

УДК 536.2

DOI 10.52167/1609-1817-2025-140-5-352-361

Е.С. Умбетов<sup>1,2</sup>, Р.А. Омаров<sup>1</sup>, Е.Е. Серікқали<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Energo University, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Kazakh National Women's Pedagogical University, Алматы, Казахстан

E-mail: r.omarov@aes.kz

## КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА СУШКИ ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ

**Аннотация.** Процесс сушки семенной кукурузы является не только технологической операцией по снижению влажности зерна, но и ключевым фактором, влияющим на его биологические, физико-химические и посевные качества. Особенности морфологии початка кукурузы — значительная доля зародыша, плотная оболочка зерна, высокая гигроскопичность стержня — определяют низкую способность влагоотдачи и усложняют кинетику сушки по сравнению с зерном колосовых культур.

В работе представлен обзор современных исследований в области кинетики сушки зерна и початков кукурузы, включая влияние температуры и скорости воздушного потока, применение реверса воздушного потока, химической обработки зерна и моделирование процессов тонкослойной сушки.

Результаты исследования подтверждают значимость температурно-скоростных параметров сушильного агента в формировании кинетики влагоотдачи початков кукурузы и могут быть использованы при оптимизации режимов гибридных солнечно-тепловых сушильных систем и разработке энергосберегающих технологий послеуборочной обработки семенной кукурузы.

**Ключевые слова:** температурный режим, средняя скорость сушки, початок кукурузы, цилиндрическая камера сушки, влажность зерна.

### Введение.

Сушку зерна следует рассматривать не только, как средство для снижения его влажности, но и как важнейший фактор улучшения его качества. По современным представлениям сушку следует рассматривать, как комплексный процесс переноса энергии и вещества, основанных на законах термодинамики. Движущий силами процесса сушки являются градиенты влажности, температуры и общего давления. При температурном воздействии на сушку зерна происходит определенные биохимические процессы, в результате изменяются его биологические, физико-химические и технологические свойства.

При удалении влаги, связанной с зерном, большое значение имеет характер связи, который влияет на скорость удаления влаги и на механизм ее перемещения внутри материала— виде жидкости или пара. При конвективной сушке влага на поверхности зерна или внутри него превращается в пар, а затем удаляется с его поверхности в среду сушильного агента. Теплота сушильного агента расходуется не только на сипарение влаги, но и на нагрев ее до температуры испарения, перегрева образующего пара и на нагрев самого зерна, без которого невозможно нагрев жидкой влаги и перегрев пара в нем. Параметры сушильного агента и режим сушки влияют, как на процесс внутреннего и внешнего тепло- и массопереноса, так и на изменение качественного

состояния зерна. Для научного обоснования технологии сушки семенной кукурузы имеет большое значение закономерности изменения ее свойств в процессе сушки.

Зерно кукурузы, как объект сушки отличается от зерна колосовых и зернобобовых культур. Основная особенность его заключается в более низкой способности влагоотдачи по сравнению с зерном колосовых культур, так как зерно кукурузы имеет более плотную оболочку, что затрудняет процесс удаления влаги. Следует учесть, что зародыш кукурузы занимает от половины до двух третей длины зерна и более и имеет значительно большую относительную поверхность, чем зародыш пшеницы.

Зерно и строжки початков кукурузы значительно отличаются гигроскопическими свойствами и влажностью. В сырых початках влажность стержня выше влажности зерна. Из – за повышенной гигроскопичности стержня в процессе сушки кукурузы в початках затрачивается дополнительная энергия на испарение из стержня большего количества влаги.

Особенности структуры початка и зерновки кукурузы оказывает влияние на процесс влагообмена. Таким образом, зерно кукурузы, как объект сушки отличается от зерна других культур по соотношению анатомических частей зерна, химическому составу, пониженной способностью влагоотдачи, образованием внутренних трещин в эндосперме при сушке.

В настоящее время существует три основных метода сушки зрелой кукурузы:

- сушка семенной кукурузы в початках;
- сушка сменной кукурузы в зерне;
- сушка семенной кукурузы с предварительной подсушкой ее в початках до 20–24% и последующей досушкой в зерне после обмолота початков пониженной влажностью.

Наибольшее распространение получил метод сушки семенной кукурузы в початках, в камерных сушилках коридорного или секционного типа.

