

Досліджено вплив попередньої підготовки високоолійного насіння соняшника до обрушення на характеристики процесу обрушення та якісні показники олії. Визначено вплив умов процесу обрушення на перехід воску та воскоподібних речовин в соняшкову олію при прямій екстракції ядра. Встановлено параметри проведення процесу обрушення для отримання олії з мінімальним вмістом в ній воскоподібних речовин

Ключові слова: насіння соняшнику, умови обрушування, обрушування, лузга, соняшникова олія, воскоподібні речовини

Исследовано влияние предварительной подготовки высокомасличных семян подсолнечника к обрушиванию на характеристики процесса обрушивания и качественные показатели масла. Определено влияние условий процесса обрушивания на переход восков и воскоподобных веществ в подсолнечное масло при прямой экстракции ядра. Установлены параметры проведения процесса обрушивания для получения масла с минимальным содержанием в нем воскоподобных веществ

Ключевые слова: семена подсолнечника, условия обрушивания, обрушивание, лузга, подсолнечное масло, воскоподобные вещества

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОБРУШИВАНИЯ ВЫСОКОМАСЛИЧНОГО ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ПЕРЕХОД ВОСКОВ В МАСЛО

С. А. Тесленко

Аспирант*

E-mail: Teslenko-Serega@mail.ru

А. А. Нетреба

Аспирант*

E-mail: annetreba@mail.ru

Е. П. Врюкало*

E-mail: vrukalo@yandex.ru

Г. В. Садовничий

Генеральный директор

ООО ИК «ПТ «Подсолнух»

пер. Транспортный, 6 «Д», пгт. Песочин, Харьковская область, Украина, 62416

E-mail: info@sunflower.in.ua

Л. И. Перевалов

Кандидат технических наук, профессор*

*Кафедра технологии жиров и продуктов брожения
Национальный технический институт
«Харьковский политехнический институт»
ул. Фрунзе, 21, Харьков, Украина, 61002

1. Введение

При производстве масла из семян подсолнечника одной из основных задач является их качественное обрушивание с последующим разделением полученного продукта (рушанки).

Качество ядра зависит от того, насколько полным будет отделение оболочки подсолнечника (лузги) от ядра при получении товара:

- ядро для получения подсолнечного масла;
- ядро для изготовления кондитерских изделий.

Кроме того, от этого зависит производительность предприятия в целом и выход готового продукта.

2. Литературный обзор

Обрушивание семян подсолнечника считается удовлетворительным, если в рушанке содержится минимальное количество целых и недообрушенных семян, сечки (дробленого ядра), масляной пыли. По данным [1] лузжистость ядра рекомендуется поддерживать на прессовых заводах – до 10 %, на экстрак-

ционных – до 14 %, для производства кондитерских изделий – до 1 % [2].

Получить безлузговое ядро при обрушивании подсолнечника на существующих обрушивающих машинах за один проход невозможно [3]. Статистические данные по Украине за последние 5 лет показывают, что ядро для выделения масла поступает с лузжистостью 12 – 14 % и более, а для производства халвы и других кондитерских изделий, в которых заменяют орехи ядром подсолнечника, – 6 – 7 % [4].

Кроме того, при уменьшении количества лузги, при существующих технологических условиях (влаготепловая обработка мятки, прессование мезги), в масло переходит меньше сопутствующих веществ, таких как воскоподобные вещества, свободные жирные кислоты и т.д., что улучшает товарные и потребительские свойства масла.

Новые сорта и гибриды семян подсолнечника, полученные путем селекции, имеют высокое содержание масла, но при этом их физико-механические свойства ухудшились. Семена подсолнечника представляют собой довольно сложную систему взаимосвязи между отдельными морфологическими частями семянки, что

в свою очередь затрудняет ведение процесса отделения плодовой оболочки от ядра.

Как видно из табл. 1 [5], чем больше количество лузги содержится в перерабатываемом ядре, тем выше кислотное число масла, содержание продуктов окисления, неомыляемых и воскоподобных веществ.

