

На правах рукописи

ПОМОРОВА Юлия Юрьевна



**БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛТОСЕМЯННОЙ
ФОРМЫ РАПСА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ**

03 00 04 – Биохимия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Краснодар – 2005

Работа выполнена во Всероссийском научно-исследовательском институте
масличных культур имени В С Пустовойта (ВНИИМК)

Научный руководитель	кандидат технических наук, старший научный сотрудник Ишведов Игорь Владимирович
Официальные оппоненты	доктор технических наук, Заслуженный деятель науки и техники РФ, профессор Щербakov Владимир Григорьевич кандидат технических наук, Багалий Татьяна Михайловна
Ведущая организация	Северо-Кавказский филиал ВНИИ жиров

Защита состоится 26 мая 2005г в 13 ⁰⁰ час на заседании диссертационного
совета Д 212 100 05 в Кубанском государственном технологическом
университете по адресу 350072 г Краснодар, ул. Московская, 2, корпус А,
конференц-зал

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кубанского
государственного технологического университета

Автореферат разослан 25 апреля 2005г

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд техн наук, доцент



А Д Минакова

2006-4
5028

2138902
3

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

1.1. Актуальность работы. Одним из перспективных направлений в реализации концепции здорового питания населения России является расширенное использование растительных жиров и белков для получения пищевых продуктов различного назначения

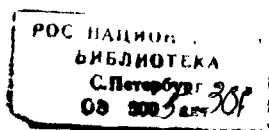
Качество жиров и белков масличных семян формируется в процессе созревания семян на растении, однако определяющим является принадлежность растения к определенному виду и сорту

Рациональным решением этой проблемы является поиск растительного сырья, являющегося одновременным источником высококачественного масла и белка, создание новых и улучшение существующих сортов и гибридов масличных растений

Одним из таких перспективных масличных растений является тип рапса «000» – безруковый, низкоглюкозинолатный и с желтой окраской семян. К сожалению, биохимические характеристики желтосемянной формы рапса, также как перспективность их использования в качестве источника полноценного пищевого масла и белка, практически не исследованы, хотя актуальность их изучения не вызывает сомнения

Актуальность выбранной темы подтверждена включением ее в Программу фундаментальных и приоритетных прикладных исследований Отделения растениеводства Россельхозакадемии на 2001-2005 гг. по заданию 03 01 05 «Создать на основе современных методов селекции высокопродуктивные безруковые сорта рапса и сурепицы тип «00» и «000» с содержанием глюкозинолатов в семенах до 1,0%», номер государственной регистрации 01 9 70006332.

Автор выражает благодарность за помощь в работе кандидату биологических наук, ведущему научному сотруднику отдела биохимии ВНИИМК Н.С. Осник



1.2. Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы явилось изучение особенностей основных биохимических характеристик масла и шрота желтосемянного ярового рапса в сравнении с сизосемянным, определение характера их изменчивости в зависимости от происхождения семян, метеорологических факторов в годы возделывания растений и сроков посева для того, чтобы учитывать выявленные закономерности в селекции на химический состав

В соответствии с этим были определены задачи и основные направления исследований

- провести сравнительную оценку основных анагомических особенностей оболочки желтосемянной и сизосемянной формы рапса,
- определить общее содержание и компонентный состав глюкозинолатов в шроте желтосемянной формы ярового рапса,
- изучить особенности биохимического состава масла желтосемянной формы ярового рапса различного происхождения включая жирнокислотный состав триацилглицеролов, содержание и форм токоферолов, пигментов группы хлорофилла и группы каротиноидов,
- определить стойкость масла к окислению в зависимости от жирнокислотного состава и содержания в нем жирорастворимых витаминов, провитаминов и хлорофилла,
- установить влияние погодных условий на биохимические характеристики белка и масла семян ярового рапса различного происхождения,
- установить влияние сроков посева на качество масла и белка семян ярового рапса тип «000»;
- выявить наиболее перспективные по комплексу биохимических показателей желтосемянные образцы ярового рапса для рекомендации их селекционерам,

1.3. Научная новизна. В работе впервые всесторонне изучен и представлен биохимический состав масла и шрота желтосемянного ярового рапса. Проведена сравнительная оценка основных анатомических особенностей оболочки желтосемянной и сизосемянной форм рапса. Определены общее содержание и компонентный состав глюкозинолатов в шроте желтосемянного ярового рапса. Изучены особенности биохимического состава масла желтосемянной формы ярового рапса различного происхождения, включая жирнокислотный состав триацнаглицеролов, пигментов группы хлорофилла и группы каротиноидов, определена стойкость масла к окислению в зависимости от жирнокислотного состава и содержания жирорастворимых витаминов, провитаминов и хлорофилла. Установлено влияние погодных условий на биохимические характеристики белка и масла семян ярового рапса различного происхождения. Установлено влияние сроков посева на качество масла и белка семян ярового рапса тип «000». Выявлены наиболее перспективные по комплексу биохимических показателей желтосемянные образцы ярового рапса для рекомендации их селекционерам.

