdot w_0 - 0,0125298 \cdot t + 0,00061353 \cdot w_0 t; \quad (5)$$

$$A = -5,966105 - 0,3535903 \cdot w_0 - 0,0656526 \cdot t - 0,00383963 \cdot w_0 t; \quad (6)$$

$$B = 0,205795 - 0,00701167 \cdot w_0 - 0,0018395 \cdot t - 0,00007783 \cdot w_0 t; \quad (7)$$

Используя систему уравнений (1...7) было установлено, что для достижения допустимой температуры нагревания зерна спелты $\theta_k = 50$ °C необходимо сушить зерно при температуре сушильного агента не выше $t = 105$ °C.

Выводы. Установлены закономерности и эмпирические уравнения кинетики сушки пленчатой спелты в диапазоне влажности зерна 18...24 % и температуры сушильного агента 70...90 °C, используя которые можно решать ряд практических задач:

- прогнозировать длительность сушки спелты от начальной w_0 до необходимой кондиционной влажности w_k и конечную температуру нагрева θ_k зерна при заданных температурах сушильного агента t ;
- разрабатывать комбинированные режимы сушки спелты, которые позволяют уменьшить расходы теплоты и топлива и обеспечить надлежащее качество просушенного зерна.

Литература

1. Інструкція по сушінню продовольчого, кормового зерна, насіння олійних культур та експлуатації зерносушарок. – Одеса–Київ, 1997 – 75 с.
2. Сушіння зерна: Лабораторні роботи: Навч. посібник / Станкевич Г.М., Страхова Т.В., Шувалов С.Є., Шмагін Л.М. – К.: Либідь, 1997. – 135 с.
3. Гинзбург А.С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.

55. Влияние углеводов в сырье на качество комбикормов для прудовых рыб Ветошкина А.А., Кохович А.Г., Рукшан Л.В.	117
56. Изучение физиологической ценности продукта ферментированного горохового безглютенового Нелюбина Е.В., Урбанчик Е.Н., Каминская А.С.	119
57. Возможность получения макаронных изделий из муки с низким содержанием клейковины Покрашинская А.В., Рукшан Л. В.	121
58. Качество гречневой муки, полученной различными способами Цедик О.Д., Гончарова А.И.	123
59. Оценка качества зерна гречихи, перерабатываемой в Беларуси Гончарова А.И., Цедик О.Д.	125
60. Влияние кербора на газообразование в пшеничном тесте Грищенко А.Н.	127
61. Исследование хлебопекарных свойств цельнозерновой муки из пшеницы сорта Черноброва Жигунов Д.А., Хоренжий Н. В., Волощенко О. С., Жигунова А.Д.	129
62. Влияние влажности на процесс измельчения зерна кукурузы Рыбчинский Р.С., Кустов И.А.	131
63. Исследование кинетики сушки зерна спельты Станкевич Г.Н., Кац А.К., Васильев С.В.	133
64. Сравнительный анализ качества зерна пшеницы, выращенной в Херсонской области Украины Борта А.В., Страхова Т.В., Пенаки А.А., Бошканяну М.А.	135
65. Влияние заквасок спонтанного брожения и фитодобавок на обеспечение микробиологической безопасности хлеба Рахронов К.С., Бахриддинова Н.М.	137
66. Определение эффективности замены муки в производственном цикле приготовления закваски на кормовую мучку Рахронов К.С.	139
67. Изучение ростостимулирующего действия настоек из девясила высокого (<i>nula helénium</i>) и сумáха дубильного (<i>rhus coriária</i>) в зависимости от концентрации на рост растений озимой ржи рода (<i>secalecereal</i>) Усмонова Ш.Х., Зокирова М.А., Холиков З.З.	141
68. Изучение пшеничной мучки как сырья для производства продуктов с сокращённым сроком варки Раджабова В.Э.	143