Таблица 1

Влияние лузжистости ядра на качественные показатели подсолнечного масла

Показатели	Лузжистость ядра, %					
	0 (ядро)	5	10	15	21,5 (семена)	100 (лузга)
Масличность образца, %	59,70	59,03	55,65	51,68	47,21	2,00
Содержание в масле, %: - неомыляемых веществ - продуктов окисления	0,41	1,66	1,77	1,80	1,85	10,52
	0,36	0,48	0,55	0,61	0,68	1,80
Кислотное число масла, мг КОН/г	0,55	0,62	0,73	0,78	0,87	23,13
Перекисное число масла, ½ О ммоль/кг	0,06	–	–	–	–	0,28

3. Постановка проблемы

Семена подсолнечника относят к основному масличному сырью Украины, из которого производят растительное масло и высокобелковые продукты. На качество данных продуктов влияют процессы, протекающие при их переработке. Одной из базовых и наиболее сложных проблем есть получение безлузгового ядра на стадии обрушивания и разделения рушанки. Существующие способы подготовки семян к обрушиванию не позволяют достичь высокие показатели проведения процесса. Нашей задачей являлось нахождение рациональных способов предварительной подготовки с целью получения качественных и количественных показателей обрушивания и качественных показателей получаемого масла.

4. Изучение проведения процесса обрушивания на его характеристики и качественные показатели масла

Одним из основных способов, обеспечивающих отделение оболочки от ядра, является процесс подготовки семян к обрушиванию, обрушивание, процесс разделения полученной рушанки. Выбор способа обрушивания зависит от ряда факторов, основным из которых являются физико-механические свойства семян и их морфологических частей.

Исследования по сравнению способов подготовки семян к обрушиванию проводили с использованием центробежной семенорушки-2Ихно [6]. Обрушивание происходит за счет однократного, направленного вдоль длинной оси семени, удара тупым или острым концом. Анализ полученной рушанки проводился согласно методике, описанной в работах [7, 8].

Объект исследований – гибридные семена высокомасличного подсолнечника «Украинский F1»; фракции по толщине 3,2-3,4 мм. Начальные характеристики:

- масличность семян 51,80 %;
- влажность семян 6,31 %;
- влажность ядра 3,84 %;
- влажность лузги 9,75 %;
- лузжистость семян 27,95 %;
- ботаническая масличность лузги 2,14 %.

Подготовка семян к обрушиванию проводилась тремя способами, для выбора наиболее эффективного с точки зрения получения высоких показателей обрушивания и низкого содержания восков и воскоподобных веществ в масле, полученном при прямой экстракции ядра.

Первый способ: подготовка семян к обрушиванию, принятая на большинстве заводов по производству подсолнечного масла. Семена поступают на обрушивание с влажностью 5-7 % [5, 9].

Второй способ: технология получения безлузгового ядра кондитерских семян, усовершенствованная на кафедре технологии жиров и продуктов брожения НТУ «ХПИ» профессором Н. П. Ихно. Семена предварительно калибруют на 4 – 5 фракций по толщине, подсушивают в сушилке кипящего слоя (120 – 180 с – влажность семян снижается с 6 – 7 % до 3 – 5 % и ниже) и охлаждают (60 – 90 с) до температуры 20 – 30 °С [10].

Третий способ: новая технология обрушивания семян подсолнечника. Семена калибруют (если необходимо дальнейшее более тщательное разделение ядра и лузги), сушат в сушилке кипящего слоя (если необходимо повысить температуру охлаждения), охлаждают до отрицательных температур и обрушивают при той же температуре [11, 12].

Результаты обрушивания приведены в табл. 2 и 3.

Из табл. 2 и 3 видно, что подготовка семян подсолнечника путем охлаждения перед обрушиванием дает более высокие результаты по степени обрушивания, чем предложенные два других, вплоть до 99 %. Результаты показывают, что этот способ также обеспечивает более высокий показатель по сохранности ядра: при первом – 0,891, втором – 0,901, третьем достигается 0,955, а это очень важно для кондитерской промышленности. Также при использовании охлаждения образуется меньшие количества сечки и масличной пыли, что важно, так как последняя в процессе переработки зачастую теряется на этапе разделения.

