

по разработке технологии получения жировых продуктов с заранее запланированными свойствами и стабильной в процессе хранения структурой.

**Список литературы:** 1. Павлова I. В. Теоретичні і експериментальні основи розвитку технології виробництва заміників масла какао. Автореферат для дисертації доктора технічних наук 05.18.06/ВНДІЖ. – С. – П.: 2000. – 55 с. 2. А.В.Горбатов и др. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 296 с. 3. Кафиев Н.М., Михайленко Н.И., Лещенко Н.Ф. Реологические характеристики некоторых технических жиров // Масложировая промышленность. – 1987. – № 2. – С. 18. 4. Шмидт А.А., Савилова К.Г., Чекмарева И.Б. Влияние условий эмульгирования и охлаждения на структурно-реологические свойства маргарина // Масложировая промышленность. – 1978. – № 8. – С. 25-29. 5. Николаев Л. К. Реологические характеристики жиросодержащих пищевых продуктов. Учебное пособие. – Л., ЛТИХП. – 1979. – С.85.

*Поступила в редколлегию 12.01.08*

УДК 665.3

**С.Л. ЕВТУШЕНКО**

## **ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫРЬЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА СОДЕРЖАНИЕ ПРОТЕИНА В СЕМЕНАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА И ПРОДУКТАХ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ**

Ця стаття спрямована на отримання даних про причини зниженого вмісту протеїну в насінні та шроті соняшниковому та про деякі інші проблеми підвищення якісних характеристик соняшникового шроту як джерела кормового та харчового білка. Приведені данні лабораторних досліджень залежності вмісту протеїну в насінні соняшнику та продуктах його переробки від складових частин, а також приведений огляд якісних показників соняшнику урожаю 2005 – 2006 рр. та продуктів його переробки підприємствами олійно – жирової галузі.

Одной из основных масличных культур при производстве растительного масла и шрота являются семена подсолнечника.

Химический состав подсолнечных семян, в основном зависит от сорта, климатических условий, почвы и культивации.

В последнее время культивируются раннеспелые сортовые и гибридные семена подсолнечника с высокой масличностью. У новых сортов подсолнечника значительно изменился химический состав ядра, изменилось соотношение гидрофобной (жировой) и гидрофильной (нежировой) частей ядра.

Семена подсолнечника, хотя и стали мельче, зато стали более масличными и менее лузжистыми. В среднем лузжистость семян составляет 23-26%. Они имеют тонкую, плотно прилегающую к ядру лузгу, воздушная прослойка между ядром и лузгой практически отсутствует, поэтому ботаническая масличность лузги возросла до 2,85 – 3,2%. Увеличился процент содержания безазотистых экстрактивных веществ и золы.

Такие морфологические особенности строения семян подсолнечника затрудняют процесс обрушивания. Ухудшается процесс отделения лузги от ядра.

Поэтому ядро, поступающее на прессование, достигает лужистости 10%, а иногда и выше. Лузга на 79-90% состоит из целлюлозы (клетчатки), лигнина и гемицеллюлозы (преимущественно глюкуроноксилана), остальные 10% представлены липидами, восками, минералами и протеином. В каждом семени содержится около 0,3г/кг воска, который в основном локализован в лузге.

Подсолнечный шрот – это хороший источник протеина с доступностью аминокислот как у соевого шрота, и гораздо выше, чем у рапсового или хлопкового шрота. По содержанию кальция подсолнечный шрот похож на соевый (содержание кальция от 0,2%-0,35%), уровень фосфора в подсолнечном шроте более высокий, содержание витамина В в подсолнечном шроте значительно выше чем в соевом. Подсолнечный шрот богат ниацином, рибофлавином, холином, биотином, пантотеновой кислотой и пиридоксином. Хотя на практике наблюдается снижение основной активности этих веществ, исходя из условий хранения и технологии переработки семян подсолнечника.

