

**ОТЗЫВ официального оппонента  
на диссертацию на соискание ученой степени  
кандидата химических наук Вершининой Юлии Сергеевны  
на тему: «Извлечение белка подсолнечника и контроль его качества на  
содержание фенольных соединений методами колебательной  
спектроскопии»  
по специальности 1.4.2. Аналитическая химия**

Диссертация Вершининой Ю.С. посвящена разработке подходов к извлечению белка из подсолнечного шрота для получения изолятов высокой степени чистоты, исследованию сырья и конечного белкового продукта на содержание белка и фенольных соединений. Актуальность темы связана с необходимостью создания новых аналитических подходов контроля пищевых систем для решения практических задач – получения потенциально пригодного для пищевых целей белкового продукта, получаемого из подсолнечного шрота.

Подсолнечный шрот — это побочный продукт переработки семян подсолнечника после извлечения масла, он содержит большое количество сырого протеина (около 40%), отличающегося от других масличных культур сбалансированным аминокислотным составом, большим количеством клетчатки, витаминов Е и В, и минеральными веществами. РФ входит в тройку стран – лидеров по объему производства подсолнечного шрота. Несмотря на богатство питательных веществ, остатки масличных культур обычно утилизируются или используются в качестве корма для животных. Однако потенциально они могут стать богатым и экономически выгодным источником белка для потребления человеком.

Таким образом, цель работы - разработка подходов к выделению белка из подсолнечного шрота, контролю сырья и конечного белкового продукта на содержание белка и фенольных соединений имеет выраженную практическую обоснованность.

Выносимые на защиту положения обоснованы и состоят в увеличении степени извлечения белка из шрота и сокращении солевых отходов при

использовании аммиака и получении более чистых белковых препаратов за счет снижения взаимодействия с фенольными соединениями за счет добавления в реакционную систему антиоксиданта (бисульфита натрия).

Предложенный способ выделения подсолнечного белка из маточного раствора с использованием органического растворителя (нефраса) и подбор значений pH маточного раствора и соотношения шрота и водной среды обеспечивает выход белкового препарата более 90 масс.%, а применение сверхкритической флюидной CO<sub>2</sub>-экстракции в качестве дополнительной стадии очистки белка позволяет дополнительно очистить белковые изоляты до 96 масс.%.

Предложенный подход, основанный на автоматизированном и экспрессном азотометрическом методе Дюма в тандеме со спектрофотометрическим методом Лоури, позволяет определять содержание протеина как в подсолнечном шроте, так и в извлекаемом из него белковом препарате с достаточно высокой точностью.

Разработанный набор методик определения фенольных соединения подсолнечного шрота (ВЭЖХ-УФ; ИК-спектроскопия, ГКР спектроскопии) пригоден как для лабораторного, так и экспрессного анализа белковых матриц.

В первой главе работы содержится обзор литературы, в котором автор последовательно раскрывает информацию об источниках растительного белка, описывая более детально белки подсолнечника, подчеркивая перспективность его использования. Так же описаны методы получения белковых концентратов и изолятов. Затем автор детально останавливается на фенольных соединениях, описывая фенол-белковые взаимодействия для различных природных фенолов и способы очистки белков подсолнечника от фенольных соединений. Финализирует обзор литературы часть, посвященная методам контроля качества подсолнечного шрота и получаемых белковых продуктов, включая методы определения белка, клетчатки и фенольных соединений. Поскольку диссертация связана с исследованием именно

количества фенольных соединений, методы их определения – спектрофотометрические, электрохимические, хроматографические – описаны наиболее детально.

На основе обзора литературы автор делает вывод об отсутствии пригодных к масштабированию подходов к очистке белков подсолнечного шрота от фенольных соединений, что ставит вопрос о необходимости как разработки таких методов, так и проработки системы аналитических подходов для контроля эффективности извлечения белка и контроля содержания фенолов.

Экспериментальная часть традиционно посвящена описанию используемых веществ, посуды, аппаратуры, обработке результатов измерений, описанию методики эксперимента.

Раздел, посвященный обсуждению результатов, детально раскрывает выбор оптимальных условий извлечения белка и отделения нерастворимого, сравнение эффективности осаждения и флотации при выделении белка, выбор условий дополнительной очистки белка, условия выделение фенольных соединений из водной фазы после стадии флотации и оптимизированную автором схему получения белка из подсолнечного шрота. Все стадии получения белка очень удачно объединены в блок-схеме.

Работа читается как путеводитель, где поэтапно описано развитие сюжета. Каждый раздел заканчивается небольшим заключением об основных результатах и оптимальном методе.

Выводы по работе обоснованы, рекомендации, сформулированные в диссертации, подтверждены литературными и экспериментальными данными. Критическое сравнение большого количества методов на каждом этапе работы в плане их практической применимости и удовлетворительности результатов делают ее результаты достоверными и востребованными. В данной работе автор использует известные ставшие классическими методы и проводит их систематическое сравнение и оптимизацию для решения конкретных задачи практической направленности.

Интересная особенность диссертации состоит в последовательной поэтапной разработке аппаратно простых масштабируемых подходов для выделения и контроля качества продукта на всех этапах производственного цикла.

Автореферат диссертации дает четкое представление о степени разработанности темы исследования, цели работы и ее конкретных задачах, объектах и методах исследования, научной новизне полученных результатов, их фундаментальной и практической значимости. Основное содержание работы изложено в автореферате ясно и последовательно, позволяет оценить наиболее значимые результаты.

В целом диссертационная работа Ю.С. Вершиной производит весьма благоприятное впечатление.

По работе имеется ряд вопросов и комментариев:

Для извлечения белка автор выбирает достаточно узкий диапазон рН и гидромодуля, не обосновывая выбранные значения.

Недостаточно информации об используемом для извлечения белка растворителе (нефрас). Каковы причины его выбора и есть ли примеры применения нефраса при работе с пищевыми продуктами и для извлечения белка.

В заключении имело смысл более подробно описать масштабирование и апробацию метода выделения белка.

Рисунок 25 «Зависимость коэффициента распределения от рН маточного раствора» лучше было построить по точкам и указать, как проводили аппроксимацию.

Хотелось бы расшифровки в тексте, что автор понимает под термином гидромодуль и в каких единицах он выражается.

В работе есть ряд не совсем удачных фраз, в частности, « Хорошо известно, что фенольные соединения выполняют множество функций, включая рост, развитие и защиту растений», « Подходы ... заключались в применении экстракции с высокой ионной силой», «полученные результаты

показывают, что эффективность извлечения не является полной», «по 2 г образца подсолнечного шрота ... растворяли в гидроксиде калия и аммиаке» и некоторые другие.

Вместе с тем, указанные комментарии не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.4.2. Аналитическая химия (по химическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Вершинина Юлия Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидат химических наук по специальности 1.4.2. Аналитическая химия.

Официальный оппонент:

Доктор химических наук, профессор,  
директор Института химии  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»  
ГОРЯЧЕВА Ирина Юрьевна

Контактные данные:

тел.: +7(927)2291006, e-mail: goryachevaiy@mail.ru  
Специальность, по которой официальным оппонентом  
защита диссертация:  
02.00.02 – Аналитическая химия

28.11.2025 г.

В.Г. Семенова  
28.11.2025 г.

Адрес места работы:

410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83,  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»  
Институт химии

Тел.: +7 (8452) 51 - 69 - 59; e-mail: goryachevaiy@mail.ru