1.4. Практическая ценность работы. В результате проведенных исследований выделены образцы желтосемянного рапса с высоким общим содержанием токоферолов и γ - формы, а также суммы каротиноидов в масле, которые показали стойкость к окислению в 1,8 раза больше в сравнении с маслом из сизосемянного рапса. Они рекомендованы для использования в селекционных целях.

Данные о высокой стойкости масла из желтосемянных форм рапса к окислительной порче получены впервые и имеют большое значение для маслоперерабатывающей промышленности. Переработка семян желтосемянной формы рапса позволяет снизить отходы и потери, увеличив выход рафинированного масла, и снизить затраты на вспомогательные

материалы. Общее снижение себестоимости составляет 32,5 р на 1 тонну масла

1.5. Апробация работы Основные результаты диссертационной работы были доложены и одобрены на ежегодных аттестациях аспирантов методической комиссии ВНИИМК (2001-2004гг). Результаты работы доложены на IV региональной научно-практической конференции молодых ученых (КГАУ 2002г), V Международной конференции молодых ученых (Запорожье 2002 г), II Международной конференции молодых ученых и специалистов (ВНИИМК 2003г), II Международной конференции молодых ученых (Харьков 2003г), V Международном симпозиуме молодых ученых и специалистов (Москва, 2003г).

1.6. Публикации результатов работы По материалам диссертационной работы опубликовано 6 статей в сборниках научных трудов и журналах, 6 тезисов в сборниках трудов научных конференций различного уровня.

1.7. Структура и объем работы Диссертационная работа состоит из введения, аналитического обзора литературы, методической части, приложения, экспериментальной части, выводов и списка литературы. Основная часть изложена на 125 страницах компьютерного текста и содержит 20 таблиц и 6 рисунков. Список литературы включает 155 научных публикаций российских и зарубежных авторов.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Объекты исследований. Объектами исследований служили пять элитных номеров желтосемянного ярового рапса различного происхождения. Для сравнения были взяты три сизосемянные сорта рапса ВНИИМК-214, Крис, Ярвэлон, выращенные на опытных полях ВНИИМК в вегетационные сезоны 2001–2004гг.

2.2 Методы исследований. Масличность семян определяли на ЯМР – анализаторе (АМВ-1006). Анализ жирнокислотного состава

проводили методом газожидкостной хроматографии по ГОСТ Р 51483-99 и ГОСТ Р 51484-99 на хроматографе “ХРОМ 5”

Общее содержание глюкозинолатов – титриметрическим методом с использованием хлористого палладия, модифицированного в отделе биохимии ВНИИМК (Осик ИС, Швецова ВП, 1991г), компонентный состав глюкозинолатов методом – высокоэффективной жидкостной хроматографии Лузжистость определяли по методу ВГ Шелкоуденко и ГС Воскресенской. 1975г Общее количество белка в семенах – методом Кьельдаля (1952г) Содержание клетчатки в семенах по модифицированному методу Кюргинсра и Ганска (1952г) Общее содержание токоферолов - колориметрически по методу Эммери – Энгеля Формы токоферолов определяли методом тонкослойной хроматографии Стойкость масла к окислению – на основе измерения продолжительности индукционного периода (А Н Миронова, 1960г) При статистической обработке экспериментальных данных использовали методы дисперсионного и регрессионного анализа

3.РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В пределах рода *Brassica* преобладает признак темной окраски семян Создание рапса тип «000» - безрукового, низкоглюкозинолатного с желтой окраской семян обусловлено запросами масложировой и комбикормовой промышленности

Окраску семян рапса определяет окраска семенной оболочки Цвет зародыша и у светло- и у темно- семянных форм одинаков – он желтый

Семенная оболочка желтосемянных форм имеет свои морфологические особенности - в ней редуцированы палисадный и паренхимный слои клеток, содержащих пигменты Она тонкая и прозрачная, это обуславливает желтую окраску семян рапса тип «000».

Темная окраска более мощной семенной оболочки традиционного сизосемянного рапса связана с наличием определенного состава пигментов.

Микроскопическое исследование срезов семян, выполненное в лаборатории иммунитета института, показало, что толщина семенной оболочки у желтосемянной формы рапса составляет в среднем 34–44 микрон, у сизосемянной 49–60 микрон, что в 1,5 раза больше (табл 1). Семенная оболочка желтосемянных форм рапса состоит из нескольких слоев паренхимы и одного слоя алейроновых клеток. Поскольку семенная оболочка у этого типа семян тоньше, то ломкость семян снижена на 3–4 %. Семена ярового рапса тип «000» более мелкие, их масса составляет в среднем 2,6 г, а сизосемянных – 3,2 г.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика семян ярового рапса
ВНИИМК 2004

Тип рапса	Толщина семенной оболочки, мк	Доля семенной оболочки, %	Содержание масла, %		масса 1000 семян
			в зародыше	в семенах	
желтосемянная форма	34-44	9-11	54,1	47,7	2,6
сизосемянная форма	49-60	13-16	53,7	44,7	3,2

ПСР 05

0,2

Массовая доля масла в зародыше семян (табл 1) у обоих типов рапса одинакова, но процент масла в желтосемянных формах в среднем на 3 % больше за счет меньшей доли семенной оболочки.