Практикуемые в настоящее время в кукурузообрабатывающих заводах камерные сушилки очень трудоемки [1, 2], антисанитарны, неуправляемы, имеют низкую степень механизации и не обеспечивают требуемое качество получаемого сырья.

Ниже представлен анализ зарубежной литературы по процессам и кинетике сушки початков кукурузы и других культур.

В этой работе [3], изучается кинетика сушки тонкого слоя кукурузы с использованием лабораторной конвективной сушилки. Изучалось влияние температуры воздуха на 3 уровнях 40, 50 и 60 °С и 4 уровней скорости воздуха 1, 2, 3 и 4 м/с на время сушки, эффективный коэффициент диффузии влаги, энергию активации и потребление энергии кукурузы. Результаты показали, что время сушки продуктов уменьшается примерно на 66% при температуре воздуха от 40 до 60 °С, но увеличивается примерно на 19% при скорости воздуха от 1 до 4 м/с. Кроме того, повышение температуры воздуха и снижение его скорости привело к снижению энергозатрат на сушку. Минимальное значение энергозатрат (4,16 кВт/ч) было зафиксировано при температуре воздуха 60 °С и скорости воздуха 1 м/с, а максимальное – при температуре воздуха 40 °С и скорости воздуха 4 м/с.

Эффект периодического применения реверсов воздушного потока на скорость сушки был исследован во время сушки моркови в уплотненном слое [4]. В данной работе [4] статистически определяется влияние реверсирования воздушного потока и нескольких параметров сушки на общую скорость сушки во время сушки моркови в уплотненном слое. Кроме того, было продемонстрировано, что периодическое изменение направления воздушного потока сокращает (до 18%) время, необходимое

для достижения заданной степени сушки, что может привести к снижению потребления энергии.

Известно работа [5], в котором образцы сырого фиолетового ямса были предварительно обработаны и прошли разработанные процедуры сушки, при которых вес образцов регистрировался каждую минуту до тех пор, пока вес образцов не становился постоянным. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) используется для качественного анализа высушенных образцов. Количество пор на единицу площади и общая эстетика поверхности высушенных образцов также сравнивались с помощью СЭМ. Принимая во внимание качественный анализ, проведенный на образцах по изображениям СЭМ, высушенные образцы из прогона 2 имеют наиболее желательные условия, такие как высокая температура и низкая скорость воздуха для сушки, поскольку образцы из этого прогона имеют большой диаметр пор с минимальным разрушением клеток.

Влияние этилолеата на скорость сушки кукурузы было исследовано в пилотной воздушной сушилке [6]. Кукурузу сушили на воздухе в контролируемых условиях сушки без обработки или после погружения в холодный раствор этилолеата. Погружение в раствор 2% (масс./масс.) этилолеата и 4% (масс./масс.) карбоната калия (АЕЕО) в большинстве случаев приводило к увеличению скорости сушки кукурузных зерен. Рассчитанные энергии активации диффузии составили 29,56 кДж/кг–моль (для необработанной кукурузы) и 30,56 кДж/кг–моль (для обработанной кукурузы).

#### **Материалы и методы.**

Для проведения исследований процессов сушки одного початка кукурузы был разработан и собран экспериментальный лабораторный стенд (рис. 1), конструкция которого соответствует принципам, изложенным в работах [7, 8]. Система включает в себя горизонтальный цилиндрический воздушный канал, электрический тепловентилятор, измерительные приборы и средства регистрации тепловых параметров.

Ниже представлена конструкция экспериментальной установки. Лабораторный стенд (рис. 1) состоит из следующих основных элементов: электрический тепловентилятор 1 мощностью 800 Вт, обеспечивающий нагрев и подачу сушильного агента (воздуха), входной патрубков 2, предназначенный для подключения тепловентилятора к воздушному каналу, объект исследования — початок кукурузы 3, закреплённый в середине канала, выходной патрубков 4, соединённый с аэродинамическим цилиндром анемометра, прозрачная цилиндрическая труба 5 диаметром 100 мм, позволяющая осуществлять визуальный контроль положения образца и проводить тепловизионную съёмку, пульт управления 6, обеспечивающий регулирование температуры и расхода воздуха.

Для измерения основных параметров используется следующие измерительные приборы: электронные весы 7, используемые для динамического измерения массы исследуемого початка, термометра с мультиметром 8 для контроля температуры внутри канала, тепловизор FLIR 9, выполняющий регистрацию распределения температуры по поверхности образца и канала.