А это, в свою очередь, приводит к потерям производства из-за значительного содержания в ней ядра – до 99 %. Третий способ позволяет снизить замасливание лузги и получить масло с низким содержанием восков и воскоподобных веществ при дальнейшей экстракции ядра. Из этого следует, что получаемое масло имеет более высокое качество. Так как повышенное содержание воска отрицательно влияет на товарный вид масла и поэтому не желателен.

Таблица 2

Влияние способа подготовки семян перед обрушиванием на количественные показатели ведения процесса

Способ подготовки семян перед обрушиванием	Влажность, %	Температура семян перед обрушиванием, °С	Количество оборотов ротора семенорушки, с ⁻¹	Состав рушанки, %						
				Ядро целое	Ядро дроблёное	Целые семена	Недообрушенные семена	Сечка	Лузга	Масличная пыль
Первый способ	5-7	20	20,00	14,12	11,21	44,05	18,08	1,16	9,59	1,28
			23,33	25,38	8,06	5,47	36,56	2,19	14,91	7,42
			26,67	18,44	16,08	8,43	26,46	3,66	16,43	10,52
Второй способ	1-2	20	20,00	28,61	29,11	5,73	5,31	3,79	23,32	4,12
			23,33	20,69	31,39	3,18	1,04	7,41	24,89	11,41
			26,67	16,42	32,44	2,07	0,22	9,29	24,58	14,98
Третий способ	5-7	-10	20,00	27,41	7,41	18,76	26,87	1,06	14,30	4,19
			23,33	27,82	5,80	6,01	34,94	2,03	16,71	6,69
			26,67	34,18	11,72	4,45	19,66	3,02	18,52	8,46
	20,00		36,64	24,16	4,63	4,13	2,66	24,29	3,51	
	23,33		46,37	19,67	1,14	2,22	2,48	23,79	6,56	
	26,67		20,71	34,29	1,07	0	6,69	23,99	13,25	
	5-7	-30	20,00	36,48	5,60	14,03	22,38	0,97	16,96	3,59
			23,33	42,25	8,88	2,57	17,38	1,31	21,06	6,55
			26,67	39,98	13,53	2,03	15,66	2,40	20,08	6,38
			20,00	43,49	20,25	4,26	3,10	2,02	24,60	2,00
			23,33	43,88	23,69	1,31	2,18	2,52	23,82	4,79
			26,67	39,22	25,87	0,59	0,53	4,06	24,42	5,32
1-2		20,00	27,41	7,41	18,76	26,87	1,06	14,30	4,19	
		23,33	27,82	5,80	6,01	34,94	2,03	16,71	6,69	
		26,67	34,18	11,72	4,45	19,66	3,02	18,52	8,46	

Таблица 3

Выбор метода обрушивания

Способ подготовки семян перед обрушиванием	Влажность, %	Температура семян перед обрушиванием, °С	Количество оборотов ротора семенорушки, с ⁻¹	Качественные показатели						
				Коэффициент обрушивания	Коэффициент сохранности ядра	Степень обрушивания, %	Масличность лузги после обрушивания, %	Содержание восков в масле из лузги, %	Содержание восков в экстракционном масле, мг/кг	
Первый способ	5-7	20	20,00	0,413	0,891	37,87	4,56	2,84	2200	
			23,33	0,648	0,810	57,97	5,91	4,06	2500	
			26,67	0,699	0,744	65,11	5,08	3,61	3500	
Второй способ	1-2	20	20,00	0,899	0,901	88,96	4,18	2,47	850	
			23,33	0,957	0,755	95,78	5,29	3,55	910	
			26,67	0,974	0,694	97,71	6,12	4,30	920	
Третий способ	5-7	-10	20,00	0,594	0,899	54,37	3,11	1,75	895	
			23,33	0,655	0,799	59,05	4,24	2,51	900	
			26,67	0,794	0,849	75,89	4,40	2,75	800	
	1-2		20,00	0,919	0,925	91,24	3,28	1,92	815	
			23,33	0,969	0,948	96,65	3,88	2,33	600	
			26,67	0,987	0,772	98,94	4,39	2,68	700	
	5-7	-30	20,00	0,678	0,929	63,59	2,98	1,64	570	
			23,33	0,832	0,897	80,05	3,49	1,98	620	
			26,67	0,851	0,913	82,31	4,05	2,60	630	
			1-2	20,00	0,932	0,955	92,64	2,25	1,34	585
				23,33	0,968	0,972	96,51	3,17	1,94	615
				26,67	0,989	0,914	98,88	3,42	1,95	710

