

Д.О. Бидюк, к.т.н., доц., Л.З. Шильман, к.т.н., проф., Ф.В. Перцевой, д.т.н., проф.

Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы

П.В. Гурский, к.т.н., проф., А.А. Шакула, к.с.-х.н., доц.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенка, г. Харьков

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ УДАЛЕНИЯ СЕМЕННОЙ ОБОЛОЧКИ ЯДРА ПОДСОЛНЕЧНИКА

Масложировой комплекс Украины занимает одно из центральных мест в пищевой и перерабатывающей промышленности. Продукты переработки семян масличных культур являются ценнейшим продуктом питания повседневного потребления, а также сырьем для многих отраслей народного хозяйства. Ведущую роль среди масличных культур на Украине занимает подсолнечник [1].

По состоянию на 2014 г. в реестр сортов подсолнечника в Украине включено более 300 образцов, различающихся по ряду признаков. Появление новых направлений использования продуктов переработки семян подсолнечника, а также современных требований пищевой промышленности [1, 2] диктует необходимость селекции для создания сортов и гибридов разного пищевого назначения: для получения масла с регулируемым жирнокислотным составом (высокомасличные, высокоолеиновые, высокопальмитиновые), а также с высоким содержанием белка (кондитерского типа).

Семя подсолнечника построено из нескольких типов тканей (рис. 1): покровных – плодовая (5) и семенная оболочка (3) и запасных – эндосперм и зародыш, который в свою очередь состоит из корешка-почки (2) и семядолей (4) [3]. Покровные ткани выполняют защитную функцию и состоят в основном из безазотистых экстрактивных веществ и клетчатки [4], тогда как в запасной ткани накапливаются и хранятся важные питательные вещества семян – белки и

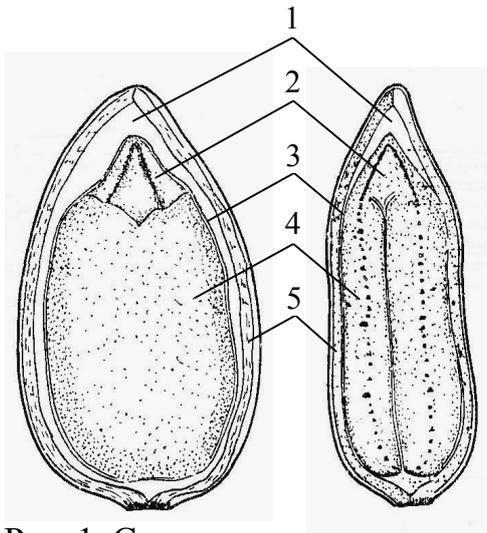


Рис. 1. Строение семени подсолнечника: 1 – воздушная полость; 2 – корешок-почка; 3 – семенная оболочка; 4 – семядоли; 5 – плодовая оболочка

липиды.

Плодовая оболочка семян подсолнечника состоит из прочной и волокнистой палисадной ткани, состоящей из вытянутых толстостенных клеток, метаболически неактивных и лишенных внутриклеточного содержимого. Семенная оболочка подсолнечника представляет собой тонкую пленку, состоящую из внешней и внутренней тканей [5] и срастается как с плодовой оболочкой, так и с эндоспермом семян, поэтому при обрушивании семени попадает в лузговую и ядровую фракции [4].

Указанные специфические особенности строения и химического состава покровных тканей семян подсолнечника обуславливают их значительную механическую прочность, непроницаемость для воды и воздуха, высокие показатели пористости и сорбционной способности. При механическом воздействии они измельчаются значительно хуже, чем запасные ткани ядра подсолнечникового семени [4, 5]. Присутствие в покровных тканях полифенольных веществ, возможно, также усиливает непроницаемость. Так, содержание в семенной оболочке хлорогеновой кислоты составляет до 0,3% на сухое обезжиренное вещество, кофейной – следы [5, 6]. Именно поэтому технология переработки семян подсолнечника для использования его в пищевых целях предусматривает удаление в основном плодных оболочек при обрушивании, в то время как семенная оболочка остается.