Как показали исследования (табл 2), семена желтосемянных форм ярового рапса имеют преимущества перед сизосемянными формами по ряду биохимических показателей. В них выше содержание белка на 2–4 % и масла на 2–3 %. Снижение клетчатки (в среднем на 3 %) повышает кормовую ценность шрота и жмыха, приближая их по качеству к соевым.

Биологическая ценность рапсового шрота определяется также содержанием токсичных серосодержащих соединений – глюкозинолатов. Выполненные исследования не выявили существенных различий между

желтосемянными и сизосемянными формами по массовой доле глюкозинолатов

Таблица 2 – Биохимическая характеристика семян сортобразцов ярового рапса, ВНИИМК 2001–2004гг

№образца, сорт	Масличность семян, %	Протеин, %	Клетчатка, %	Доля семенной оболочки, % массы семян	Глюкозинолаты мкмоль/г семян
желтосемянная форма					
23453	45,2	25,6	9,4	9,0	11,1
25142	46,8	26,6	10,3	8,5	9,2
28429	47,9	24,7	9,6	9,5	9,1
28456	47,2	24,2	10,2	9,6	9,0
Янтарь	46,8	26,5	8,6	9,3	10,3
сизосемянная форма					
ВНИИМК – 214	44,9	22,5	11,5	13,5	3,1
Ярвэлон	44,1	24,4	12,3	12,5	3,3
Крис	45,1	23,7	11,5	13,1	3,0
НСР 05	0,9	0,7	0,8	0,9	0,9

В отдельные годы наблюдалось уменьшение их количества на 2–4 мкмоль/г семян. В целом разница между желтосемянными и сизосемянными формами по содержанию глюкозинолатов не столь велика, и пока трудно дать прогноз на ее стабильность в дальнейшем.

Исследования компонентного состава глюкозинолатов в семенах ярового рапса сравниваемых форм показало, что групповой состав глюкозинолатов в семенах ярового рапса изучаемых типов остается одинаковым, хотя между группами существуют количественные различия.

Глюкозинолаты в семенах рапса желтосемянной и сизосемянной форм представлены двумя основными группами – алкенил- и индолглюкозинолатами (табл. 3).

Таблица 3 – Состав глюкозинолатов в семенах ярового рапса,
ВНИИМК 2003г

Глюкозинолаты, мкмоль/ г	Желтосемянная форма, тип «000»	Сизосемянная форма, тип «00»
	группа алкенилглюкозинолатов	
Глюконапин	1,75	4,42
Глюкобрассиканапин	1,00	0,73
Прогоитрин	3,78	7,94
Наполеиферин	0,12	0,21
	группа индолглюкозинолатов	
Глюкобрассицин	0,26	0,30
4-ОН глюкобрассицин	4,21	4,02
Сумма	11,17	17,62

В группе алкенилглюкозинолатов у всех сортов преобладает прогоитрин. Содержание глюконапина вдвое ниже, глюкобрассиканапин и наполейферин находятся в небольшом количестве. В группе индолглюкозинолатов основная доля (до 95%) приходится на 4-гидроксиглюкобрассицин.

Алкенилглюкозинолаты широко известны как гоитрогенные и токсичные вещества рапсового шрота. Мнение ученых о физиологической роли индолглюкозинолатов, которые представлены в семенах в меньшем количестве, не однозначны. Метаболизм индолглюкозинолатов связан с синтезом индолилуксусной кислоты, поэтому их уровень влияет на рост растений и защитные функции. Возможно, что полное их удаление из семян может дать негативный эффект для растений.

Мы проанализировали отдельные элитные растения желтосемянной формы ярового рапса, чтобы определить варьирование содержания индолглюкозинолатов (табл. 4). Для сравнения нами специально выбраны образцы сизосемянной формы ярового рапса, где сумма глюкозинолатов находится на уровне минимального значения для желтосемянных образцов.

Общее количество глюкозинолатов у желтосемянной формы рапса изменялось в пределах 5 мкмоль/г семян. Содержание группы алкенилглюкозинолатов изменялось от 11,9 до 16,0 мкмоль/г семян, что

Таблица 4 – Содержание глюкозинолатов в семенах элитных растений ярового рапса (n=60)

Глюкозинолаты	Сизосемянная форма		Желтосемянная форма					
			среднее		тип		max	
	мкмоль/г семян	% от суммы	мкмоль/г семян	% от суммы	мкмоль/г семян	% от суммы	мкмоль/г семян	% от суммы
алкенил	12,6	83,4	13,7	77,0	11,9	76,8	16,0	78,1
индол-	2,5	16,6	4,1	23,0	3,6	23,2	4,5	21,9
Сумма	15,1	-	17,8	-	15,5	-	20,5	-

соответствует (76,8 78,1 % от суммы всех видов глюкозинолатов) Содержание индолглюкозинолатов варьировало незначительно, в пределах ошибки определения Если сравнивать процентное соотношение основных групп глюкозинолатов, то оно составляет 83,4 и 16,6% – у сизосемянных и 77,0 и 23,0 % у желтосемянных

Очевидно, что селекция на снижение уровня глюкозинолатов в семенах осуществлялась главным образом за счет алкенилглюкозинолатов, а индолглюкозинолаты могут явиться резервом для уменьшения глюкозинолатов в ходе дальнейшей селекции