Многофункциональный измеритель параметров воздушного потока MASTECH 10, выполняющий измерение:

- температуры воздуха;
- относительной влажности;
- скорости воздушного потока.

Цилиндрическая сушильная камера представляет собой горизонтальный канал, имеющий в средней части прозрачную вставку диаметром 100 мм. Один конец камеры соединён с нагнетателем тепловентилятора, другой — с кольцевым патрубком, диаметр которого соответствует диаметру аэродинамического цилиндра анемометра. Воздушный канал расположен над корпусом электронных весов, что позволяет вести непрерывное измерение массы в ходе эксперимента. Для фиксации образца используется тонкий пластиковый держатель, размещаемый на весах. Съёмная прозрачная цилиндрическая вставка позволяет вставлять держатель, контролировать процесс сушки и наблюдать деформационные процессы (усадку, изменение структуры зёрен) в реальном времени.

Измерение температуры сушильного агента осуществляется несколькими способами (рис.2): на выходе воздушного канала — крыльчатый анемометром MASTECH, внутри канала — термопарой, подключенной к мультиметру, визуально — посредством тепловизионной камеры FLIR, позволяющей регистрировать изменение температурного поля и проводить термографический анализ при этом следует подчеркнуть, что MASTECH обеспечивает одновременную регистрацию трёх параметров: температура, относительная влажность и скорость потока.

Методика проведения эксперимента заключалась в выполнении сушки одного початка кукурузы, что позволило:

- исследовать изменение температуры образца и сушильного агента;
- выполнить тепловизионный и визуальный контроль деформационных процессов;
- следить за изменением массы образца в реальном времени.

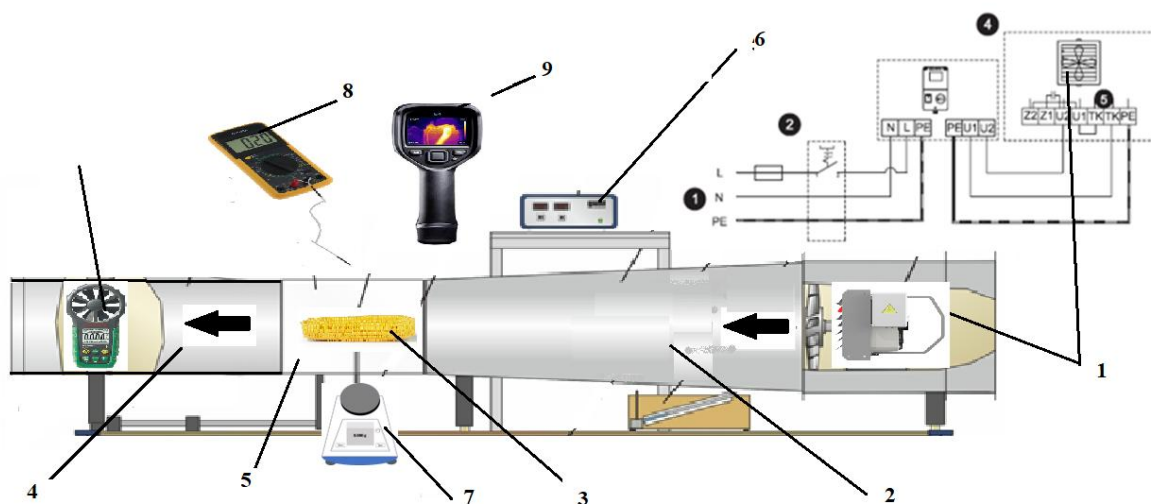


Рисунок 1– Общий вид и схема лабораторной сушильной установки

Электрический тепловентилятор – 1; горизонтальный цилиндрический канал – 2; образец исследования – початок кукурузы – 3; выходной патрубок – 4; прозрачная цилиндрическая вставка – 5; пульт управления тепловентилятором – 6; электронные весы – 7; термопара с мультиметром – 8; тепловизор FLIR – 9; электрический крыльчатый анемометр MASTECH – 10; воздушная заслонка – 11



Рисунок 2– Измерение параметров процесса сушки различными способами.