Обзор современных литературных данных показал отсутствие исследований, направленных на разработку способов удаления семенной оболочки ядра подсолнечникового семени. В литературных источниках [7-15] приведены данные по удалению семенной оболочки с разных белково-масличных культур. Удаление оболочек, как отмечено в ряде литературных источников, также связано с необходимостью повышения содержания белка и

жира, а также снижения клетчатки [16].

Традиционно, при использовании белково-масличного сырья (арахис, миндаль) в технологии кондитерских изделий на предприятиях ресторанного хозяйства [17] использовали метод подсушивания и влаготепловой обработки. Для удаления оболочек ядра подсушивали и протирали через металлическое сито с размерами ячеек 3-4 мм, ядра миндаля помещали в кипящую воду на 0,5-1 мин, что способствовало набуханию оболочки, промывали холодной водой, удаляли оболочки и подсушивали ядро при температуре 50-70°C.

Анализ современных технологий удаления семенной оболочки белково-масличного сырья показывает, что при обосновании их параметров применяются известные данные физико-механических свойств этой ткани [3-7].

Для отделения семенной оболочки от соевых бобов [7] используют их высушивание до влажности ниже 8,5% с последующим отлеживанием в течение не менее $(24 \times 60) \times 60$ с. Стоит отметить, что содержание оболочки, которая осталась на бобах, существенно зависит от глубины высушивания. С этой же целью предложено использование метода смещения семядолей соевых бобов [8], который реализован в специальном валковом шелушильном аппарате. Известен другой способ [9], который связан со ступенчатым нагревом целых бобов для диффузии влаги к поверхности, и соевых бобов до температуры 60°C с последующей сушкой для отслоения оболочки и затем до температуры 85°C ее аспирацией из расщепленных на половинки бобов. Отделение семенной оболочки возможно также при воздушно-ситовом сепарировании соевого шрота с целью получения пищевого муки [10]. Из ядер арахиса учеными [11] предложено удалять семенную оболочку после их термообработки инфракрасным облучением при температуре 80...85°C. Существует метод бланширования арахиса [12], направленный в основном на удаление семенной оболочки и сохранение его свойств. Суть метода заключается в обработке ядер струей теплого воздуха, при которой оболочка слегка подсыхает, становится ломкой и удаляется с помощью специальных роликов. Также известна разработка устройства [13] с вальцами в качестве рабочих

органов для удаления семенных оболочек с семян рапса, которое позволяет повысить качество продуктов его переработки, увеличить выход масла на 5-6% и производительность прессового оборудования.

Известны и влаго-тепловые методы удаления оболочек. Так, предлагается обработка соевых бобов сухим насыщенным паром с давлением 0,5...1,0 кгс/см² в течение 0,5×60 с и последующей интенсивной сушкой нагретым воздухом [14]. Также разработан способ [15], который основан на интенсивном механическом перемешивании замоченных набухших соевых бобов с последующим гидросепарированием оболочек.

Для обоснования способа и разработки технологии удаления семенной оболочки с ядра подсолнечникового семени можно использовать известные данные о его физико-механических свойствах [1]. Известна корреляция между прочностью оболочек семян подсолнечника и их влажностью: максимальная прочность наблюдается при влажности 6-9%. При изменении указанного интервала ее прочность снижается и при влажности ниже указанного предела оболочка может быть отнесена к хрупким телам [4, 16], причем нагрев уменьшает прочность оболочки [4]. В этой связи можно прогнозировать, что использование метода тепловой сушки ядра для ослабления прочности связи его семенной оболочки с семядолями, увеличения ее хрупкости, является перспективным и может быть использован в исследованиях.

Целью наших исследований является изучение влияния технологических факторов на процесс удаления семенной оболочки ядра подсолнечникового семени для повышения содержания белка, жира, снижения клетчатки и использования его в технологии растительного наполнителя эмульсионного типа [18].

Предметом наших исследований стало ядро подсолнечникового семени, которое согласно нормативной документации [19] должно иметь влажность не более 6%. На предприятиях масложировой промышленности сушку семян подсолнечника проводят, руководствуясь отраслевым нормативным документом [20], согласно которому предельная температура нагрева семян не должна превышать 50...55°C, а температура сушильного агента – 120...250°C в

зависимости от вида сушилки. Температурные параметры, как известно, обоснованы гидролитическими и окислительными процессами, которые протекают с белковыми и жировыми веществами в подсолнечнике при повышенных температурах и влажности [2].