С целью более детального изучения процесса обрушивания подсолнечника, его влияния на качественные показатели полученного подсолнечного масла, для установления рациональных параметров проведения процесса, для максимального сокращения сроков проведения экспериментов, а также для уменьшения расхода материалов и энергии, было проведено математическое моделирование [13, 14].

Поскольку на процесс обрушивания семян и качественные показатели масла влияют температура, при которой происходит обрушивание, влажность семян поступающих на обрушивание и частота вращения ротора семенорушки, то эти показатели выбраны как факторы. В качестве функций отклика были взяты: коэффициент обрушивания и содержание восков и воскоподобных веществ в экстракционном масле. Условия проведения исследований представлены в табл. 4.

Матрица планирования эксперимента в натуральном и кодированном виде факторов и его результаты представлены в табл. 5.

Таблица 4

Условия проведения исследований

Факторы	Влажность, %	Количество оборотов ротора семенорушки, с ⁻¹	Температура
	X ₁	X ₂	X ₃
Основной уровень, X _{io}	4	23,33	-10
Интервал варьирования, ΔX _i	3	3,33	20
Верхний уровень, +1	7	26,67	10
Нижний уровень, -1	1	20,00	-30

Таблица 5

Матрица планирования эксперименту и его результаты

№ опыта	Факторы в натуральном виде			Факторы в кодированном виде			Результаты эксперимента	
	Влажность, %	Количество оборотов ротора, с ⁻¹	Температура	X ₁	X ₂	X ₃	Коэффициент обрушивания	Содержание восков в экстракционном масле, мг/кг
1	7	26,67	+10	+1	+1	+1	0,594	2500
2	1	26,67	10	-1	+1	+1	0,987	550
3	7	20,00	10	+1	-1	+1	0,413	1980
4	1	20,00	10	-1	-1	+1	0,919	815
5	7	26,67	-30	+1	+1	-1	0,678	2750
6	1	26,67	-30	-1	+1	-1	0,989	700
7	7	20,00	-30	+1	-1	-1	0,699	1600
8	1	20,00	-30	-1	-1	-1	0,932	620

На основании проведенных расчетов [13, 14] найдены значения функций отклика (рис. 1 – 6) и получены уравнения регрессий (уравнения (1) – (6)).

Зависимость коэффициента обрушивания от влажности и количества оборотов ротора семенорушки при температуре проведения процесса -10 °С в физических переменных имеет вид:

$$y = 0,804 - 0,068 \cdot x_1 + 0,009 \cdot x_2 + 0,0004 \cdot x_1 \cdot x_2. \quad (1)$$

Зависимость коэффициента обрушивания от влажности и температуры проведения процесса при количестве оборотов ротора семенорушки 23,33 с⁻¹ в физических переменных имеет вид:

$$y = 1,024 - 0,068 \cdot x_1 + 0,00049 \cdot x_3 - 0,00076 \cdot x_1 \cdot x_3. \quad (2)$$

Зависимость коэффициента обрушивания от температуры и количества оборотов ротора семенорушки при влажности семян, что идут на обрушивание 4 % в физических переменных имеет вид:

$$y = 0,412 \cdot 1 - 0,012 \cdot x_2 + 0,014 \cdot x_3 + 0,0004 \cdot x_2 \cdot x_3. \quad (3)$$