Поскольку целью исследования является анализ фундаментальных закономерностей процесса сушки, проведение опытов в толстом слое початков кукурузы в хозяйственных условиях представляется необязательным. Для сокращения длительности эксперимента и обеспечения его воспроизводимости исследования выполнялись на натуральных единичных образцах — отдельных початках кукурузы, в лабораторных условиях, что позволило исключить влияние случайных внешних факторов.

#### Результаты и обсуждения.

На рисунке 3 представлена совокупность экспериментальных кривых сушки зерна початков кукурузы с начальной влажностью  $W_{\text{нач}} = 41,4\%$  при скорости воздушного потока  $0,4$  м/с для трёх режимов работы сушильного агента:

$$t_{\text{с.а.}} = 55\text{ }^{\circ}\text{C}, \tau = 2\text{ ч};$$

$$t_{\text{с.а.}} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}, \tau = 3\text{ ч};$$

$$t_{\text{с.а.}} = 45\text{ }^{\circ}\text{C}, \tau = 3\text{ ч}.$$

Анализ полученных зависимостей показывает, что при прочих равных условиях средняя скорость сушки возрастает с увеличением температуры сушильного агента. В частности, при  $t_{\text{с.а.}} = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$  средняя скорость сушки составляет  $N = 0,272\%$ /ч, при  $t_{\text{с.а.}} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $N = 0,307\%$ /ч, а при  $t_{\text{с.а.}} = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $N = 0,347\%$ /ч.

Рост средней скорости сушки в зависимости от повышения температуры сушильного агента составил:

– при увеличении температуры с  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  —  $13,0\%$ ;

– при увеличении температуры с  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$  —  $12,9\%$ .

Таким образом, при повышении температуры сушильного агента от  $45$  до  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$  средняя скорость сушки возрастает на  $2,7\text{--}2,8\%$  на каждый градус в условиях лабораторного стенда при сушке в цилиндрической камере.