Преимущественной характеристикой подсолнечного шрота является отсутствие анти-питательных факторов, которые присутствуют в соевом, рапсовом и хлопковом шроте и устанавливают ограничения по их использованию в кормах. Например, в соевом шроте присутствуют: лектины, олигосахариды и эстрогеновые составляющие. В хлопковом шроте – госсипол, глюкосинолиты; в рапсовом шроте – эруковая кислота и глюкозинолаты. И хотя хлорогеновая и квиновая кислоты в количестве 1,56% и 0,48% соответственно в подсолнечном шроте были названы токсичными элементами, их концентрация в шроте не ведет к токсикозу и не замедляет развитие организма. Так обработка шрота при температуре 100-120 °С, уничтожает около 43% хлорогеновой кислоты.

Проблема, связанная с высоким содержанием протеина в подсолнечном шроте в первую очередь связана с высоким уровнем клетчатки, как правило это 11-18%, в сравнении с другими масличными шротами (соевый шрот - 3%). Согласно последним данным определение термина клетчатка претерпел сильные изменения сюда стали включать все некрахмалистые вещества состоящие из полисахаридов, бета-глюканов, ксиланов, арабанов, пектинов, олигосахаридов и связанных субстанций, таких как смолы, которые противостоят пищеварительным ферментам. Как показали исследования, подсолнечный шрот с высоким уровнем клетчатки более 12% может создавать лишней объем корма, ослабление питательных веществ и как результат может привести к тому, что корм будет разбухать и задерживаться в кишечном тракте, что может оказаться проблемой для птицы, поскольку их пищеварительная система имеет ограниченный объем.

Отмечено, что большинство отклонений в качестве подсолнечного шрота наблюдалось из-за избыточной температуры при его обработке.

Следует избегать температуры обработки подсолнечного шрота превышающей 106 °С, так как это приводит к разрушению основной части лизина, метионина, фенилаланина и тирозина – основных лимитирующих аминокислот.

Вдобавок, подсолнечные семена богаты в содержании альфа-токоферола (608 мг/кг) который действует как сильный антиоксидант. Но при этом следует учесть, что альфа-токоферол гораздо более уязвим к высоким температурам и при жестких режимах влаготепловой обработки мезги перед прессованием он переходит в бета- и гамма- токоферолы.

Были проведены лабораторные исследования зависимости содержания протеина в семенах подсолнечника и продуктах его переработки от его составных частей и качественных показателей, на образцах проб, которые поступили с 8 маслоэкстракционных заводов, расположенных в различных климатических зонах.

Были проанализированы основные качественные характеристики 30 образцов проб семян, ядра, шрота, лузги с учетом их физико-химических и технологических особенностей

Рассматривались:

Ø качество перерабатываемого сырья;

Ø соблюдение технологических режимов работы оборудования в соответствии с действующим регламентом;

Все анализы и расчеты проводились согласно ныне действующим ГОСТам и методикам.

Гарантия стабильного высокого качества пищевых белковых продуктов из масличных семян во многом определяется не только технологическими аспектами производства, но и качеством исходного сырья – семян и шротов.

Было выбрано по два завода в каждом регионе.

Результаты основных показателей качества (при фактической влажности) приведены в табл.1.

Таблица 1

Основных показателей семян, ядра и шрота по регионам Украины  
**Восточный регион**

Наименование показателя	Пересечанский МЭЗ			Приколотнянский МЭЗ		
	семена	ядро	шрот	семена	ядро	шрот
Сорность, %	3,28	1,33	1,33	3,99	0,82	0,82
Влажность, %	5,34	4,96	8,47	4,17	3,54	10,78
Лузжистость, %	24,50	10,56	10,56	25,44	6,84	6,81
Масличность, %	48,12	52,10	1,40	47,95	56,17	1,54
Протеин, %	15,30	16,87	36,67	15,63	17,10	38,45

**Южный регион**

Наименование показателя	Одесский МЭЗ			Ильичевский МЭЗ		
	семена	ядро	шрот	семена	ядро	шрот
Сорность, %	2,75	1,56	1,56	3,66	1,42	1,42
Влажность, %	6,07	5,33	7,54	5,00	4,54	7,33
Лузжистость, %	23,47	12,30	12,30	24,06	11,8	11,8
Масличность, %	46,79	53,67	0,63	46,66	53,41	1,26
Протеин, %	16,17	16,94	36,00	16,26	-	35,37