Зависимость содержания восков в экстракционном масле от влажности и количества оборотов ротора семенорушки при температуре проведения процесса -10 °С в физических переменных имеет вид:

$$y = 1104,72 - 259,79 \cdot x_1 - 28,29 \cdot x_2 + 21,93 \cdot x_1 \cdot x_2. \quad (4)$$

Зависимость содержания восков в экстракционном масле от температуры и количества оборотов ротора семенорушки при влажности семян, что идут на обрушивание 4 % в физических переменных имеет вид:

$$y = 465,43 + 39,89 \cdot x_2 + 43,03 \cdot x_3 - 1,64 \cdot x_2 \cdot x_3. \quad (5)$$

Зависимость содержания восков в экстракционном масле от влажности и температуры проведения процесса при количестве оборотов ротора семенорушки 23,33 с⁻¹ в физических переменных имеет вид:

$$y = 462,81 + 250,84 \cdot x_1 + 1,84 \cdot x_3 - 0,031 \cdot x_1 \cdot x_3. \quad (6)$$

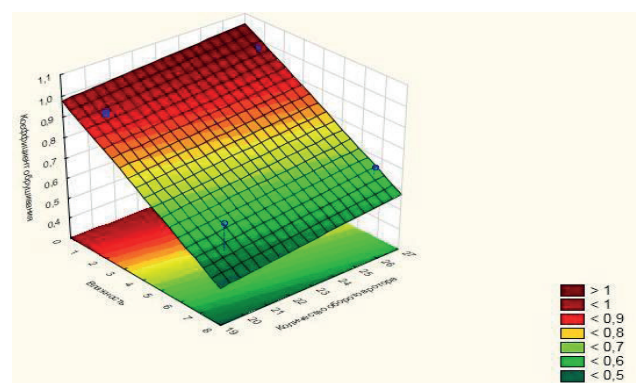


Рис. 1. Зависимость коэффициента обрушивания от влажности и количества оборотов ротора семенорушки при температуре проведения процесса -10 °С

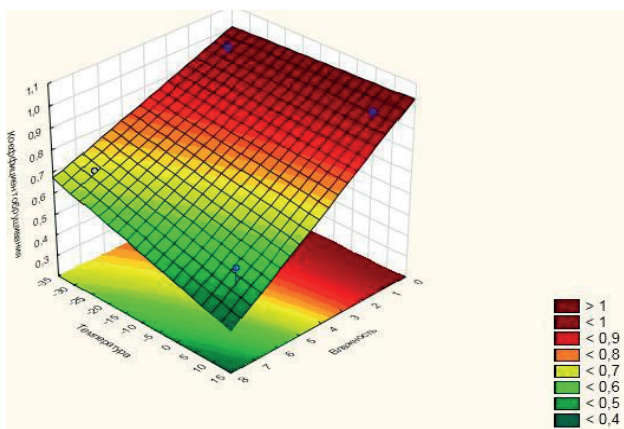


Рис. 2. Зависимость коэффициента обрушивания от влажности и температуры при количестве оборотов ротора семенорушки 23,33 с⁻¹

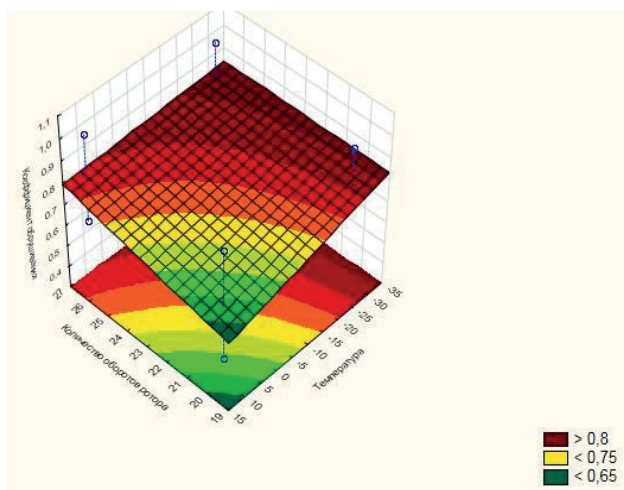


Рис. 3. Зависимость коэффициента обрушивания от температуры и количества оборотов ротора при влажности семян, что идут на обрушивание 4 %