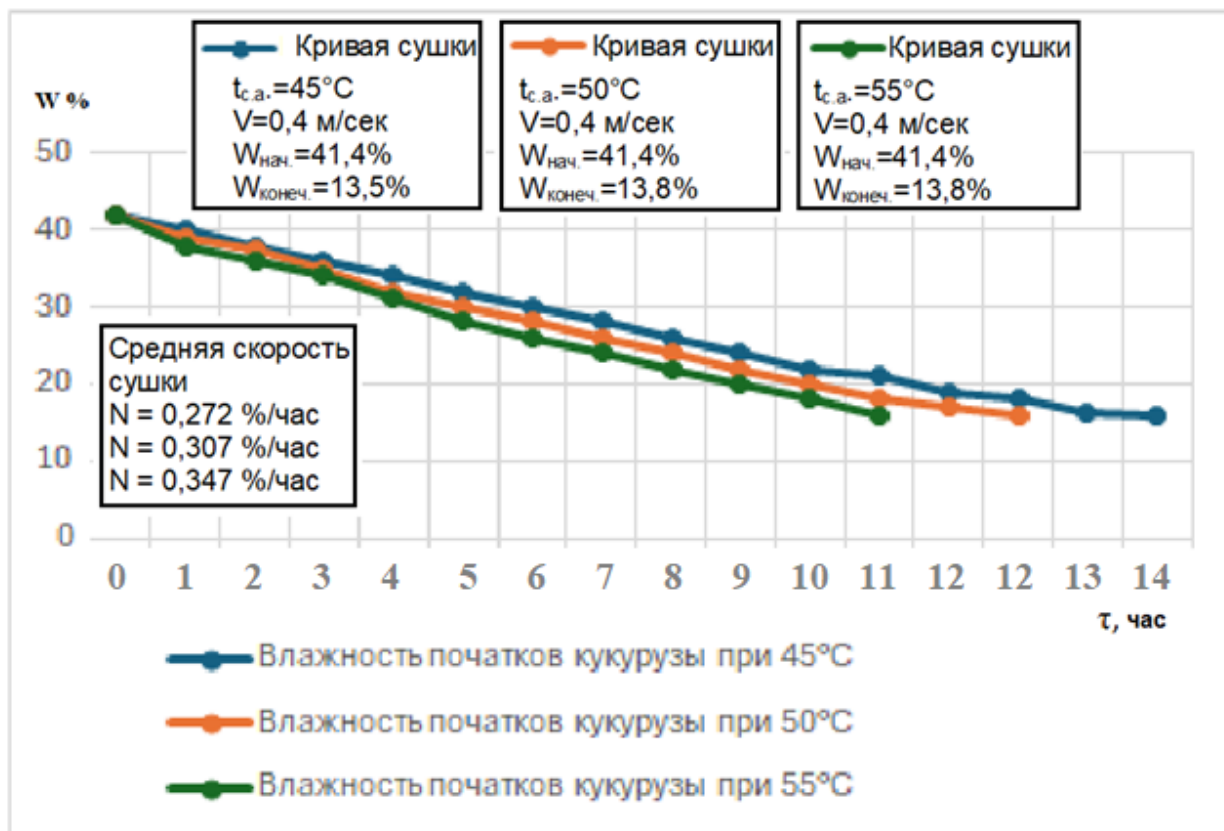


Рисунок 3 – Кривые сушки единичного початка кукурузы при  $t_{c.a.} = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$  в цилиндрической сушильной трубе

Температура сушильного агента является одним из определяющих параметров, влияющих на кинетику удаления влаги из початков кукурузы.

Повышение температуры сушильного агента приводит к увеличению градиента парциальных давлений водяного пара между поверхностью зерна и воздушным потоком. Это способствует ускорению массообменных процессов, особенно в периоде постоянной скорости сушки, когда испарение влаги осуществляется преимущественно с наружной поверхности зерен. В данном режиме скорость сушки определяется интенсивностью конвективного тепло- и массообмена и практически линейно возрастает с увеличением температуры воздуха.

По мере снижения поверхностной влаги материал переходит в период падающей скорости, где лимитирующей стадией становится диффузия влаги из внутренних капиллярно-пористых структур початка. В этом режиме рост температуры сушильного агента уже не приводит к столь значительному увеличению скорости сушки, поскольку диффузионные процессы обладают существенно меньшей температурной чувствительностью.

Экспериментальные исследования (рис. 2, 3) показывают, что оптимальный температурный диапазон для сушки початков кукурузы в цилиндрической сушильной камере составляет  $45\text{--}55\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В указанных условиях обеспечивается равномерное снижение влагосодержания без перегрева зерна и без разрушения белково-крахмальной структуры. Превышение температуры сушильного агента выше  $60\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$  вызывает термическую дегградацию макромолекулярных структур эндосперма, снижает энергию прорастания и ухудшает качественные показатели зерна, что критично при производстве семенного или пищевого сырья.

В диапазоне низкотемпературной сушки (30–40 °С) процесс становится существенно более продолжительным вследствие уменьшения диффузионной подвижности влаги и снижения градиента влагосодержания между зерном и сушильным агентом. Однако такие режимы позволяют сохранить высокую биохимическую активность и жизнеспособность зерна, что востребовано в семеноводстве и при производстве пищевого сырья.

### **Заключение**

Экспериментальные результаты показывают, что при повышении температуры сушильного агента от 45 до 55 °С средняя скорость сушки увеличивается на 2,7–2,8 % на каждый градус в условиях лабораторной установки с цилиндрической сушильной трубой. При этом температура стержня початка остаётся ниже температуры зерновой массы на 3–5 °С, что является благоприятным фактором для сохранения всхожести и физиологической целостности семян.

Таким образом, температура сушильного агента является ключевым регулируемым параметром, определяющим кинетику удаления влаги, энергоэффективность процесса и качество конечного продукта. Оптимизация температурного режима позволяет достичь баланса между интенсивностью сушки и минимизацией термического повреждения зерна.

В увязке с гибридными низкоэнергетическими системами на основе гелиовоздушных коллекторов и тепловых насосов возможна реализация адаптивного управления температурой сушильного агента, что обеспечивает стабильные условия сушки при минимальном энергопотреблении и повышает эффективность процесса в условиях переменной солнечной активности.

