

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СУШКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРИ РАДИАЦИОННОМ ТЕПЛОПОВОДЕ

Поперечный А.Н., д.т.н., проф., Жданов И.В.,  
Шульга А.В.

*(Донецкий национальный университет экономики и торговли имени  
Михаила Туган-Барановского)*

*В статье проанализированы перспективы сушки семян подсолнечника при радиационном тепловомводе, приведены результаты экспериментальных исследований.*

**Вступление.** На сегодня в Украине в структуре переработки трех масличных культур подсолнечник занимает около 92% (6% – соевые бобы, 2% – семена рапса) [1]. Причиной этого является ряд факторов:

- исторически в Украине традиционной масличной культурой является подсолнечник. Соответственно и продукты переработки семян подсолнечника являются основой как для потребительского рынка растительных масел в Украине, так и производства маргариновой и майонезной продукции. Для кормового сектора подсолнечное масло и шрот (жмых) также являются основными ингредиентами;

- несмотря на то, что в Украине за последние несколько сезонов произошло существенное расширение посевных площадей под рапсом и соей, емкость внутреннего рынка продуктов переработки данных масличных в нише растительных масел увеличивается минимальными темпами и то, в основном, за счет использования данных масел для технических нужд или производства продуктов глубокой переработки (где все большее место отводится использованию пальмового масла и продуктов его глубокой переработки);

- высокая рентабельность и ликвидность производства семян подсолнуха.

В мировом масштабе производства семян подсолнечника Украина вместе с Россией и Аргентиной составляет в так называемый «подсолнечный треугольник» стран – бесспорных

лидеров в этой сфере, на долю которых приходится более 50% от мирового производства этой масленичной культуры [1].

По данным экспертов масложировой отрасли [2], спрос на подсолнечное масло в мировом масштабе стабильно растет. С одной стороны, это обусловлено общими тенденциями увеличения пищевого потребления растительных масел. С другой, в условиях роста непищевого потребления растительных масел и, соответственно, увеличения доли использования пальмового, рапсового и соевого масел для этих целей часть пищевого потребления также замещается подсолнечным маслом. Так, за последних 20 лет мировое потребление растительных масел удвоилось, а подсолнечного – увеличилось на 34%.

Увеличение спроса на семена подсолнечника обусловлено также ростом популярности на рынке снеков Украины и России этого продукта в жареном виде. По мнению источника [3], это вызвано последствиями мирового экономического кризиса, снизившего покупательскую способность населения и, как следствие, повысившего спрос на один из самых дешевых снековых продуктов – жаренные семена подсолнечника.

Таким образом, в ближайшие годы в Украине ожидается повышение объемов производства семян подсолнечника, причем главным образом не за счет увеличения посевных площадей под эту масленичную культуру, а за счет интенсивных методов, предполагающих применение более современных агротехнологий [2, 4].

Из масленичных культур семена подсолнечника наиболее нестойки при хранении. В зависимости от климатических условий их влажность после уборки может достигать 13-20 %. При такой влажности и обычной температуре окружающей среды, которая характерна для осеннего периода уборки урожая, масса семян переходит в состояние интенсивной жизнедеятельности, повышается интенсивность дыхания семян. Последняя тем выше, чем выше содержание масла. При этом в массе семян происходит интенсивное окисление масла, что сопровождается выделением теплоты и повышением температуры. Вследствие этого в течение нескольких суток масса семян почти полностью теряет свою ценность как пищевое сырье. Поэтому при влажности семян 13-14 % и выше и температуре окружающей среды около 25 °С массу семян необходимо немедленно перерабатывать. Основной способ переработки для продолжительного хранения – сушка с дальнейшим

охлаждением. Так, снижение влажности высокомасличных семян (30 % масла и более) до 8 % с дальнейшим охлаждением до 15 °С и хранении при этой температуре обеспечивает исходное качество семян в течении 3 месяцев.

Традиционно в Украине и России сушку семян подсолнечника осуществляют конвективным способом в барабанных, туннельных, шахтных, рециркуляционных сушилках, главным преимуществом которых является большая производительность. Вместе с тем, эти сушилки весьма энергоемки, габаритны, не обеспечивают однородную тепловую обработку семян, поскольку не учитывают специфику семени подсолнечника как объекта сушки. Эта специфика заключается в неоднородности состава семечки, которая содержит плодую оболочку (лузгу) черного цвета с темными или серыми полосами, плодую оболочку (пленку) и семя (ядро). Разный химический состав лузги и ядра обуславливает разную степень связи влаги, которую необходимо удалить при сушке. Так, лузгу можно считать капиллярно-пористым телом, а ядро, содержащее большое количество белка, - коллоидным.

Более перспективными для сушки семян подсолнечника выглядят объемные способы теплоподвода, в частности радиационный.

Нами проведена серия экспериментальных исследований по сушке семян подсолнечника масленичного сорта «Титаник» при радиационном теплоподводе. Исследования проводились на стенде для сушки и жарки сыпучих пищевых продуктов в виброкипящем слое [5].

На рис. 1 приведены кривые сушки в зависимости от начальной массы высушиваемого продукта. Опыты проводились при температуре воздуха в помещении 17-18 °С, относительной влажности 62-66 %, плотности теплового потока, воспринимаемого слоем семян, 1250 Вт/м<sup>2</sup>, площади рабочей емкости 0,0754 м<sup>2</sup>. Для измерения влажности и температуры слоя семян использовался влагомер Wile 65, принцип действия которого основан на диэлькометрическом методе измерения влажности.

Первое критическое влагосодержание, разделяющее вышеуказанные периоды сушки, изменяется в зависимости от массы загрузки от 13 % (200 г) до 13,7 % (485 г).