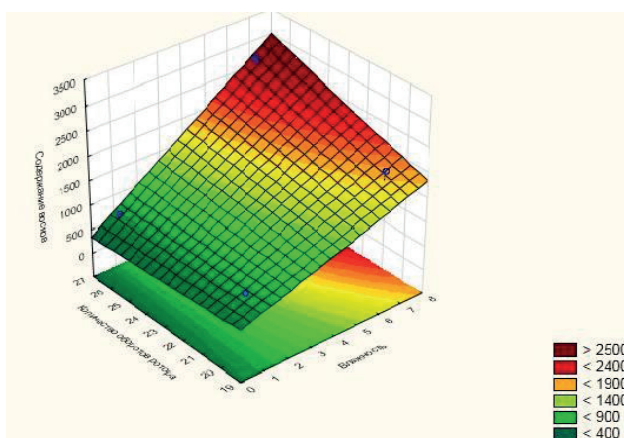


Рис. 4. Зависимость содержания восков в экстракционном масле от влажности и количества оборотов ротора семенорушки при температуре проведения процесса -10 °С

Анализ всех этих моделей показывает, что доминирующим фактором является влажность семян, что идут на обрушение и температура проведения процесса.

Количество оборотов ротора семенорушки особого значения не имеют. Хотя чтобы получить наиболее полное обрушивание, необходимо увеличивать количество оборотов ротора, а чтобы снизить количество переходящих восков в масло лучше снизить обороты ротора.

Следовательно, параметры обрушивания, при которых моделируется максимальное значение коэффициента обрушивания и минимальный переход восков и воскоподобных веществ в масло, полученное прямой экстракцией из подготовленного ядра, рекомендуется принимать как оптимальные для проведения процесса обрушивания.

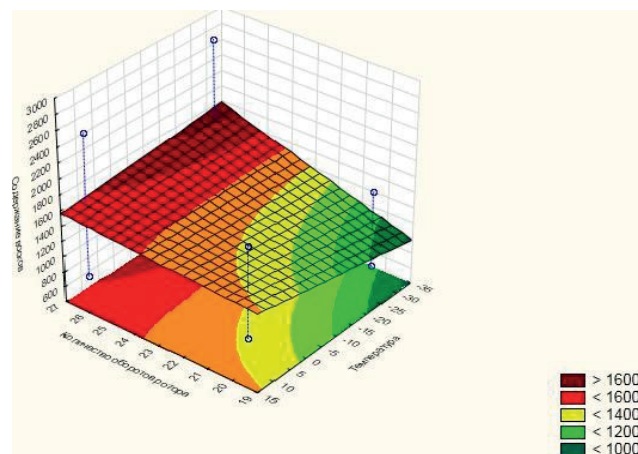


Рис. 5. Зависимость содержания восков в экстракционном масле от температуры и количества оборотов ротора при влажности семян, что идут на обрушивание 4 %

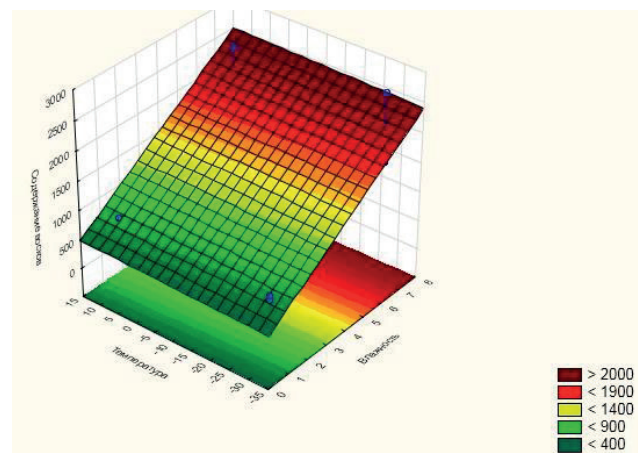


Рис. 6. Зависимость содержания восков в экстракционном масле от влажности и температуры при количестве оборотов ротора семенорушки 23,33 с⁻¹

5. Выводы

В статье показано целесообразность использования новой предварительной подготовки высокомаслических семян подсолнечника к обрушиванию путем их предварительного охлаждения в сравнении с известными (заводское и технология Н. П. Ихно). Показано положительное влияние этой технологии на количественные и качественные показатели процесса

обрушивания, на качественные показатели масла, получаемого из безлузгового ядра.