**Центральный регион**

Наименование показателя	Кировоградский МЭЗ			Днепропетровский МЭЗ		
	семена	ядро	шрот	семена	ядро	шрот
Сорность, %	3,21	1,24	1,24	2,84	1,60	1,60
Влажность, %	4,27	3,84	9,16	5,03	4,62	7,77
Лузжистость, %	24,87	7,44	7,44	24,36	12,80	12,80

Наименование показателя	Кировоградский МЭЗ			Днепропетровский МЭЗ		
	семена	ядро	шрот	семена	ядро	шрот
Масличность, %	47,43	56,57	0,98	48,00	52,62	0,84
Протеин, %	15,90	17,53	38,24	15,50	17,71	35,70

#### Западный регион

Наименование показателя	Винницкий МЭЗ			Черновицкий МЖК		
	семена	ядро	шрот	семена	ядро	шрот
Сорность, %	3,62	0,89	0,89	1,65	1,46	1,46
Влажность, %	6,40	5,32	9,44	5,83	5,27	8,78
Лузжистость, %	25,40	8,96	8,96	24,73	10,32	10,32
Масличность, %	48,20	56,30	1,12	48,33	55,25	1,26
Протеин, %	14,99	17,63	38,10	14,70	16,96	36,82

Кроме того были проверены клетчатка и протеин в ядре в % на абсолютно сухое и обезжиренное вещество по регионам, результаты которых сведены в табл. 2.

Таблица 2

#### Количество клетчатки и протеина в ядре подсолнечника

Климатическая зона произрастания семян	Клетчатка в % на абсолютно сухое и обезжиренное вещество	Протеин в % на абсолютно сухое и обезжиренное вещество
Восточная	6,3	50,8
	6,8	49,7
Южная	4,2	56,7
	5,4	53,7
Западная	8,4	46,3
	9,6	44,6

Из таблиц видно, что наименьшая масличность семян в южном регионе 46,79% и 46,66% и минимальное содержание клетчатки 4,2% и 5,4% , но при этом самый высокий протеин 16,17% и 16,26%. Это скорее всего обусловлено более жарким и засушливым климатом.

Самая высокая масличность семян 48,2% и 48,33% и максимальное содержание клетчатки 8,4% и 9,6%, и соответственно самый низкий протеин 14,99% и 14,7% в западном регионе. Это из-за того, что в западном регионе более влажный и умеренный климат.

КЧ масла в семенах колебалось в пределах 0,9 мг КОН/г. В южных регионах и до 2,6 мг КОН/г в западных.

В самих семенах количество сырой клетчатки на а.с.в. колебалось в пределах от 12% в южных регионах до 15% в западных.

Общая зольность семян по всем регионам в среднем была в пределах 3 – 4%.

Присутствие повышенного содержания клетчатки в подсолнечном шроте оказывает негативное влияние на содержание протеина. В связи с тем, что основное содержание клетчатки сосредоточено в лузге 34 ÷ 35%, поэтому для снижения ее

содержания в шроте необходимо максимально отделять лузгу на стадиях обрушивания семян подсолнечника и разделения рушанки.

Кроме того, большое влияние на содержание протеина в шроте оказывает влажность, которая образуется во время влаготепловой обработки шрота при тостировании (содержание сырого протеина по ДСТУ 4638:2006 определяется на абсолютно сухое вещество).

Все это можно наблюдать, проанализировав табл. 1.

Как видно из таблицы, например:

Ø на Приколотнянском МЭЗе при лузжистости ядра 6,81% и влажности шрота 10,78%, содержание протеина составило 38,45%, что в пересчете на абсолютно сухое вещество составляет 43,1%;

Ø на Кировоградском МЭЗе при лузжистости ядра 7,44% и влажности шрота 9,16%, содержание протеина составило 38,24%, что в пересчете на абсолютно сухое вещество составляет 42,1%;

Ø на Днепропетровском МЭЗе при лузжистости ядра 12,80% и влажности шрота 7,77%, содержание протеина составило 35,7%, что в пересчете на абсолютно сухое вещество составляет 38,71%;