Рапсовое масло – богатый источник полиненасыщенных жирных кислот Количество линолевой кислоты в среднем составляет до 25%, линоленовой до 10%, а содержание олеиновой кислоты – до 67% Как видно из данных табл 5, жирнокислотный состав масла желтосемянной формы рапса у изучаемых образцов довольно стабилен, причем различия по этому признаку между рапсом тип «000» и «00» незначительны

Однако условия года испытаний оказывают влияние на накопление некоторых жирных кислот При высокой влагообеспеченности 2002 года отмечено большее накопление олеиновой кислоты и снижение уровня линоленовой В 2003 году в условиях засухи, уровень содержания этих кислот изменился Произошло снижение олеиновой и увеличение линоленовой кислот В тоже время процентное содержание жирных кислот

в масле традиционного сизосемянного рапса незначительно отличалось от желтосемянной формы

Таблица 5 – Жирнокислотный состав масла образцов ярового рапса, % от суммы ВНИИМК

№ образца, сорт	Пальмитиновая С 16 0		Стеариновая С 18 0		Олеиновая С 18:1		Линолевая С 18:2		Линоленовая С 18:3	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003
желтосемянная форма										
23453	3,9	3,6	2,2	1,6	67,8	63,4	20,3	22,6	5,8	8,8
25142	3,4	3,4	2,2	1,7	63,0	62,1	25,0	24,6	6,4	8,3
28429	3,9	3,7	1,9	2,0	61,6	63,3	25,1	23,0	7,5	8,0
28456	3,3	3,9	1,6	1,9	65,7	63,3	22,9	22,9	6,5	7,4
Янтарь	3,9	3,8	1,9	2,0	65,5	64,9	20,8	20,8	8,0	8,5
сизосемянная форма										
ВНИИМК 214	3,8	3,2	2,1	1,7	64,8	65,6	19,2	20,9	8,5	9,0
Ярвэлон	3,1	3,3	1,4	2,3	65,6	64,9	22,3	22,9	7,6	8,9
Крис	3,5	3,2	1,8	1,9	63,9	62,8	21,9	22,7		9,3

Важный вопрос качества любого растительного масла – скорость его окислительной порчи, которая в значительной степени зависит от содержания в нем природных ингибиторов окисления – токоферолов. По содержанию суммы токоферолов рапс занимает третье место после сои (80-120мг%) и подсолнечника (60-100 мг%). В зависимости от года исследований и анализируемого образца, общее количество токоферолов варьирует от 40 до 70 мг% у желтосемянных форм и от 35 до 60мг% у сизосемянных (табл 6).

В токоферольном комплексе рапса преобладает γ -токоферол (от 46 до 67%). Это форма с наиболее сильным антиоксидантным действием. Причем увеличение общего содержания токоферолов идет за счет γ -формы. Доля γ -токоферола в масле сизосемянных форм значительно ниже, чем у желтосемянных. Количество α -токоферола составляет 25-40 % от суммы, а β -токоферол изменяется от 7-13% в зависимости от образца и года исследования.

Таблица 6 – Сумма и формы токоферолов в семенах ярового рапса
ВНИИМК 2003-2004 г

№ образца, сорт	Токоферолы, сумма, мг %		Форма токоферола, % от суммы					
			α		β		γ	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004
желтосемянная форма								
23453	59,8	57,7	25,0	25,0	7,7	9,7	67,3	65,3
25142	54,5	53,9	28,9	32,5	8,9	7,8	62,2	59,7
28429	52,9	47,8	34,4	32,0	8,2	6,2	57,4	61,8
28456	60,1	58,8	24,8	23,5	9,8	10,0	65,4	65,0
Янтарь	59,4	57,4	25,7	26,3	8,2	9,1	66,1	64,6
сизосемянная форма								
ВНИИ МК-214	49,9	47,5	39,6	40,1	13,9	14,0	46,4	45,9
Ярвэлон	51,8	50,1	40,2	41,6	12,2	11,5	47,6	46,9

Известно, что на стойкость масла к окислению оказывают влияние пигменты, в частности пигменты группы хлорофилла

Таблица 7 – Содержание хлорофилла в семенах ярового рапса, мг/кг
ВНИИМК

№ образца, сорт	2000 г	2001 г	2002 г
желтосемянная форма			
23453	4,6	4,5	5,2
25142	5,4	4,4	5,1
28429	6,1	3,5	3,5
28456	4,2	3,6	3,7
сизосемянная форма			
ВНИИМК 214	7,8	4,9	8,0
Ярвэлон	8,1	6,0	10,4
НСР ₀₅	1,1	0,9	1,2

