

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТИ ПРИ СУШКЕ НУТА

Сорочинский В.Ф., д-р техн. наук, Догадин А.Л.

«Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки» – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Российская Федерация, г. Москва

Аннотация. Проведены экспериментальные исследования изменения энергии прорастания и всхожести зерна нута при его сушке при различных значениях начальной влажности зерна, температуре и скорости фильтрации агента сушки. Получена математическая модель влияния этих параметров на энергию прорастания и всхожесть.

Ключевые слова. Зерно, сушка, влажность, энергия прорастания, всхожесть.

DETERMINATION OF GERMINATION AND GERMINATION AT DRYING CHICKPEAS

Sorochinsky V.F., Dr. Sc. (Tech.), Dogadin A.L.

All-Russian Scientific Research Institute for Grain and Products of its Processing –
Branch of FSBSI «V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems»
of RAS, Russian Federation, Moscow

Abstract. Experimental research of changing energy germination and germination of grain when it is dried chickpeas with different values of initial humidity of the grain temperature and filtration velocity of drying agent. Received a mathematical model of influence of these parameters on germination and germination.

Keywords. Grain, drying, humidity, energy of germination, germination.

Установлено, что в процессе сушки таких зернобобовых культур, как соя, нут, горох, а также кукурузы, риса-зерна и других, могут возникать трещины в зерновках, приводящие к ухудшению качества зерна и снижению его стойкости при дальнейшем хранении. В соответствии с этим, в Инструкции по сушке [1] для некоторых конструкций шахтных зерносушилок предусмотрены высшие пределы температуры агента сушки и нагрева зерна, обеспечивающие сохранение его качества. Однако появляются новые типы зерносушилок и способы сушки зерна, в частности зернобобовых культур, которые требуют некоторого уточнения этих параметров. Так, инструкцией по сушке в шахтных прямоочных зерносушилках, для сушки сои температура агента сушки допускается в зависимости от начальной влажности от 50 до 80 °С, а в рекомендациях [2] указывается, что уже при температуре агента сушки 55 °С уровень растрескивания оболочек соевых бобов составляет 50-90 %, а уровень растрескивания самих соевых бобов 20-70 %, правда при этом не указывается такой важнейший параметр, как предельно допустимая температура их нагрева. В соответствии с [3]

при этом при влажности семян сои 16-19 % агент сушки не должен превышать температуру 40 °С, а при влажности семян 25-30 % – 30 °С.

Образование трещин в зерновках при сушке возникает ввиду значительной неравномерности во влагосодержании центральных и поверхностных частей зерновки, вызванной низким значением коэффициента диффузии влаги. Критерием, по которому можно судить о начале образования трещин в зерновках в процессе сушки, является массообменный критерий Кирпичева [4], который еще называют технологическим критерием, влияние его на параметры сушки в настоящее время изучается в институте. Однако, максимально допустимое значение критерия Кирпичева, определяющего соотношение потоков влаги подводимых из центра и отводимых от поверхности зерновки, определяется из дополнительных технологических опытов.

Для определения области параметров, гарантирующих допустимые значения градиентов влагосодержания при сушке, были использованы энергия прорастания и всхожести зерновок, значения которых изменяются в зависимости от режимов сушки.

Опыты проведены на экспериментальной установке [5] состоящей из экспериментальной ячейки диаметром 100 мм, и высотой 200 мм, на сетчатом дне которой располагаются слоем в одно зерно зерновки заданной начальной влажности; аэродинамической трубы на которой с помощью электромагнита устанавливается экспериментальная ячейка; вентилятора, просасывающего воздух через электрокалорифер с регулируемым количеством секций, и после нагрева, подающего его через регулируемую заслонку и диафрагму в аэродинамическую трубу.

Расход воздуха измеряется при помощи микроманометра, температура сушильного агента – хромель-копелевыми термопарами в комплекте с автоматическим потенциометром, температура, относительная влажность атмосферного воздуха измеряется психрометром. Влажность зерновок до и после сушки определяли по убыли массы по стандартной методике ГОСТ 13586.5-93.