Это в свою очередь дает более высокие результаты по степени обрушивания, обеспечивает более высокий показатель по сохранности ядра, а также получаем меньшие количества сечки и масляной пыли.

Новый способ позволяет получить масло с низким содержанием восков и воскоподобных веществ при последующей экстракции. Из этого следует, что получаемое масло имеет более высокое качество. Так как переход восков в масло вызывает его помутнение, что снижает потребитель свойства.

Литература

1. Ихно, Н. П. Теория и практика получения низколузгового ядра подсолнечника [Текст] / Н. П. Ихно // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – № 3. – С. 42-45.
2. ДСТУ 4188:2003. Халва. Загальні технічні умови [Текст] : Чинний від 2004-07-01. – К: Держспоживстандарт України, 2003.
3. Тесленко, С. О. Безлушпинне ядро соняшнику для отримання кондитерських виробів [Текст] / С. О. Тесленко, Л. І. Перевалов, Г. В. Садовничий // Прогресивні техніки та технології харчових виробництв ресторанного господарства та торгівлі. – Харків, 2013. – Вип. 2 (18). – С. 84-91.
4. Лобанов, В. Г. Теоретические основы хранения и переработки семян подсолнечника [Текст] / В. Г. Лобанов, А. Ю. Шаззо, В. Г. Щербаков. – М.: Колос, 2002. – 590 с.
5. Технология производства растительных масел [Текст] / [В. М. Копейковский, С. И. Данильчук, Г. И. Гарбузова и др.]; под ред. В. М. Копейковского. – М: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 416 с.
6. Пат. 17430 Україна, МКИ В02В 3/00, 3/02. Насіннерушка-2 Ихно / Ихно М.П.; заявник і патентовласник Харківський державний політехнічний університет. – № 95042099; заявл. 27.04.95; опубл. 16.10.2000, Бюл. №5.
7. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности [Текст] / под ред. В. П. Ржежина, А. Г. Сергеева. – Л.: ВНИИЖ, 1965. – Т.2. – 418 с.
8. Копейковский, В. М. Лабораторный практикум по технологии производства растительных масел [Текст] / В. М. Копейковский, А. К. Мосян, Л. А. Мхитарьянц, В. Е. Тарасов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 416 с.
9. Сергеев, А. Г. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров [Текст] / под ред. А. Г. Сергеева. – Л., 1975. – Т.1. – Книга 1. – 726 с.
10. Ихно, Н. П. Научно-практические основы получения и использования пищевого безлузгового ядра подсолнечника. [Текст] : дисс. ... докт. техн. наук / Н. П. Ихно. – Харьков, 2002.
11. Перевалов, Л. И. Новая технология обрушивания семян подсолнечника [Текст] / Л. И. Перевалов, Е. Н. Пивень, А. В. Попсуйшапка, С. А. Тесленко // Масложировой комплекс. – 2012. – № 1. – С. 47-49.
12. Taradaichenko, Mariia. Optimal parameters of sunflower seeds dehulling process with freez [Текст] / Mariia Taradaichenko, Leonid Perevalov, Sergiy Teslenko, Irina Pakhomova // Inżynieria aparaturachemicz. – 2013. – №4. – С. 374-375.
13. Бондарь, А. Г. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии (алгоритмы и примеры) [Текст] : учебн. пос. / А. Г. Бондарь, Г. А. Статюха, И. А. Потезенко. – Киев :Вища школа. Головное изд-во, 1980. – 264 с.
14. Саутин, С. Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологи [Текст] / С. Н. Саутин. – Л.: «Химия», 1975. – 48 с.