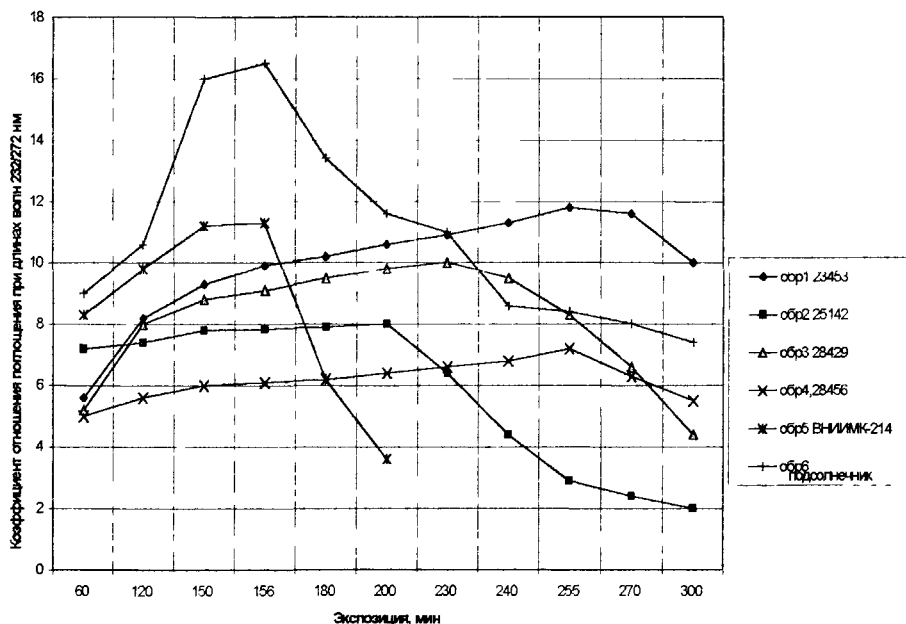
По данным А.Н. Лисицина и В.Г. Григорьевой (ВНИИЖ 2000 г.), для рапса характерно высокое содержание пигментов группы хлорофилла (10мг/кг и выше) в зависимости от сорта и погодных условий в период вегетации. На свету хлорофилл, попадающий в масло в процессе технологической переработки семян рапса, проявляет проокислительные свойства, то есть способен ускорить окисление масел при хранении и

нагревании. Кроме того, наличие хлорофилла затрудняет процесс рафинации масла.

По данным зарубежных исследователей цепность семян рапса заметно снижается, когда содержание хлорофилла в семенах составляет более 20 мг/кг. Как показали наши исследования (табл. 7), уровень содержания хлорофилла в семенах ярового рапса варьирует от 3,5 до 10,4 мг/кг в зависимости от сорта и года вегетации растений, причем независимо от года исследований содержание пигментов группы хлорофилла в семенах сизосемянных сортов достоверно выше, чем в желтосемянных образцах.

Поскольку в масле семян желтосемянного рапса содержание γ -формы токоферола больше, чем у сизосемянного рапса (до 10 мг%), мы сравнивали эти масла по их стойкости к окислительной порче.

Рис. 1 – Стойкость масел к окислению у сортообразцов ярового рапса и подсолнечника



Наиболее стойким к окислению оказалось масло образцов №1 (23453) и № 4(28456) с самым высоким содержанием γ –токоферола 67,3% и 65,4% соответственно. Масло, полученное из сизосемянного рапса имеет индукционный период в 1,8 раза меньше, чем масло №1 (23453), что свидетельствует о его меньшей устойчивости к окислительной порче. Интересно, что индукционный период у традиционного рапса и подсолнечника оказался почти одинаковым.

Таким образом, более высокий уровень токоферолов и более низкое содержание зеленых пигментов в желтосемянной форме ярового рапса способствует повышению оксистабильности масла, то есть улучшению его качества.

Известно, что высокая биологическая ценность растительного масла связана с содержанием в нем различных жирорастворимых соединений, одними из которых являются желтоокрашенные пигменты каротиноиды. По химической природе каротиноиды подразделяются на две группы: каротины (среди которых преобладает β – каротин) и ксантофилы.

В последнее время средства массовой информации заполнили сообщения с предложением новых лекарственных и профилактических средств с повышенным содержанием каротиноидов. Аналогичный бум захлестнул и косметическую промышленность. Основой же сырья для получения этих товаров народного потребления является экологически чистое растительное масло.

Одна из важнейших функций каротиноидов – А провитаминная активность. Сведения о количестве каротиноидов в масле из семян традиционного рапса весьма противоречивы, а исследования этих соединений в желтосемянной форме рапсе носят единичный характер.

Нами было изучено распределение β – каротина и ксантофилов в отдельных частях семени ярового рапса.

Таблица 8 – Содержание каротиноидов в зародыше, семенной оболочке и семенах ярового рапса

ВНИИМК 2003 г

№ образца, сорт	Каротиноиды, мкг/г								
	зародыш			семенная оболочка			семена		
	β-каротин	ксантофилы	сумма	β-каротин	ксантофилы	сумма	β-каротин	ксантофилы	сумма
желтосемянная форма									
23453	31,0	22,0	53,0	19,0	8,0	27,0	28,0	20,0	48,0
25142	28,0	17,5	45,5	16,8	7,0	23,8	26,0	18,0	44,0
28429	27,0	18,0	45,0	15,0	5,0	20,0	24,0	17,5	41,5
28456	29,5	21,0	50,5	17,0	7,5	24,5	27,5	19,0	46,5
Янтарь	28,0	20,0	48,0	16,5	7,0	23,5	26,8	18,0	44,8
сизосемянная форма									
ВНИИМК 214	11,0	14,0	25,0	16,5	4,0	20,5	9,2	9,3	18,5

Как видно из представленных данных (табл.8), β – каротин преобладает в зародыше (60 % от суммы каротиноидов), в семенной оболочке (около 70 % от суммы) и в семенах у желтосемянной формы рапса

У сизосемянной формы рапса в зародыше больше ксантофилов (примерно на 10 %), чем β – каротина. В семенной оболочке наоборот, 80 % от суммы каротиноидов составляет β - каротин при практически равном содержании с желтосемянной формой рапса. В традиционных семенах эти группы каротиноидов составляют равные количества.