Энергию прорастания и всхожести зерновок определяли по стандартной методике [6]. Опыты проведены с зерновками нута начальной влажностью от 21 до 39 %, температура агента сушки составляла 35, 50 и 70 °С, скорость его фильтрации 0,3 и 1,0 м/с. Продолжительность сушки изменялась в зависимости от начальной влажности зерновок и температуры агента сушки от 90 до 240 минут, т.е. можно считать, что температура нагрева зерна соответствовала температуре агента сушки. Влажность зерна после сушки изменялась от 13,8 до 17,7 %. Всего было проведено 16 опытов.

Полученные результаты были обработаны в виде уравнений регрессии. При этом было установлено, что в указанном диапазоне скорость фильтрации агента сушки не играет существенной роли в значениях энергии прорастания и всхожести, хотя с ее увеличением и энергия прорастания и всхожести несколько снижаются. Для энергии прорастания «Э» и всхожести «В» получены следующие расчетные уравнения.

$$\Theta = 70,4 + 8,1 W_k - 0,53 W_n - 2,3 \Theta, \quad R^2 = 0,8594$$

$$B = 76,2 + 7,9 W_k - 0,52 W_n - 2,35 \Theta, \quad R^2 = 0,8589,$$

где W_k и W_n – влажность зерна до и после сушки, %, Θ – температура нагрева зерна, $^{\circ}\text{C}$.

В указанных уравнениях в качестве определяющего параметра принята температура нагрева зерна, так как предельная температура сушильного агента может быть установлена в зависимости от продолжительности сушки и конструкции зерносушилки. Как видно из указанных уравнений наибольшее влияние на эти показатели оказывает конечная влажность зерна с понижением которой ниже установленных критических значений, обеспечивающих безопасное хранение, они снижаются. Одновременно, с увеличением начальной влажности зерна и, особенно, температуры нагрева, показатели энергии прорастания и всхожести снижаются. Это предполагает использование дифференцированных режимов сушки зерна, особенно для зерновых культур, подверженных трещинообразованию, что отражено в Инструкции по сушке зерна [1].

По полученным уравнениям можно рассчитать температуру нагрева зерна бобовых культур для обеспечения 100 – процентной энергии прорастания и всхожести. Например, при сушке зерна начальной влажностью 20 % до соответственно 12, 13 и 14 % и обеспечения 100 –процентной всхожести температура нагрева зерна не должна превышать соответственно 25, 29 и 33 $^{\circ}\text{C}$.

Полученные экспериментальные данные по зависимости энергии прорастания и всхожести зернобобовых культур, на примере зерновки нута, от режимных параметров процесса сушки имеют самостоятельное значение для обоснования режимов сушки зерна и будут использованы для расчета максимально допустимых значений тепломассообменного критерия Кирпичева, обеспечивающего предотвращение трещинообразования зерна в процессе сушки, ухудшения его качества и снижения энергопотребления.

Литература

1. Инструкция по сушке продовольственного, кормового зерна, маслосемян и эксплуатации зерносушилок № 9-3-82. ЦНИИТЭИ Минзага СССР. М., 1982. 61с.
2. Сушка сои: особенности процесса [Электронный ресурс]. URL: <https://www.prosushka.ru> (Дата обращения 07.03.2019).
3. Особенности сушки сои [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agropromtex.ru> (Дата обращения 07.03.2019).
4. Гинзбург А.С. Технология сушки пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1976. 248 с.
5. Сорочинский В.Ф. Догадин А.Л. Определение полей влагосодержания на модельном теле зерновки нута // Сушка, хранение и переработка продукции растениеводства: сборник научных трудов Международного научно-

- технического семинара, посвящённого 175-летию со дня рождения К.А. Тимирязева, 2018. С. 40-45.
6. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Стандартинформ, 2011. 64 с.