

Статья поступила в редакцию: 23.07.2026

Статья принята к публикации: 28.07.2026

Статья опубликована: 28.08.2026

УДК 664.6; 664.7

**Влияние температуры воды при горячем кондиционировании зерна
пшеницы сортов «Аср» и «Алексеевич» на органолептические показатели
формового хлеба**

Узоков Юсуф Ахролович

докторант

Ташкентский химико-технологический институт г. Ташкент, ст. преп., Каршинский
государственный технический университет

Республика Узбекистан, г. Карши

E-mail: Ilmiyizlanuvchi@gmail.com

Баракаев Нусратилла Раджабович

д-р техн. наук, проф.

Алмалыкский государственный технический институт

Республика Узбекистан, г. Алмалык

E-mail: bnr-1967@mail.ru

Суюнова Нилуфар Исмаиловна

магистрант

Каршинский государственный технический университет

Республика Узбекистан, г. Карши

E-mail: nilufar2421@inbox.ru

**Effect of water temperature in hot conditioning of wheat grain of the Asr and
Alekseevich varieties on the organoleptic properties of pan bread**

Uzokov Yusuf

Doctoral Student; Senior Lecturer

Tashkent Institute of Chemical Technology Tashkent; Karshi State Technical University

Republic of Uzbekistan, Karshi

Barakaev Nusratilla

doctor of Technical Sciences, Professor

Almalyk State Technical Institute

Republic of Uzbekistan, Almalyk

Suyunova Nilufar

Master's Student, Karshi State Technical University

Republic of Uzbekistan, Karshi

Библиографическое описание: Узоков Ю.А., Баракаев Н.Р., Суюнова Н.И. Влияние температуры воды при горячем кондиционировании зерна пшеницы сортов «Аср» и «Алексеевич» на органолептические показатели формового хлеба // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2026. 8(149). URL: <https://universum.com/ru/tech/archive/item/23251>

Аннотация

Гидротермическая обработка — один из основных этапов подготовки зерна пшеницы к сортовому помолу, а температура увлажняющей воды остаётся наименее изученным её параметром. В работе исследовано влияние температуры воды (20, 35, 45 и 60 °C) при горячем кондиционировании зерна районированных сортов «Аср» и «Алексеевич» на органолептические показатели качества формового хлеба. Зерно увлажняли до 15,5 % с последующим отволаживанием и размалывали по схеме сортового помола; хлеб, выпеченный безопарным способом, оценивали по семи показателям по пятибалльной шкале с учётом коэффициентов весомости (максимум — 100 баллов). Установлено, что повышение температуры воды с 20 до 35–45 °C улучшает органолептические характеристики хлеба и способствует формированию более равномерной и эластичной структуры мякиша: общая оценка возросла с 79 до 84 баллов для сорта «Аср» и с 78 до 82 баллов для сорта «Алексеевич», тогда как при 60 °C она снижалась до 82 и 80 баллов. Рациональным режимом горячего кондиционирования исследованных сортов является диапазон 35–45 °C.

Abstract

Hydrothermal treatment is one of the main stages in preparing wheat grain for graded milling, and the temperature of the tempering water remains its least studied parameter. The study examines the effect of water temperature (20, 35, 45 and 60 °C) in the hot conditioning of the wheat varieties Asr and Alekseevich on the organoleptic quality of pan bread. The grain was tempered to 15,5 % moisture, rested and milled by a graded milling flowsheet; pan bread baked by the straight-dough method was assessed against seven attributes on a five-point scale with weighting coefficients (maximum 100 points). Raising the water temperature from 20 to 35–45 °C improved the organoleptic characteristics and promoted a more uniform and elastic crumb structure: the total score rose from 79 to 84 points for Asr and from 78 to 82 points for Alekseevich, whereas at 60 °C it fell to 82 and 80 points. Hence 35–45 °C is the rational hot-conditioning range for the varieties studied.

Ключевые слова: пшеница, горячее кондиционирование, температура воды, сортовой помол, формовой хлеб, органолептическая оценка, пористость мякиша.

Keywords: wheat, hot conditioning, water temperature, graded milling, pan bread, organoleptic evaluation, crumb porosity.

Введение

Гидротермическая обработка зерна пшеницы — один из ключевых этапов подготовки к сортовому помолу: она изменяет структурно-механические свойства оболочек и эндосперма и тем самым определяет выход и качество муки, а в конечном счёте — хлебопекарные свойства продукции. При горячем кондиционировании повышается эластичность оболочек и уменьшается переход периферических частиц зерна в муку, что улучшает её цвет, снижает зольность и способствует формированию более благоприятных реологических свойств теста. Качество муки влияет также на интенсивность черствения хлеба, поэтому обоснование рациональной температуры воды имеет практическое значение для стабильности качества

хлебобулочных изделий. Режим кондиционирования должен обеспечивать рациональное соотношение между выходом сортовой муки и количеством отрубей [4]. Среди его параметров наибольшее влияние на выход муки, её зольность и функциональные свойства оказывает достигаемая влажность зерна, тогда как температура и продолжительность отволаживания изучены слабее [6]. Влажность увлажнения определяет также энергоёмкость измельчения, гранулометрический состав продуктов размола и реологические свойства теста [8]. Схема кондиционирования заметно изменяет свойства муки, что показано при сопоставлении одно- и двухступенчатого увлажнения сортов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) разной твёрдости [5], а технологические свойства теста во многом определяются состоянием клейковинных плёнок [2]. Тепловая обработка ускоряет диффузию влаги, снижает твёрдость зерновки и повышает её пористость, изменяя молекулярное состояние крахмала, белков и целлюлозы [7, 3]. Ранее авторами были рассмотрены методы и режимы гидротермической обработки пшеничного зерна применительно к условиям мукомольных предприятий Республики Узбекистан [1]. Вместе с тем влияние температуры воды при горячем кондиционировании на органолептические показатели хлеба из муки районированных сортов «Аср» и «Алексеевич» не изучено. Цель исследования — установить это влияние (при 20, 35, 45 и 60 °С) и определить рациональный температурный диапазон обработки зерна указанных сортов.

Материалы и методы

Объекты исследования — зерно мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сортов «Аср» и «Алексеевич» урожая 2024 года (Кашкадарьинская область). Исходная влажность зерна составляла 11,8 %, стекловидность — 54 % («Аср») и 48 % («Алексеевич»), содержание сырой клейковины — 27,4 и 26,1 %, натура — 786 и 774 г/л соответственно. Горячее кондиционирование проводили водой с температурой 20 (контроль), 35, 45 и 60 °С. Зерно увлажняли до влажности 15,5 % с отволаживанием 14 ч при 25 °С, после чего размалывали на лабораторной вальцовой мельнице по схеме сортового помола; для пробной выпечки использовали муку высшего сорта. Все варианты опыта различались только температурой воды. Пробную лабораторную выпечку формового хлеба выполняли безопасным способом по ГОСТ 27669-88 (мука — 100 г, прессованные дрожжи — 3,0 г, соль — 1,5 г, вода — по водопоглотительной способности); брожение — 170 мин при 32 °С, расстойка — 55 мин, выпечка — 30 мин при 220 °С. Органолептическую оценку проводила дегустационная комиссия из 7 человек через 4 ч после выпечки по семи показателям. Каждый показатель оценивали по пятибалльной шкале (1–5 баллов), после чего средний балл умножали на установленный экспертным путём коэффициент весомости k_i (приведены в таблице 1). Сумма коэффициентов весомости равна 20, что при максимальном балле 5 соответствует 100 баллам общей оценки качества:

$$Q = \sum (b_i \times k_i),$$

где Q — общая оценка качества, балл; b_i — средний балл по i -му показателю; k_i — коэффициент весомости i -го показателя.

Результаты и обсуждение

Органолептические показатели качества формового хлеба, выпеченного из муки зерна сортов «Аср» и «Алексеевич», обработанного водой различной температуры, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Органолептические показатели качества формового хлеба из зерна пшеницы сортов «Аср» и «Алексеевич» при разной температуре воды

Показатели качества	k_i	Макс. балл	Сорт «Аср», температура воды				Сорт «Алексеевич», температура воды			
			20 °С	35 °С	45 °С	60 °С	20 °С	35 °С	45 °С	60 °С
Форма и внешний вид хлеба	2	10	8	8	8	8	8	8	8	8
Равномерность окраски корки	2	10	7	8	8	8	7	8	8	8
Состояние поверхности корки	2	10	9	9	9	9	8	8	8	8
Эластичность и состояние мякиша	5	25	20	22	22	21	20	21	21	20
Степень развития пористости мякиша	3	15	11	13	13	12	11	13	13	12
Аромат	3	15	12	12	12	12	12	12	12	12
Вкус	3	15	12	12	12	12	12	12	12	12
Общая оценка качества, балл	20	100	79	84	84	82	78	82	82	80

Примечание. k_i — коэффициент весомости; в графах приведены взвешенные значения (средний балл $\times k_i$). Как видно из таблицы 1, температура воды существенно повлияла на органолептические показатели формового хлеба. Для сорта «Аср» в контроле (20 °С) общая оценка составила 79 баллов, а при 35 и 45 °С — 84 балла; эффект проявился в равномерности окраски корки (с 7 до 8 баллов), эластичности и состоянии мякиша (с 20 до 22 баллов) и степени развития пористости (с 11 до 13 баллов). При 60 °С оценка снизилась до 82 баллов за счёт ухудшения состояния мякиша и его пористости.

Для сорта «Алексеевич» наблюдается та же закономерность: 78 баллов при 20 °С, 82 балла при 35 и 45 °С и 80 баллов при 60 °С. Оценки этого сорта во всех вариантах на 2 балла ниже, чем у сорта «Аср», что, по-видимому, связано с различиями в стекловидности и структурно-механических свойствах зерна.

Улучшение показателей в диапазоне 35–45 °С согласуется с данными о том, что нагрев ускоряет диффузию влаги в зерновку и обеспечивает более равномерное её распределение между оболочками и эндоспермом [7]. Повышенная эластичность увлажнённых оболочек снижает их измельчаемость и переход периферических частиц в муку, вследствие чего мука становится светлее, а окраска корки — более равномерной; более полное увлажнение эндосперма улучшает водопоглотительную способность муки и способствует формированию мелкой и тонкостенной пористости мякиша [8]. Снижение оценки при 60 °С, вероятно,

связано с частичным уплотнением белковых структур и ухудшением эластичности клейковинных плёнок [2]; о существовании температурного оптимума свидетельствуют и работы по сравнению способов тепловой обработки зерна [7, 3].

Заключение

Температура воды при горячем кондиционировании зерна пшеницы оказывает выраженное влияние на органолептическое качество формового хлеба. Обработка зерна сортов «Аср» и «Алексеевич» водой с температурой 35–45 °С обеспечила наиболее высокие значения общей оценки — 84 балла для сорта «Аср» (на 5 баллов выше контроля при 20 °С) и 82 балла для сорта «Алексеевич» (на 4 балла выше контроля). Повышение температуры до 60 °С сопровождалось снижением оценки до 82 и 80 баллов, что может быть связано с частичным изменением технологических свойств белково-клейковинного и крахмального комплексов зерна. Таким образом, рациональным режимом горячего кондиционирования зерна сортов «Аср» и «Алексеевич» следует считать обработку водой с температурой 35–45 °С. Дальнейшие исследования будут посвящены влиянию этих режимов на физико-химические показатели муки, реологию теста и устойчивость хлеба к черствению.

Список литературы

1. Узоков Ю.А., Баракаев Н.Р. Исследование методов и режимов гидротермической обработки пшеничного зерна для повышения эффективности подготовки к помолу на сортовую муку // *Universum: технические науки*. – 2025. – № 12.
2. Girard A.L., Teferra T., Awika J.M. Effects of condensed vs hydrolysable tannins on gluten film strength and stability // *Food Hydrocolloids*. – 2019. – Т. 89.
3. Hassoon W.H., Dziki D. Miś A., Biernacka B. Wheat grinding process with low moisture content: a new approach for wholemeal flour production // *Processes*. – 2021. – Т. 9. – DOI: 10.3390/pr9010032.
4. Hook S.C.W., Bone G.T., Fearn T. The conditioning of wheat: the influence of varying levels of water addition to UK wheats of flour extraction rate, moisture and colour // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 1982. – Т. 33, № 7.
5. Kurt M., Dizlek H. The effects of two-step tempering treatment on the physical, chemical and technological properties of flour in bread wheats (*Triticum aestivum* L.) // *KSÜ Journal of Agriculture and Nature*. – 2022. – Т. 25, № 1. – DOI: 10.18016/ksutarimdogan.vi.878636.
6. Kweon M., Martin R., Souza E. Effect of tempering conditions on milling performance and flour functionality // *Cereal Chemistry*. – 2009. – Т. 86, № 1. – DOI: 10.1094/CCHEM-86-1-0012.
7. Liu Y., Jia Z., Li M., Bian K., Guan E. Heat treatment of wheat for improving moisture diffusion and the effects on wheat milling characteristics // *Journal of Cereal Science*. – 2023. – Т. 114. – DOI: 10.1016/j.jcs.2023.103806.
8. Warechowska M., Markowska A., Warechowski J. Miś A., Nawrocka A. Effect of tempering moisture of wheat on grinding energy, middlings and flour size distribution, and gluten and dough mixing properties // *Journal of Cereal Science*. – 2016. – Т. 69.

References

1. Uzokov Yu.A., Barakaev N.R. [Methods and modes of hydrothermal treatment of wheat grain for more efficient preparation for graded milling]. *Universum: tekhnicheskie nauki*, 2025, no. 12 (141), P. 15–19. (In Russ.)
2. Girard A.L., Teferra T., Awika J.M. Effects of condensed vs hydrolysable tannins on gluten film strength and stability. *Food Hydrocolloids*, 2019, vol. 89, P. 36–43.
3. Hassoon W.H., Dziki D., Miś A., Biernacka B. Wheat grinding process with low moisture content: a new approach for wholemeal flour production. *Processes*, 2021, vol. 9, article 32. DOI: 10.3390/pr9010032.
4. Hook S.C.W., Bone G.T., Fearn T. The conditioning of wheat: the influence of varying levels of water addition to UK wheats of flour extraction rate, moisture and colour // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 1982. – № 7.
5. Kurt M., Dizlek H. The effects of two-step tempering treatment on the physical, chemical and technological properties of flour in bread wheats (*Triticum aestivum* L.). *KSÜ Journal of Agriculture and Nature*, 2022, vol. 25, no. 1, P. 181–190. DOI: 10.18016/ksutarimdogavi.878636.
6. Kweon M., Martin R., Souza E. Effect of tempering conditions on milling performance and flour functionality. *Cereal Chemistry*, 2009, vol. 86, no. 1, P. 12–17. DOI: 10.1094/CCHEM-86-1-0012.
7. Liu Y., Jia Z., Li M., Bian K., Guan E. Heat treatment of wheat for improving moisture diffusion and the effects on wheat milling characteristics // *Journal of Cereal Science*,. – 2023. – DOI: 10.1016/j.jcs.2023.103806.
8. Warechowska M., Markowska A., Warechowski J. Miś A., Nawrocka A. Effect of tempering moisture of wheat on grinding energy, middlings and flour size distribution, and gluten and dough mixing properties // *Journal of Cereal Science*,. – 2016.