Таким образом, если сравнивать семена с различной окраской семенной оболочки, то в желтосемянной форме рапса суммарное содержание каротиноидов почти в два раза выше в зародыше и несколько больше в семенной оболочке за счет группы ксантофилов. Сумма каротиноидов в желтосемянных образцах в 2,4 раза выше, чем в сизосемянных.

По-видимому, накопление этих соединений в ходе селекции на на желтосемянность ярового рапса более интенсивно происходит в зародыше и мало затрагивает семенную оболочку

Являясь липофильными соединениями, каротиноиды легко переходят в масло. Их количество в сыром прессовом масле также зависит от происхождения семян. Причем, как видно из данных (табл. 9), чем меньше процентное содержание сизых семян в исходном сырье, тем выше количество каротиноидов в масле.

Таблица 9 – Содержание каротиноидов в сыром прессовом масле из семян ярового рапса

№ образца, сорт	ВНИИМК 2003 г
	Каротиноиды, сумма (мкг/г)
Желтосемянный рапс	
Янтарь (5% сизых семян)	98,0
Янтарь (30% сизых семян)	70,3
Сизосемянный рапс	
ВНИИМК-214	36,7

Уровень каротиноидов в обычном рапсовом масле почти в два раза ниже.

При полной технологической цепочке переработки семян рапса, каротиноиды разрушаются примерно на 30-40%, подвергаясь окислению, особенно при дезодорации. При мягких режимах и при использовании новых технологий можно стабилизировать этот процесс.

Следует заметить, что разрушение каротиноидов тесно связано с присутствием природного антиоксиданта фенольного типа γ -токоферола, которое проявляется в ингибирующем эффекте на процесс окисления. А как показали наши исследования желтосемянная форма рапса отличается значительным их преобладанием.

Таким образом, масло, полученное из желтосемянной формы рапса имеет целый ряд преимуществ перед традиционным и с успехом может использоваться в различных отраслях промышленности

Известно, что в агротехнике масличных растений широко используют такой прием, как смещение сроков посева с целью получения максимального урожая семян. Меняются ли при этом биохимические показатели качества масла и прота – вопрос неизученный. В 2002-2004 гг. такие исследования нами были проведены. Первый посев прошел в обычное время, второй и третий были сдвинуты на 10 дней.

Метеорологические условия в период вегетации ярового рапса отличались по годам исследований, что в значительной степени сказалось на росте и развитии растений, уровне накопления в семенах отдельных соединений.

Таблица 10 – Распределение температур и осадков в течение вегетационного периода ярового рапса

ВНИИМК

Показатели	Годы	Месяцы				Сумма осадков
		апрель	май	июнь	июль	
t воздуха, °C	2001	13,0	15,1	20,4	27,3	
	2002	10,8	17,5	20,9	26,2	-
	2003	9,7	20,5	20,7	23,3	-
	2004	11,9	16,6	20,0	24,0	-
Количество осадков, мм	2001	60,9	93,6	5,9	9,5	169,9
	2002	32,6	26,3	158,0	107,3	324,2
	2003	47,8	0,1	13,9	71,7	133,5
	2004	33,7	27,7	177,6	72,0	311,0

Так температура воздуха (2001–2004гг.) за время вегетации растений была практически одинакова и незначительно отклонялась от средних

многолетних данных (табл 10) Лишь в 2003г в период всходов она оказалась почти в 2 раза ниже По количеству осадков годы исследований значительно различались Максимальное количество осадков за вегетационный период выпало в 2002г, 2003 год был самым засушливым и выделялся значительными отклонениями от средних многолетних данных

В фазы от всходов до желто-зеленого стручка выпало всего 133,5мм осадков, причем самыми засушливыми оказались май и июнь Растения 1 - го срока посева оказались в наихудших условиях в период налива семян, растения 2-го и 3-го сроков посева испытывали водный стресс в фазу всходы – цветение Кроме того, из-за сильной засухи они были сильно поражены вредителями Урожай 3-го срока посева практически весь погиб

Накопление масла, прогенина и глюкозинолатов в семенах обоих типов рапса подвержено влиянию климатических факторов в различной степени

Содержание масла у некоторых образцов желтосемянной и сизосемянной формы рапса незначительно снижалось во втором сроке посева (1-2%) (табл 11), что особенно заметно в 2003. 2004 годах

Таблица 11 – Влияние сроков посева ярового рапса на содержание масла в семенах, (%)