Средние значения показателей качества обследованных образцов производственного шрота на а.с.в. позволяют характеризовать его как продукт с высоким содержанием белка удовлетворительной биологической ценности (суммарное содержание растворимого белка – 83,6%):

Масличность -	1,4%
Сырой протеин -	40,9%
Клетчатка -	14,2%
Общая зола -	7,1%
Безазотистые экстрактивные вещества (по разности) -	34,1%
Усвояемый лизин (от общего лизина 77%) -	2,3%
Фракционный состав белков по растворимости:	
водорастворимые -	22,2%
солерастворимые -	38,2%
щелочерастворимые -	23,2%
нерастворимый осадок -	16,4%

В целом при переработке семян подсолнечника по схеме форпрессование – экстракция с отгонкой растворителя в тостерах при принятых технологических режимах протекает лишь первая стадия процесса тепловой денатурации, которая характеризуется частичным переходом водо- и солерастворимых белков в щелочерастворимое состояние, а содержание азота в нерастворимом остатке увеличивается незначительно. Можно выделить две основные технологические операции, в процессе которых происходят наибольшие денатурационные изменения белков:

Ø приготовление мятки и мезги (жарение) с последующим форпрессованием;

Ø тостирование (отгонка растворителя из шрота).

Выявление закономерностей изменений растворимости белковых веществ, происходящих под влиянием влаготепловых воздействий, имеет практический интерес, так как позволяет определить условия для получения жмыхов и шротов с нужными кормовыми качествами. Водорастворимая фракция белка подсолнечной мятки с повышением температуры уменьшается, достигая минимума при 120°С в интервале времени 0 - 40мин, затем скорость резко замедляется. Причем для мятки с повышенной влажностью характерно более резкое уменьшение водорастворимой фракции с ростом температуры до 120°С. Содержание солерастворимой фракции белка наиболее быстро уменьшается при нагревании выше 100°С в интервале времени 0 - 60мин., а затем после 130°С с ростом температуры и времени уже почти не изменяется. Содержание щелочерастворимой фракции возрастает с увеличением температуры до 130°С в интервале времени 0 – 80мин. Накопление нерастворимого осадка идет с повышением температуры до 140°С и имеет максимум при 60мин., после чего его содержание уменьшается в связи с начинающимся при этой температуре расщеплением нерастворимых белков и переходом в щелочерастворимое состояние.

Таким образом, для повышения качества шрота необходимо обеспечить оптимальные условия влаготепловой обработки сырья. Нежелательны как недостаточная степень влаготепловой обработки, что характеризуется активностью определенных ферментных систем и присутствием токсических веществ в неизменном виде, так и чрезмерное перегревание, обнаруживаемое по глубине инактивации и деструкции, незаменимых биологически важных аминокислот.

Для выявления зависимости содержания протеина в семенах подсолнечника были взяты в работу образцы проб семян из Винницкого МЖК (Л=25,4%, С=3,62%, М=48,2%, В=6,4%) данные эксперимента представлены в табл. 3.

Из данных таблицы 3 видно, что на содержание протеина в семенах влияют лузжистость семян (накопление белка изменяется на 3,2%), сорность (протеин изменился на 2,21%), а масличность и влажность семян влияет незначительно (на 1,84% и 0,48% соответственно).

Таблица 3

Анализ зависимости содержания протеина в семенах подсолнечника от сорности, лузжистости, масличности и влажности семян

% сора	Протеин в %	% лузги	Протеин в %	% жира	Протеин в %	% влаги	Протеин в %
1,0	17,20	24,0	15,88	48,20	14,99	5,0	15,29
1,50	16,80	25,0	15,49	48,72	14,64	6,4	14,99
2,0	16,06	25,4	14,99	49,65	13,81	7,4	14,91
3,62	14,99	26,0	12,68	50,25	13,15	8,0	14,81

Для более полного изучения влияния качественных показателей на содержание протеина в семенах были исследованы корзинки (шляпки) с подсолнечником. Известно, что чем ближе к центру корзинки размер семян уменьшается, поэтому были определены качественные показатели в зависимости от фракционного состава семян.

Таблица 4

Изменение качества семян подсолнечника в зависимости от размера семян.

