

2. Пикун П. Многолетние бобовые травы: азот для почвы и белок для корма/П. Пикун, М. Коротков//Белорусское сельское хозяйство, 2011.-№4.- С.12-15.

3. Разумовский Н. Травяные корма дешевле и полезнее/Н. Разумовский, И. Пахомов//Белорусское сельское хозяйство, 2011.-№4.-С.23-26.

4. Валько В.П. Особенности биотехнологического земледелия: монография/В.П. Валько, А.В. Щур. - Минск: БГАТУ, 2011.-196с.

УДК 631.243

РАСЧЕТ ПРЕДЕЛЬНОЙ ВЫСОТЫ СЛОЯ СЕМЯН В СЕЛЕКЦИОННОЙ СУШИЛКЕ

Голубкович А.В., д-р техн. наук, Евтюшенков Н.Е., д-р техн. наук, Павлов С.А., канд. техн. наук, Крюков М.Л., вед. инженер
Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства» ГНУ ВИМ Россельхозакадемии, Москва, Россия

Аннотация

Снижение неравномерности семян до норм, установленных исходными требованиями ($\pm 1,5\%$) осуществляют различными способами, в том числе перемещением из контейнера в контейнер. Предельная высота слоя h_n является суммой двух составляющих: при подсушке слоя семян высотой h_1 в первом контейнере с влагосъемом не более 3% и досушке во втором для слоя высотой h_2 при суммарном влагосъеме не более 6%. На основе уравнений теплопереноса в слое семян разработаны приближенные математические модели процесса сушки. Получены выражения для расчета составляющих и предельной высоты слоя. Апробацию полученных выражений проводили в реконструированной селекционной сушилке СЛ-0,3×2 на семенах увлажненной свеклы до 20, 25 и 30 %.

Введение

Для снижения неравномерности сушки используют комплекс мероприятий [1]. В установках периодического действия основное мероприятие – ручное перемешивание через определенные промежутки времени, механизированное перемешивание не вышло за пределы опытных установок [2].

Перемешивание затрудняет обслуживание сушилок, снижает их производительность и не исключает травматизм семян. Альтернативой ручному перемешиванию является пересыпание семян из контейнера в контейнер, например при помощи погрузчика [3, 4]. Пересыпание целесообразно осуществлять, как только в высушенном слое неравномерность сушки достигнет нормативного значения. Для этого необходим расчет предельной высоты слоя, для которого будет достигнута нормативная неравномерность сушки.

Цель работы: расчет предельной высоты слоя семян в контейнере, которая является условием качественной и безопасной сушки.

Основная часть

При вентилировании в слое образуется фронт сушки высотой h_1 , который движется в направлении агента сушки, по достижении на его верхней границе влажности семян 16...17 %, нижней – 13...14 %, подачу агента сушки прекращают, а семена пересыпают в другой контейнер. Примем, что при пересыпании семян порядок расположения слоев меняется на обратный первоначальному без смешивания элементарных слоев. Фронт сушки движется с другой стороны слоя и на высоте h_2 процессе сушки завершается, при этом предельная высота слоя составит $h_n = h_1 + h_2$, а неравномерность сушки $\pm 1,5$ %.

Для определения h_1 рассмотрим теплоперенос между агентом сушки и семенами, размещенными в условном канале слоя.

Теплоперенос в слое первого контейнера осуществляется путем конвекции и испарения влаги на элементе поверхности dF [5]:

$$dQ = \delta(i_0 - i)dF, \quad (1)$$

где δ – коэффициент испарения, $\delta = \frac{\alpha}{c}$; α – коэффициент теплоотдачи, Вт/м²·°С; c – теплоемкость семян, кДж/кг·°С; i_0 , i – энтальпия агента сушки и паровоздушной пленки на поверхности семян, кДж/кг.

Этот же тепловой поток равен изменению энтальпии агента сушки на том же элементе поверхности в единицу времени, а значит:

$$dQ = Gdi, \quad (2)$$

Приравняв правые части (1) и (2) окончательно получим:

$$h_1 = \frac{Vd\rho_\epsilon}{6(1-\epsilon)\delta} \ln \frac{i_0 - i_1}{i_0 - i_2}, \quad (3)$$

где i_1 , i_2 – энтальпия паровоздушной пленки семян на входе и выходе канала, кДж/кг; ρ_ϵ – плотность агента сушки, кг/м³; d – эквивалентный диаметр зерновки, м; ϵ – порозность слоя; V – скорость агента сушки над слоем, м/с.

Для расчета высоты h_2 (второй контейнер) составим математическую модель переноса влаги в слое подсушенных семян, причем в отличие от первого контейнера учтем коэффициент диффузии.

Масса влаги, вынесенной из слоя агентом сушки составит:

$$dM = \frac{a_m \rho (U_0 - U)}{R}, \quad (4)$$

где a_m – коэффициент диффузии, м²/с; ρ – плотность паров влаги, кг/м³; U_0 , U – влагосодержание паровоздушной пленки на

поверхности семян (кг вл./кг сух. мат.) и влагосодержание агента сушки (кг вл./кг сух. возд.); R – радиус зерновки, м.

Тот же поток влаги можно записать в следующем виде:

$$dM = \frac{G_0 dU}{dF}, \quad (5)$$

где G_0 – масса влаги, вынесенной из слоя, кг/с; dF – поверхность массообмена, м².