ВНИИМК

Образца, сорт	Сроки посева								
	2002			2003			2004		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
желтосемянная форма									
23453	44,4	45,0	43,5	46,0	44,5	-	44,7	45,0	44,2
25142	44,6	44,8	44,1	45,6	43,2	-	44,0	42,8	43,1
28429	46,2	45,9	44,6	46,1	46,0	-	45,8	43,2	43,0
28456	46,7	46,1	45,3	47,9	44,7	-	46,8	41,9	42,4
Янгтарь	45,9	45,0	44,7	47,2	46,4	-	45,6	44,9	43,6
сизосемянная форма									
ВНИИМК-214	44,9	44,7	43,4	46,7	45,5	-	45,2	41,0	39,4
Ярвэлон	43,7	45,0	43,8	46,9	45,9	-	44,0	43,7	42,5
НСР ₀₅	0,8			0,9			0,9		

Сроки посева 1- 10 апреля, 2 – 20 апреля, 3- 1 мая

В условиях засухи 2003 года отмечался более высокий уровень накопления масла, особенно у сизосемянных образцов 1-го срока посева. Различия по содержанию масла у образцов рапса тип «000» и «00» составляли по срокам посева от 0,2 до 2,4 %

Уровень содержания протеина в образцах либо незначительно увеличивался от 1-го к 3-ему сроку (так до 2%), либо оставался на уровне 1-го срока посева (табл. 12)

Количество протеина в основном повышалось у сизосемянных образцов (1-2%) от 1-го к 3-ему сроку посева. У желтосемянной формы рапса отмечено небольшое возрастание протеина у образцов № 23453 и № 28456 по всем годам исследований, что, по-видимому, можно объяснить их происхождением.

Таблица 12 – Влияние сроков посева ярового рапса на содержание протеина в семенах, %
ВНИИМК

№ образца, сорт	Сроки посева								
	2002			2003			2004		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
желтосемянная форма									
23453	26,5	25,8	26,4	23,5	24,3	-	25,3	25,3	26,0
25142	26,2	25,1	25,7	25,4	26,2	-	25,8	26,0	26,2
28429	25,9	26,2	26,0	23,9	23,9	-	24,7	25,4	26,3
28456	24,4	25,3	25,5	24,1	24,8	-	26,4	26,1	27,1
Янтарь	26,7	24,9	25,2	24,9	25,1	-	25,5	25,0	25,9
сизосемянная форма									
ВНИИМК-214	22,5	22,4	23,1	24,3	25,4	-	23,3	24,2	25,6
Ярволон	23,9	24,6	25,0	25,3	26,0	-	24,1	24,0	24,8
НСР ₀₅	0,7			0,6			0,7		

Сроки посева 1- 10 апреля, 2 – 20 апреля, 3- 1 мая

Количество глюкозинолатов у желтосемянных и сизосемянных форм рапса по срокам посева отличалось незначительно (табл. 13)

В 2003 году в связи с создавшимися неблагоприятными условиями, общее содержание глюкозинолатов было на 3-4 мкмоль выше, чем в более влажные 2002- 2004 гг. Значительных колебаний в накоплении глюкозинолатов по каждому исследуемому образцу желтосемянного рапса в зависимости от сроков посева мы не установили. Если в 2002-2003гг отмечалась тенденция к их снижению, то 2004г показал обратную картину. Таким образом, условия конкретного года вегетации оказывают большее влияние на этот показатель, чем сроки посева. Тем не менее наилучшие данные получены по 1-му и 2-му срокам посева.

Таблица 13 – Влияние сроков посева ярового рапса на содержание глюкозинолатов в семенах (мкмоль/г семян) ВНИИМК

№образца, сорт	Сроки посева								
	2002			2003			2004		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
желтосемянная форма									
23453	13,8	12,0	-	17,5	17,1	17,0	14,9	15,8	16,5
25142	11,6	10,9	-	14,0	15,3	14,8	13,2	13,0	14,9
28429	11,7	11,1	14,5	-	-	-	12,1	12,7	18,7
28456	9,7	10,0	13,3	13,7	13,9	14,8	10,8	13,0	16,7
Янгарт	15,7	14,3	12,4	16,7	14,3	13,7	19,1	17,2	13,7
сизосемянная форма									
ВНИИМК-214	12,4	12,1	14,3	15,7	15,1	16,0	12,7	12,3	16,9
Ярвэлон	13,0	12,9	12,0	15,7	15,5	16,9	13,4	15,3	15,1
НСР ₀₅	1,1			1,0			1,0		

Сроки посева 1 – 10 апреля, 2 – 20 апреля, 3 – 1 мая

Суммируя изложенное, можно сделать вывод, что для накопления содержания масла, протеина и глюкозинолатов в образцах и желтосемянной и сизосемянной формы рапса наиболее благоприятными являются 1-й и 2-й сроки посева, как вариант возможного ухода от засухи.

ВЫВОДЫ

Выполнено экспериментальное и теоретическое исследование биохимических особенностей новой желтосемянной формы рапса

1 Установлено и количественно оценено различие группового состава глюкозинолатного комплекса желто- и сизосемянной форм рапса. В соотношении основных групп глюкозинолатов алкенил- и индол- у желтосемянных образцов отмечен существенный сдвиг в сторону увеличения последних. Общее содержание глюкозинолатов в образцах желтосемянной формы рапса изменяется незначительно по годам исследований, но ниже уровня глюкозинолатов у сизосемянной формы.