Показатели	Фракция семян с диаметром	
	3 – 5 мм	3 – 5 мм
Кислотное число масла в семенах, мг КОН/г	2,3	1,6
Лузжистость семян, %	26,7	27,0
Масличность ядра, % на а.с.в.	64,1	65,2
Содержание сырого протеина в обезжиренном ядре, % на а.с.в.	49,0	53,7
Содержание сырой клетчатки в обезжиренном ядре, % на а.с.в.	5,1	5,4
Содержание хлорогеновой кислоты в ядре, %	1,5	1,3

Так мелкие семена с диаметром 3-5 мм имеют более низкие показатели (высокое КЧ, пониженное содержание сырого жира, протеина, повышенное содержание хлорогеновой кислоты) по сравнению с крупными и зрелыми семенами диаметром 5-7 мм и более 7мм.

**Выводы.** Результаты обследования и обработки полученных экспериментальных данных позволили выявить следующие причины пониженного содержания протеина:

1. Определенное влияние может оказывать биохимическая неравноценность перерабатываемых семян, поскольку подсолнечник относится к культурам с большой продолжительностью созревания семян в пределах корзинки.

Содержание протеина зависит от исходного качества семян (технической спелости, послеуборочного дозревания, фракционного состава, КЧ масла семян, исходного содержания растворимых белковых веществ и т.д.).

Можно сделать вывод о том, что калибровать семена лучше на две фракции, наиболее эффективным способом увеличения протеина является использование калибратора до и после обрушивания. Причем разделение семян на крупные и мелкие снижает нагрузку на оборудование. Разделение семян на фракции по размерам перед выделением сорной примеси может обеспечить увеличение съема органического и минерального сора примерно на 10% от общего их содержания в семенах поступающих на очистку. А также фракцию мелких семян лучше хранить и перерабатывать отдельно, так как мелкие незрелые семена больше подвержены окислительным реакциям и поражаемостью микроорганизмами вследствие незавершенного процесса углеводного обмена.

2. Повышенная дефектность подсолнечных семян – результат их самосогревания при высокой влажности и сорности в период хранения.

Свежеубранные семена обладают повышенной средней влажностью (особенно с примесью большого количества сора), а также большой неоднородностью по влажности, что вызывается незавершенностью у них процесса созревания и послеуборочного дозревания. При этом растет КЧ масла семян, происходят разрушительные процессы с потерей растворимых белковых веществ.

Для подсолнечника как представителя растений с углеводным типом обмена характерно во всех явлениях липидно-белкового обмена преобладание процессов превращения, связанных с углеводным циклом (образование, накопление, расщепление), поэтому в качестве основной меры биохимических изменений

происходящих в семенах был использован показатель кислотного числа масла семян. Кислотное число масла в семенах исследованных образцов подсолнечника тем выше, чем суровой климатические условия произрастания культуры, и чем выше йодное число в этих семенах.

Анализ полученных данных позволяет отметить определенные тенденции в изменении указанных переменных, характеризующих белковую часть семени в зависимости от КЧ масла в семенах. Так с увеличением КЧ масла семян постепенно уменьшается количество сырого протеина в шроте (табл.5)

Заметные уменьшения содержания сырого протеина и суммарного содержания растворимого белка наблюдается в семенах, масло семян которых имеет кислотное число выше 3 мг КОН/г.

Таблица 5

Влияние кислотного числа масла в семенах на содержание сырого протеина в шроте (лузжистость ~ 6%, масличность и сорность до 1%)

Диапазон изменения КЧ масла в семенах, мг КОН/г	Среднее содержание сырого протеина в шроте, % на а.с.в.	Средний фракционный состав белковых веществ к суммарному содержанию азота в % на а.с.в			
		водорастворимые	солерастворимые	щелочерастворимые	нерастворимый остаток
До 1	45,1	25,0	42,1	20,1	12,8
1 – 2	43,3	24,6	37,6	22,6	15,2
2 – 3	40,0	22,2	38,2	23,2	16,4
3 - 4	36,5	20,8	35,8	25,5	17,9

3. Содержание общего протеина в шроте зависит от лузжистости ядра, а содержание растворимых белков зависит от режима влаготепловой обработки материала при получении подсолнечного масла и шрота (сушка, жарение мятки, прессование мезги и тостирование шрота).