Саманкова Н.В.	26, 41	Унучек К.С.	75
Самолазова Ю.А.	364, 366	Урбанчик Е.Н.	109, 119
Самуйленко Т.Д.	178, 180	Усеня Ю. С.	234
Сатторов К.К.	168, 292	Усмонова Ш.Х.	141, 432
Святославова И.М.	370	Файзуллаев А.Р.	420, 421
Седаков Е.В.	408, 410	Фарзалиев Э.Б.	81
Седакова В.А.	408, 410	Фармонов Ж.Б.	299, 301
Селех В.И.	182	Фаталиев Х.К.	89, 91
Селех Л.И.	312	Федорова И.П.	243, 249
Селюк Д.В.	174	Фокин А.А.	55
Семенюк-Ярошевич В.В.	35	Хайдар-Заде Л.Н.	222, 224, 226
Серков А.А.	24	Хакимов Ш.Ш.	239
Синявский Ю.А.	346	Хамроев Э.О.	305, 307, 352
Скокова О.И.	314	Харитонович А.Г.	394
Скрипниченко Д.М.	334	Харкевич Л.Ю.	261
Скрынник В.И.	348	Ходжиев Ш.М.	283
Смагин А.М.	241, 253, 263	Холиков З.З.	141
Смагулова З.Т.	350	Хомченко А.В.	402
Соколова Н.Д.	208	Хоренжий Н. В.	129
Сорока Д.И.	243	Худойбердиев З.	386
Сорокина Ю.А.	212	Хужакулова Н.Ф.	165
Станкевич Г.Н.	133	Хурсин М.В.	267
Страхова Т.В.	135	Цед Е.А.	51, 53, 55, 57, 59, 63
Суванова Ф.У.	299, 301	Цедик О.Д.	123, 125
Суйчинов А.К.	310, 350	Чеканова Ю.Ю.	314
Султонов Ж.Ш.	305, 307, 352	Чернуха И.М.	281
Супиченко Г.Н.	368	Четырко А.С.	186
Супонева Т.М.	354, 358	Чуев С.А.	269
Сусь А.Б.	281	Шарипо Д.С.	204
Сыдыкова Г.Е.	310	Шарманов Т.Ш.	346
Табола А.А.	28	Шевелев И.Д.	267
Тагиев А.Т.	91	Шингарева Т.И.	312
Тананайко Т.М.	61	Шкабров О.В.	261
Тарасенко Н.А.	210	Шуляк Т. Л.	312, 316, 318
Теличкун В.И.	196	Шутова А.Г.	368
Теличкун Ю. С.	196, 216	Щемелёв А.А.	408, 410
Тимакова Р.Т.	336	Щемелёв А.П.	4
Тимофеева В.Н.	24, 28, 31, 35, 37, 79	Щербина Л.А.	360, 362, 394, 398
Тимощенко Е.В.	404	Эргашева Х.Б.	157, 159
Тихонович Е.Ф.	176, 188	Юкало В.Г.	332
Ткаченко Л.М.	396	Юлдашева Ш.Ж.	151, 155
Толекова Ш.Н.	346	Юревич В.А.	402, 404
Томашов В.А.	184	Юревич Ю.В.	402, 404
Трилинская Е.А.	79, 314	Юсифова М. Р.	232
Трусова М.М.	65	Язлыев Д.Ч.	186
Туранбоев Т.Х.	85	Яковлева О.В.	20, 49
Турсунова Н.Н.	145, 286	Яросинская Р.Ц.	334
Уктамов Ш.	168	Ярошевич В.С.	200

Научное издание

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Материалы XIII Международной
научно-технической конференции

В двух томах

Том 1

В авторской редакции

Ответственный за выпуск Е.А. Козлова
Компьютерный дизайн и верстка Ю.Е. Климова, И.А. Кондрашова

Подписано в печать 16.04.2020. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Ризография.
Уч.-изд. л. 28,7. Усл. печ. л. 26,6.
Тираж 20 экз. Заказ 38.

Учреждение образования
«Могилевский государственный университет продовольствия».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/272 от 04.04.2014.
Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилев.

Отпечатано в учреждении образования
«Могилевский государственный университет продовольствия».
Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилев.