

Гергокаев Дж.А.
Gergokaev Dzh.A.

К ОБОСНОВАНИЮ РЕЖИМОВ СУШКИ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ
TO THE QUESTION OF SUBSTANTIATION OF DRYING REGIMES OF
TRITICALE GRAINS

Статья посвящена изучению особенностей кинетики сушки зерна тритикале в тонком слое, выбору рациональных режимов сушки, которые базируются на термоустойчивости зерна, характеризуемой допустимой температурой его нагрева. Практическая значимость результатов исследования заключается в том что, опыты по изучению особенности кинетики сушки зерна в тонком слое обрабатывали в виде кривых нагрева и сушки. Допустимую температуру нагрева тритикале устанавливали по изменению энергии прорастания, всхожести зерна и автолитической активности муки по "числу падения". Температуру сушильного агента по отдельным сериям опытов изменяли от 50 до 90°C. Результаты экспериментально-аналитических исследований кинетики процесса тепловой обработки и термоустойчивости зерна тритикале имеют практическое значение для обоснования оптимальных параметров и разработки рациональных режимов сушки, обеспечения сохранности, повышения качества и эффективности использования этой важнейшей зерновой культуры.

The article is devoted to the study of the kinetics of drying triticale grain in a thin layer, to the selection of rational drying modes that are based on the thermal stability of the grain, characterized by the permissible temperature of its heating. The practical significance of the research results is in the fact that experiments on the study of the kinetics of grain drying in a thin layer were processed in the form of heating and drying curves. The permissible heating temperature of triticale was determined by the change in germination energy, germination of grain and autolytic activity of flour according to the "number fall ". The temperature of the drying agent in individual series of experiments was varied from 50 to 90 ° C. The results of experimental and analytical studies of the kinetics of the heat treatment process and heat resistance of triticale grains are of practical importance for substantiating the optimal parameters and developing rational drying modes, ensuring safety, improving the quality and efficiency of using this most important grain crop.

Ключевые слова: тритикале, кинетика сушки зерна, термоустойчивость, температура нагрева, энергия прорастания семян, всхожесть зерна.

Key words: triticale, kinetics of grain drying, heat resistance, heating temperature, seed germination energy, grain germination.

Гергокаев Джамал Абушевич – д.с/х.н., профессор кафедры энергообеспечения предприятий, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г.Нальчик

Тел.: 8 (928) 694-58-72

E-mail: gergokaev55@mail.ru

Gergokaev Dzhamal Abushevich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Chair of the Energy supply of enterprises, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

Phone: 8 (928) 694-58-72

E-mail: gergokaev55@mail.ru

Введение. Поиски новых форм зерновых культур, которые по потенциальным возможностям превосходили бы традиционные, привели к

созданию в последние десятилетия тритикале – первой искусственно полученной человеком зерновой культуры, обладающей положительными свойствами своих родителей (пшеницы и ржи) – высокой урожайностью и повышенным содержанием белка, но отличающейся хорошо сбалансированным аминокислотным составом, устойчивостью к почвенно-климатическим условиям и заболеваниям [3] .

Сведения о тритикале, как объекте обработки, весьма ограничены и относятся к изучению особенностей физико-механических, физиолого-биохимических свойств и разработке рекомендаций по хранению семян [1,2], а данные по режимам сушки зерна практически отсутствуют.

Методика проведения работы. Опыты проводили с зерном тритикале (Многозерная) урожая 2018 г. на лабораторной сушильной установке ШСвЛ-80-«К». Температуру сушильного агента по отдельным сериям опытов изменяли от 50 до 90°C.

Экспериментальная база, ход исследования. Результаты опытов по изучению особенностей кинетики сушки зерна в тонком слое (порядка 10 мм) обработали в виде кривых нагрева и сушки. Допустимую температуру нагрева тритикале устанавливали по изменению энергии прорастания, всхожести зерна и автолитической активности муки по "числу падения" (ЧП).

Результаты исследования. По данным экспериментальных исследований на сушку зерна в тонком слое в первую очередь влияет температура сушильного агента. В начальный период процесс сушки протекает при интенсивной влагоотдаче, обусловленной испарением, в основном, поверхностной влаги. Повышение температуры сушильного агента ускоряет процесс испарения влаги, но при этом в еще большей мере возрастает интенсивность нагрева зерна. Так, при температуре сушильного агента 50°C скорость сушки в среднем в первые 5 мин. с начала процесса составляет 1,2 %/мин. и зерно нагревается с 17 до 30°C (рис. 1). Повышение температуры сушильного агента до 90°C способствует увеличению скорости сушки в 1,8 раза, а зерно при этом нагревается до 57 °C.

С увеличением температуры зерна энергия прорастания и всхожесть

снижаются более резко, чем ЧП, т.е. семенные свойства являются более чувствительными показателями, реагирующими на нагрев зерна. Эта закономерность изменения показателей качества зерна тритикале проявляется более резко с увеличением температуры сушильного агента.

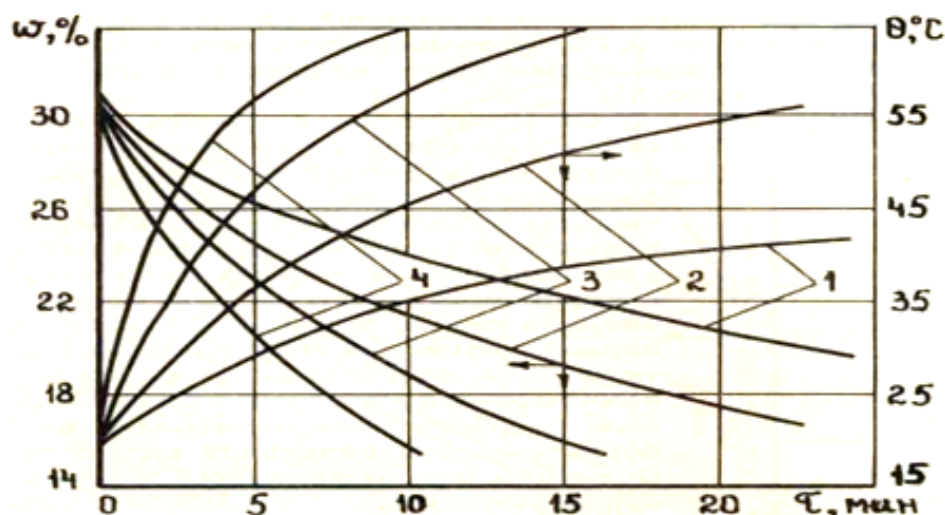


Рисунок. 1. Кривые нагрева и сушки зерна тритикале начальной влажностью 31,2% в расчете на массу сухого вещества при температуре агента сушки 50°C (1), 65°C (2), 80°C (3) и 90°C (4)

Установлена зависимость допустимой температуры нагрева зерна Q_g от температуры сушильного агента t . При прочих равных условиях с увеличением t температура Q_g уменьшается (рис. 2, кривая 1). Так, при $t = 65^\circ\text{C}$ допустимая температура нагрева зерна влажностью 23,8% составляет 57°C , а при 90°C она равна 48°C . Снижение допустимой температуры сушильного агента обуславливается быстрым перегревом поверхности и углублением зоны испарения внутрь зерна.

Известно, что с повышением температуры сушильного агента возрастает и скорость испарения влаги, особенно с поверхности зерна. С увеличением температуры сушильного агента от 50 до 90°C (см. рис. 1) интенсивность нагрева зерна возрастает почти в 1,7 раза быстрее, чем скорость испарения влаги.

С увеличением температуры сушильного агента вследствие интенсивного нагрева зерна, и прежде всего периферийных частей эндосперма тритикале, скорость тепловой денатурации белков возрастает. Это обуславливает

необходимость снижения допустимой температуры нагрева зерна тритикале, что следует учитывать при разработке режимов его сушки.

Опыты по изучению влияния начальной влажности зерна на кинетику процесса и качество тритикале проведены при температуре агента сушки 80°C и скорости 0,4 м/с. Начальная влажность изменялась от 20,8 до 37,7% в расчете на массу сухого вещества. Опытами установлено, что процесс сушки протекает с убывающей скоростью испарения влаги при интенсивном повышении температуры зерна. С повышением начальной влажности скорость сушки увеличивается, а интенсивность нагрева зерна снижается. Так, при сушке зерна начальной влажностью 37,7% за 5 мин. влажность зерна снизилась на 9,7%, а температура его повысилась с 17 до 45°C, т.е. на 28°C, тогда как при сушке зерна влажностью 20,8% зафиксировано соответственно 4% и 39°C.

Отмеченная зависимость скорости влагоотдачи от начальной влажности зерна определяется различием форм связи влаги в зерне. С повышением начальной влажности зерна возрастает доля влаги, осмотически удерживаемой в клетках зерновки, которой соответствует весьма малая энергия связи, а также доля капиллярной влаги, энергия связи которой тоже незначительна. Это, в конечном счете, и обуславливает большую скорость испарения влаги и зерна большей начальной влажности. Очевидно, при одинаковом режиме сушки интенсивность внешнего теплообмена, т.е. количество тепла, передаваемого от агента сушки к зерну различной начальной влажности в единицу времени, будет примерно одинаковым. Вследствие этого доля тепла, идущего на нагрев зерна большей начальной влажности, уменьшается, что и обуславливает меньшую интенсивность нагрева такого зерна в процессе сушки.

С увеличением начальной влажности зерна тритикале допустимая температура его нагрева уменьшается (см. рис. 2). Так, начальной влажности зерна 20,8% соответствует допустимая температура нагрева 59°C, 26,1% - 53°C, 31,2% - 49°C и 37,7% - 46 °C. Следовательно, тепловая денатурация белков и связанные с нею изменения качества, количества клейковины и понижение энергии прорастания и всхожести определяется температурой нагрева,

зависящей в свою очередь от влажности зерна.

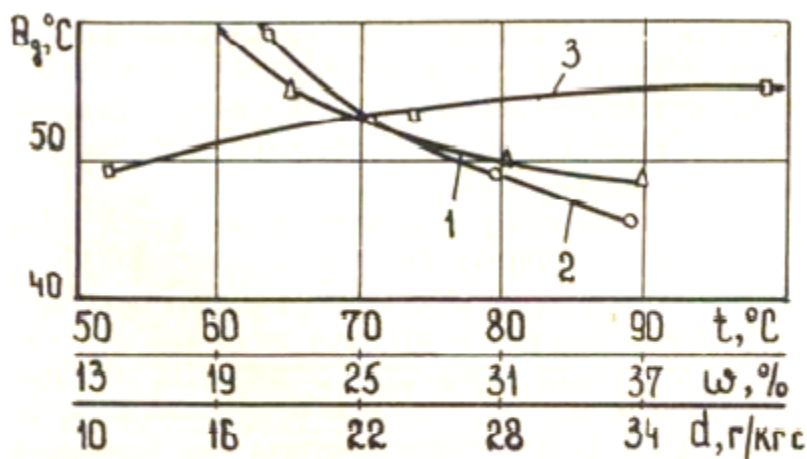


Рисунок 2. Зависимость допустимой температуры нагрева зерна тритикале от температуры агента сушки t (1), начальной влажности зерна U (2) и влагосодержания воздуха d (3).

Практический интерес представляет возможность интенсификации процесса сушки зерна, с учетом его термоустойчивости, воздуха с высоким влагосодержанием. Прогрессивная технология сушки зерна продовольственного назначения должна сочетать в себе преимущества интенсифицированной сушки с «щадящим» режимом. Достижение этой цели возможно за счет кратковременного нагрева зерна, снижения температуры сушильного агента, повышения его влагосодержания, например, повторным использованием отработанного теплоносителя.

Влияние влагосодержания агента сушки на кинетику и качество зерна тритикале изучали при начальной влажности зерна 23,8%, температуре агента сушки 80°C и влагосодержании, изменявшемся от 12 до 37 г/кг с.в. При сушке зерна агентом с повышенным влагосодержанием (37 г/кг с.в.) процесс в отличие от сушки зерна более сухим агентом (12 г/кг с.в.) протекает в два периода (рис.3.). На начальной стадии (2...3 мин.) происходит некоторое увлажнение зерна, о чем свидетельствует повышение его влажности на 0,4...0,5%. В дальнейшем сушка как влажным, так и сухим агентом носит идентичный характер, но при сушке влажным агентом интенсивность испарения влаги из зерна меньше, а темп нагрева его выше, что объясняется увеличением

коэффициента теплообмена при конденсации паров на поверхности зерна.