В связи с рассмотренными выше аналитическими данными температуру процесса сушки ядра подсолнечника было выбрано с учетом действующих в масложировой промышленности нормативных документов – в пределах 40...60°C.

Поскольку степень очистки ядра подсолнечника от семенной оболочки зависит от влажности, была изучена зависимость влажности ядра подсолнечника в зависимости от температуры и продолжительности сушки. Определение рационального значения влажности объясняется необходимостью установления определенного соотношения между упруго-пластическими деформациями в семенной оболочке и ядра подсолнечникового семени при их разделении, а также предоставление оболочке максимальной хрупкости.

В соответствии с требованиями отраслевой нормативной документации [20] относительно температуры сушки семян подсолнечника был выбран исследуемый интервал температур в пределах от 40 ± 1 до 60 ± 1 °C. Подсушенное ядро подсолнечникового семени дробили, а отделенную под механическим воздействием семенную оболочку удаляли путем аспирации на лабораторной аспирационной установке. Количество семенной оболочки определяли по известной методике [21].

Экспериментально установлено, что количество удаленной семенной оболочки ядра подсолнечникового семени увеличивается со снижением влажности. При сравнении степени очистки ядра от семенной оболочки видно (рис. 2), что при одинаковой влажности удаление семенной оболочки происходит эффективнее с повышением температуры сушки от 40 ± 1 до 60 ± 1 °C.

Так, с ядра, подсушенного до влажности в пределах $2,97 \pm 0,03\%$ при температуре 40 ± 1 °C (рис. 2, позиция 3), можно удалить около $71,0 \pm 0,5\%$ семенной оболочки от общего ее количества. При сушке ядра до влажности в пределах от $3,02 \pm 0,03\%$ до $2,47 \pm 0,03\%$ при температуре 50 ± 1 °C (рис. 2, позиция 2)

можно удалить 85,0...89,0% семенной оболочки и при сушке до влажности от $2,99 \pm 0,03\%$ до $2,55 \pm 0,03\%$ при температуре $60 \pm 1^\circ\text{C}$ (рис. 2, позиция 1) – 93,0...97,0% семенной оболочки от общего её количества.

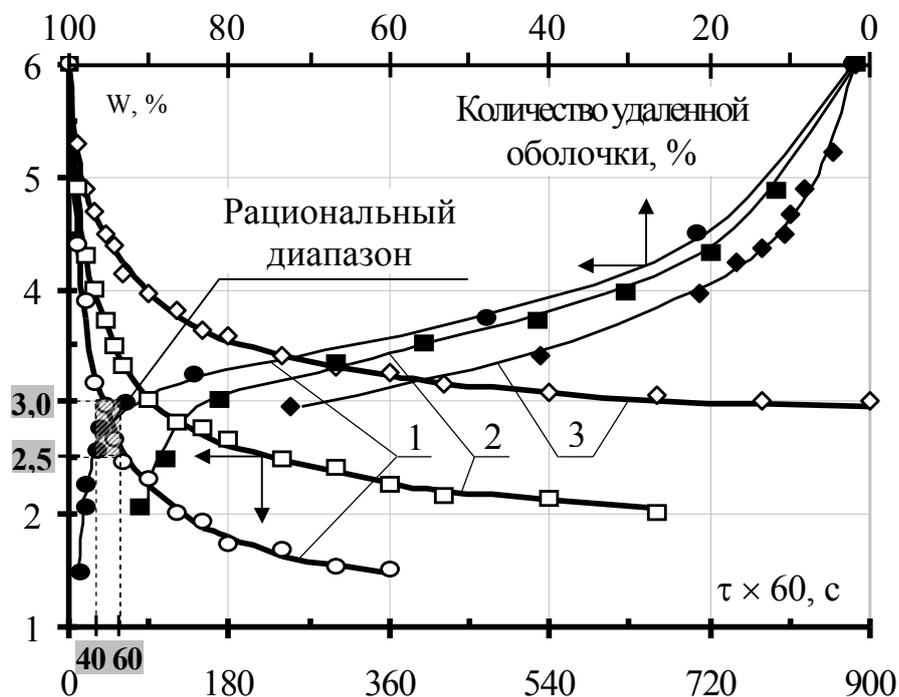


Рис. 2. Зависимость количества удаленной семенной оболочки от влажности ядра подсолнечникового семени в процессе его сушки при температуре, °C: 1 – 60 ± 1 ; 2 – 50 ± 1 ; 3 – 40 ± 1 ;