**Финансирование.** Проект согласно ГФ ИРН № АР26199873 по теме «Разработка энерго- и ресурсосберегающей гибридной технологии транспортировки, хранения и складирования початков кукурузы с одновременной осциллирующей сушкой в контейнерах с использованием гелиовоздушных коллекторов и теплонасосной установки»

### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Пермяков В.Н., Масалимов И.Х., Ганеев И.Р., Ефимов В. Перспективная технология сушки влажного зерна кукурузы. // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2009. – № 2 – С.49–51. <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnaya-tehnologiya-sushki-vlazhnogo-zerna-kukuruzu>.
- [2] Хажметова З. Л., Шекихачев Ю. А., Хажметов Л. М., Шекихачева Л. З. Усовершенствование технологии послеуборочной переработки кукурузы с разработкой инновационного молотильного устройства//Наука и техника казахстана. – 2022. – № 1. – С.115–126. <https://doi.org/10.48081/ZBZR1008>.
- [3] F. Sharifian, M. Kave. Kinetics of convective drying of corn. – 2014.– [https://www.researchgate.net/publication/311694299\\_Convective\\_Drying\\_Kinetics\\_of\\_Corn](https://www.researchgate.net/publication/311694299_Convective_Drying_Kinetics_of_Corn) /.
- [4] E. Herman-Lara, S. Martinez Sanchez, A. Amador Mendoza, I. Ruiz-Lopez. The effect of air flow reversal on drying carrots in a compacted layer//Journal of Food Engineering.– 2010.– 33(4). DOI: 10.1111/j.1745-4530.2008.00296.x.

[5] F. K. De Vera, L. E. Komaling, A.M. Lao, E. R. Kaparanga. Kinetics, mass transfer characteristics, and structural changes during air drying of purple yam (*Dioscorea Alata* L.) under various process conditions//EPJ Web Conferences. –2017.– 162 , 01085.

DOI: 10.1051/epjconf/201716201085.

[6] I. Doymaz, M. Pala. Characteristics of drying a thin layer of corn//November 2003Journal of Food Engineering. –2003.– 60(2):125-130. DOI: 10.1016/S0260-8774(03)00025-6.

[7] Шонтуков А.М., Виндижев Н., Дохов М.П. Определение параметров влажного воздуха при сушке зерна//Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – №2 - С.–32–37. <https://tekhnosfera.com/sovershenstvovanie-tehnologii-sushki-parametry-i-rezhimy-raboty-konvektivnoy-sushilki-pri-obrabotke-gibridnoy-kukuruzy-v->

[8] Васильев А.Н., Будников Д.А., Грачев Н.Н. Экспериментальное исследование сушки ерна электроактивированным воздухом//Вестник Орел ГАУ.– 2012.–№5 (38).–С. 160–162.<https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnoe-issledovanie-sushki-zerna-elektroaktivirovannym-vozduhom>.

## REFERENCES

[1] Permjakov V.N., Masalimov I.H., Ganeev I.R., Efimov V. Perspektivnaja tehnologija sushki vlazhnogo zerna kukuruzy. // Vestnik FGOU VPO MGAU. – 2009. – № 2 – С.49–51. <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnaya-tehnologiya-sushki-vlazhnogo-zerna-kukuruzy>.

[2] Hazhmetova Z. L., Shekihachev Ju. A., Hazhmetov L. M., Shekihacheva L. Z. Usovershenstvovanie tehnologii posleuborochnoj pererabotki kukuruzy s razrabotkoj innovacionnogo molotil'nogo ustrojstva//Nauka i tehnika kazahstana. – 2022. – № 1. – S.115–126. <https://doi.org/10.48081/ZBZR1008>.

[3] F. Sharifian, M. Kave. Kinetics of convective drying of corn. – 2014.–/https://www.researchgate.net/publication/311694299\_Convective\_Drying\_Kinetics\_of\_Corn /.

[4] E. Herman-Lara, S. Martinez Sanchez, A. Amador Mendoza, I. Ruiz-Lopez. The effect of air flow reversal on drying carrots in a compacted layer//Journal of Food Engineering.– 2010.– 33(4). DOI: 10.1111/j.1745-4530.2008.00296.x.

[5] F.K. De Vera, L.E. Komaling, A.M. Lao, E.R. Kaparanga. Kinetics, mass transfer characteristics, and structural changes during air drying of purple yam (*Dioscorea Alata* L.) under various process conditions//EPJ Web Conferences. –2017.–162, 01085. DOI: 10.1051/epjconf/201716201085.

[6] I. Doymaz, M. Pala. Characteristics of drying a thin layer of corn//November 2003Journal of Food Engineering. –2003.– 60(2):125-130. DOI: 10.1016/S0260-8774(03)00025-6.