Экспериментально установлено, что скорость сушки зерна тритикале начальной влажностью 23,8% влажным агентом в среднем на 10...12% меньше и скорость нагрева зерна в 1,5... 1,6 раза выше, чем при сушке сухим агентом, хотя к концу процесса скорости сушки и нагрева зерна агентом разного влагосодержания становятся практически одинаковыми. При прочих равных условиях допустимая температура нагрева зерна тритикале при сушке его влажным агентом по сравнению с сухим выше на 4...5°C (см. рис. 3) вследствие смягчающего теплового воздействия и предотвращения пересушивания поверхности зерна в условиях высокого насыщения водяным паром межзернового пространства.

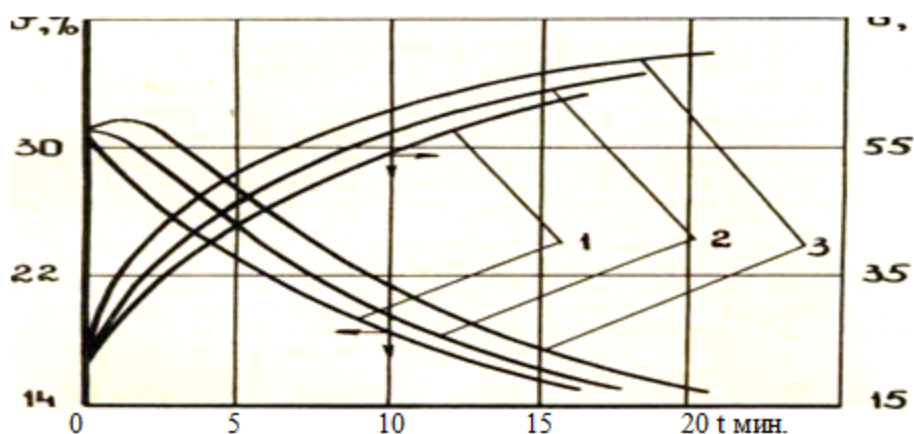


Рис. 3. Кривые нагрева и сушки зерна тритикале начальной влажностью 31,2% при температуре агента сушки 80 С с влагосодержанием 12(1), 24(2) и 37г/кг с.в.(3).

Таким образом, исследованиями установлено, что с увеличением начальной влажности тритикале и температуры агента сушки допустимая температура нагрева зерна снижается, а повышение влагосодержания агента сушки, при прочих равных условиях, способствует значительному повышению термоустойчивости тритикале, т.е. при сушке влажным агентом (37 г/кг с.в.) допустимая температура нагрева зерна выше на 4...5°C, чем при сушке сухим агентом (12г/кгс. в.),

Выводы. Результаты экспериментально-аналитических исследований кинетики процесса тепловой обработки и термоустойчивости зерна тритикале

имеют практическое значение для обоснования оптимальных параметров и разработки рациональных режимов сушки, обеспечения сохранности, повышения качества и эффективности использования этой важнейшей зерновой культуры.

Литература

1. Бояцарь В.А. Хранение семян тритикале. Автореф. канд. дис. М., 2011.
2. Джанкуразов Б.О. Исследование физических и физиологических свойств зерна тритикале и других зерновых культур. Автореф. канд. дис. М., 2008 г.
3. Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком. Пер. с англ. М.: Колос, 2018г.

References

1. Boyacar' V.A. Hranenie semyan tritikale. Avtoref. kand. dis. M., 2011.
2. Dzhankurazov B.O. Issledovanie fizicheskikh i fiziologicheskikh svojstv zerna tritikale i drugih zernovyh kul'tur. Avtoref. kand. dis. M., 2008g.
3. Tritikale – pervaya zernovaya kul'tura, sozdannaya chelovekom. Per. s angl. M.: Kolos, 2018 g.