Из приведенных данных видно, что продолжительность сушки при этом составляет: $40 \pm 1^\circ\text{C}$ – $(660 \dots 900) \times 60$ с, $50 \pm 1^\circ\text{C}$ – $(90 \dots 240) \times 60$ с, $60 \pm 1^\circ\text{C}$ – $(40 \dots 60) \times 60$ с. Дальнейшая сушка до влажности в пределах $2,5 \dots 2,0\%$ приводит к незначительному увеличению количества удаленной семенной оболочки на $1,0 \dots 2,0\%$ и существенного роста продолжительности процесса – в $2,0 \dots 2,8$ раза.

Следует отметить, что с ядра подсолнечникового семени при стандартной массовой доле влаги в нем в пределах $5,97 \pm 0,05\%$ [19] семенная оболочка практически не удаляется, что подтверждается известными данными о её прочной связи с эндоспермом семядолей [4].

Приведенные в табл. 1 экспериментальные данные по показателям химического состава ядра подсолнечникового семени подтверждают целесообразность удаления его семенной оболочки.

Показатели химического состава ядра подсолнечникового семени

Наименование показателя	Ядро подсолнечникового семени с оболочкой до сушки		Ядро подсолнечникового семени без оболочки после сушки	
	на общую массу	на сухое вещество	на общую массу	на сухое вещество
Массовая доля влаги, %	5,97 ± 0,05	–	2,55 ± 0,04	–
Массовая доля белка, %	17,80 ± 0,12	18,93 ± 0,13	19,70 ± 0,12	20,22 ± 0,13
Массовая доля жира, %	57,57 ± 0,15	61,22 ± 0,16	61,21 ± 0,19	62,82 ± 0,20
Массовая доля клетчатки, %	2,30 ± 0,03	2,45 ± 0,03	1,62 ± 0,02	1,66 ± 0,02
Массовая доля золы, %	3,27 ± 0,04	3,48 ± 0,04	3,47 ± 0,04	3,56 ± 0,04
Массовая доля фенольных веществ, мас. %	2,47 ± 0,03	2,63 ± 0,03	2,68 ± 0,04	2,75 ± 0,04

Анализ полученных результатов (табл. 1) подтверждает, что удаление семенной оболочки способствует повышению пищевой ценности ядра подсолнечникового семени за счет увеличения массовой доли белка в среднем на 6,8%, жира – на 2,6%, золы – на 2,3% в пересчете на сухое вещество. Массовая доля клетчатки при этом снижается в среднем на 32,2% в пересчете на сухое вещество. Необходимо отметить, что в результате тепловой сушки ядра за счет активации ферментной системы происходит повышение содержания фенольных веществ в среднем на 4,6% в пересчете на хлорогеновую кислоту, что, очевидно, связано с уровнем термостойкости этого масличного сырья [5, 6].

Таким образом, по результатам исследований установлено, что эффективность удаления семенной оболочки существенно зависит и от температуры сушки ядра, и от его конечной влажности. Проведенные исследования позволяют утверждать, что для удаления до 97% семенной оболочки ядра рациональными параметрами его тепловой сушки являются: продолжительность (40...60)×60 с и температура 60±1°C (рис. 2 – рациональный диапазон). Согласно этим параметрам количество удаленной семенной оболочки составляет 93,0...97,0% от общего ее количества. При этом повышается питательная ценность ядер, прежде всего за счет повышения

содержания белка и жира, а увеличение общего количества фенольных веществ является незначительным.