[7] Shontukov A.M., Vindizhev H., Dohov M.P. Opredelenie parametrov vlazhnogo vozduha pri sushke zerna//Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. – 2005. – №2 - S.–32–37. <https://tekhnosfera.com/sovershenstvovanie-tehnologii-sushki-parametry-i-rezhimy-raboty-konvektivnoy-sushilki-pri-obrabotke-gibridnoy-kukuruzy-v->

[8] Vasil'ev A.N., Budnikov D.A., Grachev N.N. Jeksperimental'noe issledovanie sushki erna jelektroaktivirovannym vozduhom//Vestnik Orel GAU.– 2012.–№5 (38).–S. 160–162.<https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnoe-issledovanie-sushki-zerna-elektroaktivirovannym-vozduhom>.

**Ерік Үмбетов**, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Energo University, Kazakh National Women's Pedagogical University, Алматы, Қазақстан, umbetov.e@qyzpu.edu.kz

**Рашид Омаров**, т.ғ.д., профессор, Energo University, Алматы, Қазақстан, r.omarov@aes.kz

**Ермек Серікқали**, инженер, Energo University, Алматы, Қазақстан, ermek.serikaliev@mail.ru

## ЖҮГЕРІ ҚҰЛАҚТАРЫН КЕПТІРУ ПРОЦЕСІНІҢ КИНЕТИКАСЫ

**Андатпа.** Тұқымдық жүгеріні кептіру процесі астықтың ылғалдылығын төмендету бойынша технологиялық операция ғана емес, сонымен қатар оның биологиялық, физика-химиялық және егістік қасиеттеріне әсер ететін негізгі фактор болып табылады. Жүгері кобының морфологиясының ерекшеліктері-эмбрионның едәуір бөлігі, дәннің тығыз қабығы, таяқшаның жоғары гигроскопиясы-ылғал берудің төмен қабілетін анықтайды және масақ дәндерімен салыстырғанда кептіру кинетикасын қиындатады.

Жұмыста ауа ағынының температурасы мен жылдамдығының әсерін, ауа ағынының кері әсерін, астықты химиялық өңдеуді және жұқа қабатты кептіру процестерін модельдеуді қоса алғанда, дәнді кептіру кинетикасы мен жүгері сабақтарының заманауи зерттеулеріне шолу берілген.

Зерттеу нәтижелері жүгері құлақтарының ылғал беру кинетикасын қалыптастырудағы кептіру агентінің температуралық-жылдамдық параметрлерінің маңыздылығын растайды және гибриді күн-жылу кептіру жүйелерінің режимдерін оңтайландыруда және тұқымдық жүгеріні жинаудан кейінгі өңдеудің энергия үнемдейтін технологияларын әзірлеуде пайдаланылуы мүмкін.

**Түйінді сөздер:** температура режимі, орташа кептіру жылдамдығы, жүгері құлағы, цилиндрлік кептіру камерасы, астық ылғалдылығы.

**Yerik Umbetov**, candidate of technical sciences, associate professor, Energo University, Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan, umbetov.e@qyzpu.edu.kz

**Rashit Omarov**, doctor of technical sciences, professor, Energo University, Almaty, Kazakhstan, r.omarov@aes.kz

**Ermek Serikkali**, engineer, Energo University, Almaty, Kazakhstan, ermek.serikaliev@mail.ru

## KINETICS OF THE CORN COB DRYING PROCESS

**Abstract.** The process of drying seed corn is not only a technological operation to reduce grain moisture, but also a key factor affecting its biological, physico-chemical and sowing qualities. The morphological features of the corn cob - a significant proportion of the germ, the dense shell of the grain, and the high hygroscopicity of the core - determine the low moisture loss ability and complicate the kinetics of drying compared to the grain of ear crops.

The paper provides an overview of modern research in the field of kinetics of grain drying and corn cobs, including the influence of temperature and air flow velocity, the use of reverse airflow, chemical grain treatment and modeling of thin-layer drying processes.

The results of the study confirm the importance of the temperature and speed parameters of the drying agent in the formation of the kinetics of moisture loss of corn cobs and can be used in optimizing the modes of hybrid solar-thermal drying systems and the development of energy-saving technologies for post-harvest processing of seed corn.

**Keywords:** temperature regime, average drying speed, corn cob, cylindrical drying chamber, grain moisture.

Дата принятия: 26 января 2025 года

Дата рецензирования: 01 августа 2025 года

Дата утверждения: 10 октября 2025 года