2 Впервые экспериментально и теоретически объяснена высокая оксистабильность масла из семян желтосемянного рапса, обусловленная повышенным, по сравнению с сизосемянными формами, накоплением в его липидном комплексе γ - формы токоферола и пониженным – линоленовой кислоты и хлорофилла, что обеспечило увеличение в 1,8 раза стойкость к окислению масла желтосемянной формы.

3 Показано, что признак желтосемянности ярового рапса тесно связан с повышенной массовой долей в семенах масла и белка и пониженной долей клетчатки в покровных тканях – семенной оболочке при одинаковом содержании масла в зародыше у семян рапса тип «00» и «000».

4 Экспериментально подтверждено, что биологическая ценность продуктов, получаемых при технологической переработке семян рапса желтосемянной формы достоверно выше, по сравнению с сизосемянной формой, за счет относительно большей массовой доли в гидрофильном комплексе семян запасных белков и меньшей доли клетчатки и большей массовой доли в гидрофобном комплексе запасных липидов, жирорастворимых витаминов – токоферолов и провитаминов (каротиноидов) и меньшей прооксидантов – хлорофилла.

5 Оценено влияние сроков посева сравниваемых форм рапса – желтосемянной и сизосемянной - на накопление в семенах глюкозинолатов, запасных липидов и белков, а также на жирнокислотный состав триацилглицеролов, показано варьирование указанных характеристик

семян в зависимости от условий года всеивания, в первую очередь, влагообеспеченности растений в период отложения в запас липидов и белков.

6 Рекомендованы наиболее благоприятные сроки посева желтосемянной формы рапса (1-й и 2-й сроки), гарантирующие в наибольшей степени уход растений от засухи

7 Рекомендованы на основании проведенных исследований в селекционных целях образцы желтосемянной формы рапса №23453 и №28456, которые по сумме изученных биохимических и технологических показателей оказались лучшими

Список работ, опубликованных по теме диссертации

- 1 Осик Н.С., Поморова Ю.Ю. Индоглокозинолаты в семенах рапса и сурепицы в связи с селекцией на качество шрота// Науч.-техн. бюлл. ВНИИМК – Краснодар, 2002 – Вып. 127 – с. 55-58
- 2 Осик Н.С., Поморова Ю.Ю. Особенности желтосемянного ярового рапса в связи с селекцией на качество масла и шрота// Науч.-техн. бюлл. ВНИИМК – Краснодар, 2003 – Вып. (1)128 – с. 30-34
- 3 Осик Н.С., Поморова Ю.Ю. Качество семян ярового рапса в связи с селекцией на желтосемянность// Современные вопросы создания и использования сортов и гибридов масличных культур – (Сб. тезисов междунац. конф. молодых ученых, 23-24 октября 2002г.) – Запорожье – 2002 – с. 54
- 4 Поморова Ю.Ю., Осик Н.С. Химический состав семян ярового рапса в связи с селекцией на желтосемянность// Научное обеспечение агропромышленного комплекса – (Мат. IV регион. науч.-практ. конф. молодых ученых, 28-29 ноября 2002г.) – Краснодар, - 2002 – с. 49-50
- 5 Поморова Ю.Ю., Халилова Л.А. Биохимическая оценка масла ярового рапса типов «00» и «000»//Современные проблемы генетики, биотехнологии и селекции растений – (Сб. тезисов II междунац. конф. молодых ученых, 19-23 мая 2003г.) – Харьков – 2003. – с. 204-205
- 6 Халилова Л.А., Поморова Ю.Ю., Бочкарева Э.Б., Осик Н.С., Горлов С.Л. Желтосемянный рапс – хозяйственная и биохимическая характеристика/Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования – (Мат. V междунац. симпозиума, 9-14 июня 2003) – Москва – 2003 – с. 450-452

7. Поморова Ю Ю Желтосемянный ра качества растительных масел//А технологии и переработки масличн конф молодых ученых и специалис Краснодар. – 2003 – с 173-177

РНБ Русский фонд

2006-4
5029

8 Бочкарева Э Б, Горлов С Л, Серди Ю Ю, Осик Н С., Шведов И В Ре рапса и суреницы во ВНИИМК на ка аспекты производства экологически

с высокими потребительскими качествами – (со докл межд науч - практ конф, 5-6 июня 2003) – Краснодар – 2003 – с 120-125

9 Поморова Ю Ю Изменчивость форм желтосемянного ярового рапса по качеству белка и окислительной стойкости масла//Известия вузов Пищевая гехнология – 2004. - № 2-3 – С 17-19

10 Осик Н С, Поморова Ю Ю Каротиноиды в желтоокрашенных семенах ярового рапса //Науч -гехн бюлл ВНИИМК – Краснодар, 2004. – Вып 2(131) – с 80-82

11 Осик Н С Поморова Ю Ю Влияние сроков сева на химический состав желтосемянного ярового рапса //Науч -гехн бюлл ВНИИМК – Краснодар, 2005 – Вып 1(132) – с 83-88