Список использованной литературы

1. Кириченко В. В. Виробництво соняшнику в Україні: стан і перспективи / В. В. Кириченко, В. П. Коломацька, К. М. Макляк [та ін.] // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2010. – Вип. 7. – С. 281–287.
2. Ткалич И. Д. Цветок солнца (основы биологии и агротехники подсолнечника): монография / Ткалич И. Д., Ткалич Ю. И., Рычик С. Г.; под ред. И. Д. Ткалича. – Днепропетровск, 2011. – 172 с.
3. Нассонов В. А. Анатомическое строение масличных семян / Нассонов В. А. – М.: Пищепромиздат, 1940.
4. Осейко М. І. Технологія рослинних олій // М. І. Осейко. – К.: Варта, 2006. – 280 с.
5. Щербаков В. Г. Биохимия и товароведение масличного сырья / В. Г. Щербаков, В. Г. Лобанов. – М.: КолосС, 2012. – 392 с.
6. Щербаков В. Г., Иваницкий С. Б. Производство белковых продуктов из масличных семян. – М.: Агропромиздат, 1987. – 256 с.
7. Щербаков В. Г. Технология получения растительных масел / Щербаков В. Г.; [3-е изд. перераб. и доп.]. – М.: Колос, 1992. – 207 с.
8. Шабельский В. Е. Технология и средства механизации процесса удаления оболочки семян сои: Дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Шабельский Владимир Егорович. – Благовещенск, 2003. – 182 с.
9. Технические возможности переработки семян сои в Украине и инвестиции в нее [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.apk-inform.ru/showart.php?id=10160>
10. Пат. 2173216 Российская Федерация, МПК⁷ В02С9/02, А23L1/20, А23J1/14, С11В1/00 Способ получения соевой пищевой муки из шрота / Лобанов В.Г.; Назаренко С.В. – № 2000119338/13; заявл. 19.07.00; опубл. 10.09.01.

11. Пат. 2360421 Российская Федерация, МПК A21D8/02, A21D2/36 Способ приготовления хлебобулочного изделия / Вершинина О. Л., Михайлов В. А., Деревенко В. В., Кучерявенко И. М., Лобанова А. В., Уруджева И. Р. – № 2007143900/13; заявл. 26.11.07; опубл. 10.07.09.

12. Методология классификации арахиса [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://lex.justice.md/viewdoc.php?action=view&view=doc&id=352397&lang=2>

13. Константинова И. С. Повышение эффективности переработки семян рапса путем их калибровки и удаления оболочки: автореф. дис. на получение науч. степени кандидата техн. наук: спец. 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» / И. С. Константинова. – Челябинск, 2002. – 18 с.

14. Ключкин В. В. Способ отделения семенной оболочки семян сои / В. В. Ключкин, З. М. Казанджан, Л. М. Заводцова и др. // Сб. науч. трудов ВНИИЖ – 1974. – Вып. 31. – С. 45–49.

15. Пат. 2025081 Российская Федерация, МПК⁷ A23L1/20 Способ производства продукта из сои / Иваницкий С. Б.; Иваницкий И. С.; Щербаков В. Г.; Прохоров В. Н. – № 5020125/13; заявл. 09.07.91; опубл. 30.12.94.

16. Акаева Т. К. Основы химии и технологии получения и переработки жиров. Ч.1. Технология получения растительных масел : учеб. пособие / Т. К. Акаева, С. Н. Петрова. – Иваново : ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2007. – 124 с.

17. Павлов А.В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания. СПб: Гидрометеиздат, 1998. – 294 с.

18. Пат. на корисну модель 73025. Україна. МПК A23J 1/14, A23L 1/29. Спосіб отримання емульсії на основі ядра соняшникового насіння / Гурський П. В., Бідюк Д. О., Перцевой Ф. В. ; заявник та патентовласник Харківський державний університет харчування та торгівлі. – № и 2012 01723 ; заявл. 16.02.2012 р. ; опубл. 10.09.2012 р., Бюл. № 17. – 4 с.

19. Ядро соняшникового насіння. Технічні умови : ДСТУ 4843:2007 – [Чинний від 01.01.2009]. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – 10 с.

20. Інструкція по сушінню продовольчого, кормового зерна, насіння олійних культур та експлуатації зерносушарок. – Київ-Одеса. – 1997. – 72 с.

21. Щербаков В. Г. Технохимический контроль производства жиров и жирозаменителей. – М.: Колос, 1996. – 207 с.