Приравняв правые части (4) и (5) и опуская промежуточные выкладки, запишем:

$$h_2 = \frac{dV}{6a_m(1-\varepsilon)} \ln \frac{U_0 - U_1}{U_0 - U_2}, \quad (6)$$

где U_1, U_2 – влагосодержание агента сушки на входе и выходе условного канала, кг вл./кг сух.возд.

При сушке семян повышенной влажности $W \geq 23\%$ большая часть процесса сушки (от 50%) приходится на первый период и формула (3) достаточно адекватно определяет предельную высоту слоя h_1 и ей можно воспользоваться при анализе процесса сушки.

При сушке слоя во втором контейнере основное влияние на процесс оказывает массопроводность, поэтому вместо δ была введена a_m , которая является эквивалентной, так как на процесс сушки влияет ряд факторов, например извилистость канала, теплопроводность, не учтенные при составлении модели.

Экспериментальную проверку расчетных выражений для определения h_n проводили при высушивании семян свеклы в контейнерной сушилке, смонтированной на базе селекционной сушилки СЛ-0,3×2 (Рисунок 1). Исходная влажность семян составила 20, 25 и 30%; температура агента сушки – 38-39°C; скорость – 0,4 м/с; порозность – $\varepsilon = 0,5$; высоту слоя изменяли от 0,12 до 0,46 м. Нерав-

номерность сушки определяли отбором навесок по высоте слоя в течение всего процесса сушки и при разгрузке семян.



Рисунок 1 – Сушилка комбинированная СЛ-0,3×2

Установлено удовлетворительное совпадение рассчитанных и экспериментальных значений h_1 и h_2 с погрешностью $\pm 18\%$, при величине $\delta = 3 \cdot 10^{-3}$ кг/м²·с и $a_m = 0,2 \cdot 10^{-9}$ м²/с.

Проанализируем полученные выражения (3) и (6). С повышением скорости V величина h_1 несколько возрастает, чем меньше величина W , тем больше величина h_1 . Это обусловлено тем, что величина α , входящая в δ возрастает в меньшей степени относительно скорости V (Рисунок 2).

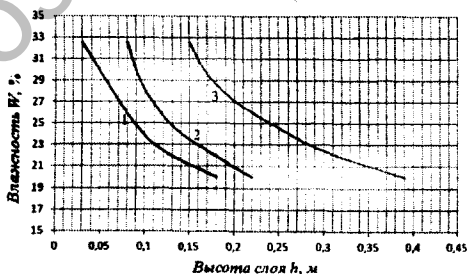


Рисунок 2 – Зависимость высоты слоя h от влажности семян W

1, 2, 3 – h_1, h_2, h_n

Величина h_2 возрастет прямо пропорционально V в связи с меньшей интенсивностью поступления влаги из семян. С возраста-

нием влажности семян снижаются величина $\ln \frac{i_0 - i_1}{i_0 - i_2}$, входящая в

(3) и величина $\ln \frac{U_0 - U_1}{U_0 - U_2}$, входящая в (6) и соответственно высоты h_1 и h_2 , что и подтверждено в эксперименте.

Заключение

Алгоритм сушки семян, в том числе селекционных в контейнерной сушилке следующий: подсушка при влагосъеме до 3 % в первом контейнере и досушка до суммарного влагосъема в 6 % после перегрузки во втором, при этом как в первом контейнере, так и во втором неравномерность по влажности подсушенных и высушенных семян не превысит $\pm 1,5$ % при высоте слоя $h \leq h_n$. При сушки семян повышенной влажности необходима отлежка, в течение которой будет выровнено поле влажности в зерновке, затем сушку следует продолжить также как и до отлежки до кондиционной влажности.

Контейнерная сушка позволяет отказаться от ручного перемешивания семян при сохранении их качественных показателей.

Литература

1. Анискин В.И., Окунь Т.С. Технологические основы оценки работы зерносушильных установок. – М.: ГНУ ВИМ, 2003. – 160 с.
2. Гамхошвили Р.М. Обоснование технологических и конструктивных параметров и разработка универсальной установки для сушки селекционных семян: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М., 1975. – 22 с.
3. Елизаров В.П., Евтюшенков Н.Е., Крюков М.Л., Кахишин Г.А. Контейнерная система для заготовки семян зерновых и зернобобо-

вых культур // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2014. – № 1. – С. 10-14.

4. Измайлов А.Ю. Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных средств АПК // Патент на «Полезную модель» № 119696-2011 Транспортное средство для перевозки контейнеров // ФГУ «Росинформагротех». – М.: – 2007. – 214 с.

5. Данилова Г.Н., Филаткин В.Н. и др. Сборник задач по процессам теплообмена в пищевой и холодильной промышленности. – М.: Агропромиздат, 1986. – 287 с.

Summary

Decrease in unevenness of drying of seeds up to the standards set by the original requirements (1, 5%) carried out in various ways, including moving from container to container. The maximum height of the layer is the sum of two components: the drying of a layer of seeds height of the first container with decrease in humidity not more than 3% and final drying in the second layer height when the total final drying not more than 6%. On the basis of the equations of heat transfer in a layer of seeds developed approximate mathematical model of drying process. Expressions for calculation of components and limit height of a layer are received. Approbation of the obtained expressions held in the reconstructed breeding dryer SL-0, 3 x 2 on the seeds of moistened sugar beet up to 20, 25 and 30%.

УДК 636.2

СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ МЯСА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Гриневич Е.В.

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация

Анализ состояния в производстве и потреблении говядины в Республике Беларусь свидетельствует о ее значимости в обеспечении потребности населения высококачественными продуктами пи-