Таблица 6

Влияние лузжистости ядра на содержание клетчатки и протеина в шроте

Лузжистость ядра в %	Клетчатка в % на абсолютно сухое и обезжиренное вещество	Протеин в % на абсолютно сухое и обезжиренное вещество
6	11,34	43,09
8	12,37	41,04
10	14,79	39,59
12	16,06	38,09
15	17,55	36,54

Как видно из табл. 6, наибольшее содержание клетчатки и наименьшее количество протеина наблюдается в шроте при лузжистости ядра поступающего на переработку - 15%. Снижение лузжистости до 6% способствовало снижению уровня клетчатки на 6,21% и увеличению количества протеина в шроте на 6,55%.

Подсолнечник содержит большое количество клетчатки, как в лузге, так и в клеточной оболочке самого ядра.



4. К причинам порчи семян на складах относится высокое содержание сорной примеси. Средняя засоренность семян на складах 3%. Примесь большого количества сора (кусков стеблей, корзинок) сильно повышает интенсивность дыхания массы семян, так как интенсивность дыхания сорной примеси около 1000 мг CO<sub>2</sub> на 100г абсолютно сухих семян в сутки (в 6 – 10 раз выше, чем самих семян без сора). Семена, освобожденные от сора и поврежденных семян, дышат в три раза менее интенсивно, чем семена с сором. Поэтому недостаточная очистка семян от сора перед поступлением их на хранение приводит к постепенному снижению количества протеина в шроте.

5. Причиной низкой стойкости семян подсолнечника при хранении является повышенная влажность, а следовательно в них интенсивнее будут протекать биохимические процессы. При длительном хранении семян с влажностью 8 - 9% (в пересчете на гидрофильное вещество эта влажность составляет 15-18%) биохимические процессы в семенах усиливаются, это приводит к снижению товарных качеств семян. При хранении семян в воздухе с относительной влажностью 70% интенсивность дыхания семян обычно не превышает 0,2-0,3 мг CO<sub>2</sub>. Хранение семян в воздухе с относительной влажностью 75% вызывает подъем интенсивности дыхания семян до 0,5-0,8 мг CO<sub>2</sub>. При хранении семян в воздухе с относительной влажностью 85% интенсивность дыхания семян возрастает до 10 мг CO<sub>2</sub>. Возрастание дыхательной активности семян с увеличением их влажности в основном связано с развитием на них микроорганизмов, которые повышают гигроскопичность семян. Критической для семян с масличностью около 50% является влажность порядка 7,5%, так как при ней уже начинается развитие плесеней на семенах (равновесие с воздухом 75% относительной влажности).

К числу неблагоприятных факторов хранения семян относится и повышенная температура семян. Рост КЧ масла семян идет даже в семенах высушенных до влажности 6-7%, но заложенных на хранение с температурой выше 25-30С.

Для избежания порчи семян подсолнечника очистка, сушка и охлаждение семян должны осуществляться перед закладкой на хранение. Лучшим вариантом является, чтобы на хранение помещались семена с засоренностью не выше 1% и влажностью не выше 6-7%.

**Список литературы:** 1. Грищенко В.Т. Влияние различных способов переработки семян подсолнечника на содержание протеина и клетчатки в жмыхе. – З.: НТ Бюллетень. – 2001. – №6. – С. 195. 2. Красильников В.Н., Кюз Э.П., Стойлова В.А. Некоторые проблемы повышения качества подсолнечного шрота как источника кормового и пищевого белка. – Л.: МЖП. – 1978. – №2. – С. 3. 3. Зайцева Н.И., Коваленко Ю.Т., Тихомирова А.П. Использование шротов масличных культур в кормлении животных. – Л.: Колос. – 1968. 4. Щербаком В.Г., Иваницкий С.Б. Производство белковых продуктов из масличных семян. – М: Агропромиздат. – 1987. – 255 с.

*Поступила в редколлегию 08.01.08.*

УДК 519.87: [577.152.3:637.65]

**ЧЕРЕВКО О.И., ГОЛОВКО М.П., ПОЛЕВИЧ В.В.**