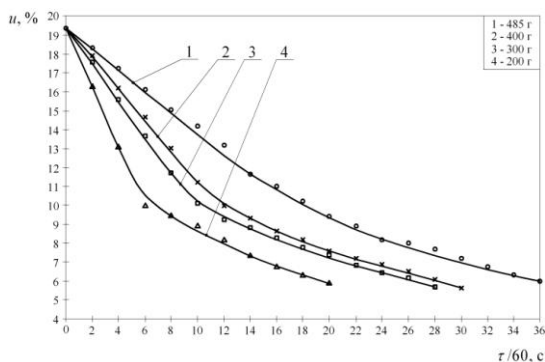


Рис. 1. Кривые сушки семян подсолнечника в зависимости от начальной загрузки продукта

Анализ кривых показывает, что процесс сушки протекает практически в два периода – постоянной и убывающей скорости сушки. Постоянный период сушки в классическом представлении [6] на кривых отсутствует, поскольку на термограммах, приведенных на рис. 2, не просматривается характерный пологий участок.

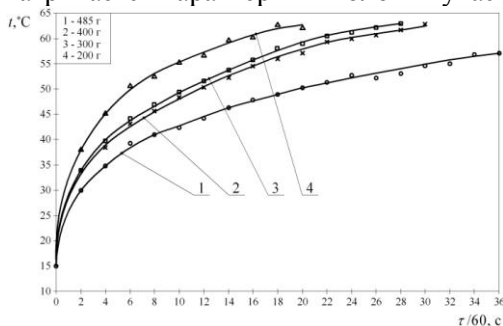


Рис. 2. Термограммы слоя семян подсолнечника в зависимости от начальной загрузки продукта

Поиск оптимального режима сушки связан с анализом удельных энергозатрат и качества высушенных семян. На рис. 3 приведен график зависимости приведенных энергозатрат от начальной массы продукта. Энергозатраты рассчитывались по продолжительности сушки во всех опытах до конечного влагосодержания 6 %, которое с запасом обеспечивает требуемую по ГОСТ 22391-89 влажность заготавливаемых для длительного хранения семян подсолнечника. График имеет сложный характер, обусловленный разным соотношением массы испаренной влаги и

продолжительности сушки. На кривой имеется минимум, соответствующий оптимальной массе начальной загрузки (412 г).

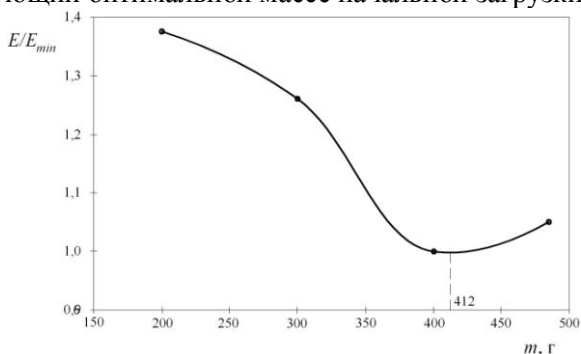


Рис. 3. Приведенные энергозатраты в зависимости от начальной загрузки продукта

Качество высушенных семян помимо остаточного влагосодержания характеризуется степенью окисления жирных кислот масла семян вследствие теплового воздействия в процессе сушки. Она, в соответствии с ГОСТ 22391-89, характеризуется кислотным числом (не должно превышать 3,5 мг КОН). Ряд исследований по сушке свидетельствуют о тесной корреляции качественных показателей высушенного растительного сырья со средней температурой продукта в процессе сушки. Этот показатель мы использовали для предварительной оценки жесткости теплового режима. Средняя температура определялась по термограммам на рис. 2 в графическом редакторе КОМПАС. Ее значения, а также ряд других данных, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сводная таблица данных по кинетике сушки семян подсолнечника при начальной загрузке продукта

Начальная масса загружаемого сырья, г	485	400	300	200
Продолжительность сушки до влагосодержания 6 %, мин	36	28,3	26,7	19,4
Скорость сушки в первый период, %/мин	0,59	0,87	1,05	1,63
Приведенные удельные энергозатраты	1,05	1	1,26	1,38
Средняя температура слоя, °С	46,6	50,1	50,6	52

**Выводы.** Дальнейшие исследования предполагают установление оптимальных величин плотности слоя продукта, плотности теплового потока ИК-нагревателей и разработку конструкции сушилки.

### Список литературы

1. <http://www.interagro.in.ua>
2. <http://www.masla.net>.
3. <http://www.ukrrudprom.ua>.
4. <http://www.apk-inform.com>.
5. Пат. України № 45662, МПК (2009) А47J 37/06. Апарат для обсмажування зернистих харчових продуктів / Поперечний А.М., Жданов І.В., Наконечний О.Г.; заявник і власник Донецьк. нац. ун-т економ. і торг. ім. Михайла Туган-Барановського. – заявл. 15.04.2009; опубл. 25.11.2009, Бюл. № 22. – 4 с. : іл.
6. Лыков А.В. Теория сушки. - М.: Энергия. - 1968. - 472 с.

### Анотація

#### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СУШІННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ ПРИ РАДІАЦІЙНОМУ ТЕПЛОПІДВЕДЕННІ**

*У статті проаналізовані перспективи сушіння насіння соняшнику при радіаційному теплопідведенні, наведені результати експериментальних досліджень.*

### Abstract

#### **EXPERIMENTAL RESEARCH OF DRYING OF THE SUNFLOWER SEEDS WITH INFRA-RED HEATING**

*In article are analyzed prospects of drying of the sunflower seeds with infra-red heating, brought results of experimental researchers.*