

УДК 631.1:633.853.494

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСНОВНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ МАСЛА СОВРЕМЕННЫХ ЛИНИЙ ОЗИМОГО И ЯРОВОГО РАПСА СЕЛЕКЦИИ ВНИИМК**

**Голова А.А.<sup>1</sup>, Горлова Л.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»  
lelyk96@mail.ru

<sup>2</sup> 350038, Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17,  
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК  
lagorlova26@yandex.ru

Суммарное содержание пяти основных жирных кислот, а именно - пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой и линоленовой, из 13 детектируемых в масле семян 100 селекционных линий безэруковых озимого и ярового рапса в среднем составило 97,49%. Количество остальных восьми минорных кислот достигло значения 2,51%. Высокие показатели коэффициента вариации по каждой кислоте от 10 до 26% указывают на значительные различия между изученными генотипами. Для роста показателей изменчивости (CV=8%) содержания олеиновой кислоты в рапсовом масле, необходимо увеличение разнообразия генетического материала. Этого результата можно достичь, используя различные современные методы селекции (мутагенез, инбридинг, культуру клеток, тканей, органов in vitro, QTL анализ и т. д.).

*Ключевые слова:* рапс озимый, рапс яровой, линия, жирно-кислотный состав масла, коэффициент вариации, изменчивость.

**Введение.** Рапсовое масло - высококалорийный продукт, который имеет широкий спектр применения в натуральном виде на пищевые цели. Почти 50% рапсового масла, которое идёт в пищу используется в качестве фритюрного жира, а также для приготовления маргаринов и майонезов.

С точки зрения физиологии питания человека рапсовое масло относится к лучшим растительным маслам, так как содержит все физиологически важные кислоты в оптимальном соотношении, а по содержанию мононенасыщенной олеиновой кислоты  $\omega$ -9 C18:1 (60-65%) приближается к оливковому маслу (70-75%). В безэруковом рапсовом масле соотношение ПНЖК (полиненасыщенных жирных кислот)  $\omega$ -3 (C18:3) и  $\omega$ -6 (C18:2) составляет 1:3, что рекомендовано ВОЗ (Всемирной организацией здравоохранения) для лечебного питания человека [1].

В семенах рапса традиционных сортов до 60-х годов XX века содержалось 40-50% эруковой кислоты к сумме жирных кислот масла в пересчете на сухое обезжиренное вещество. Масло сортов с высоким содержанием эруковой C22:1 и эйкозеновой C20:1 жирных кислот (в сумме составляет 55-60%) является техническим и используется для производства стали, изготовления лаков, красок, смазочных материалов, при производстве полимеров и синтетических тканей, в мыловаренной и парфюмерной промышленности [2].

В начале 60-х годов в Канаде был осуществлён крупномасштабный скрининг семян, позволивший выделить мутанты, у которых наблюдались нарушения в синтезе эруковой кислоты. Методами классической селекции, используя обнаруженные мутантные линии, были созданы сорта рапса типа Canola (Canadian oil

low acid) с пониженным (2% от общего содержания жирных кислот) уровнем эруковой кислоты. Масло, полученное из семян таких сортов, по вкусовым и пищевым качествам сравнимо с популярным подсолнечным, соевым и оливковым [3].

В России для выявления наилучшего сочетания жирных кислот в составе рапсового масла, на основе результатов лабораторной экспертизы показателей по ценности данных кислот для пищевой промышленности, установили требования по жирно-кислотному составу с учетом ГОСТ к техническому и пищевому сырью: содержание пальмитиновой кислоты – не более 6,5%; стеариновой кислоты – не более 2,5%; линолевой кислоты – не менее 15%; линоленовой – не более 12,5%; арахидовой – не более 2,5%; эйкозеновой – не более 3,5%; эруковой – не более 0,17%; олеиновой – не менее 65% [4].

Исследования последних десятилетий в связи с усовершенствованием качества масла, предприняты в таких направлениях, как накопление олеиновой, эруковой, стеариновой и других соединений, повышающих пищевую, фармацевтическую и техническую ценность масла.

Биохимический состав семян зависит от сортовых особенностей, агроэкологических условий выращивания растений, послеуборочной обработки семян и условий их дальнейшего хранения. В этой связи создание форм с оптимизированным жирно-кислотным составом семян – важное селекционное направление. Фенотипирование указанного признака – неотъемлемая составляющая современных селекционных схем с привлечением современных геномных методов.

**Материал и методика.** Материалом исследования служили 100 линий рапса: 50 линий рапса озимого и 50 линий рапса ярового различного происхождения.

Хроматографический анализ выполняли в лаборатории биохимии ВНИИМК на газовом хроматографе «Хроматэк-Кристалл 5000» с автоматическим дозатором ДАЖ-2М на капиллярной колонке SolGelWax 30 м×0,25мм×0,5мм в токе газа носителя – гелия, со скоростью 25 см/с, с программированием температуры в пределах 185-230 °С. Получение метиловых эфиров и их хроматографирование выполняли в соответствии с нормативными методами [5, 6]. Для характеристики фенотипической изменчивости исследуемых признаков мы использовали среднее значение признака ( $\bar{x}$ ) и коэффициент вариации (CV) [7].

**Результаты и обсуждение.** Суммарное содержание пяти основных жирных кислот, а именно - пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой и линоленовой, из 13 детектируемых в масле семян 100 безэруковых образцов селекционной коллекции рапса в среднем составило 97,49%. Количество остальных восьми минорных кислот достигло значения 2,51%.

Селекционеру необходимо знать показатели степени изменчивости селективируемых признаков, поскольку сильноизменчивые признаки являются, как правило, показателем широких возможностей эффективной селекции. Согласно принятой в литературе градации, все признаки по величине вариации были отнесены к трем группам изменчивости: слабоизменчивые (CV < 10%); среднеизменчивые (10% < CV < 20%); сильноизменчивые (CV > 20%).

Высокие показатели коэффициента вариации по каждой кислоте от 8 до 26% указывают на значительные различия между изученными генотипами (табл.).

Размах варьирования у  $\omega$ -6 линолевой и  $\omega$ -3 линоленовой кислоты у изучаемых линий рапса озимого и ярового составил от 7,25 до 26,70% и от 3,82 до 12,54% соответственно. Содержание этих двух кислот в рапсовом масле можно

отнести к сильноизменчивым признакам. Коэффициент вариации у разных линий составляет 23 и 26% соответственно, что увеличивает шансы на отбор биотипов с нужным сочетанием этих важных кислот.

**Таблица– Параметры варьирования жирно-кислотного состава масла в семенах 100 селекционно ценных линий рапса**

Кислота		$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	min	max	V, %
Пальмитиновая	C 16:0	3,95	0,054	2,99	5,86	4
Стеариновая	C 18:0	1,74	0,030	1,20	3,56	7
Олеиновая	C 18:1	67,03	0,567	53,60	80,00	8
Линолевая	C 18:2	17,93	0,409	7,25	26,70	3
Линоленовая	C 18:3	6,84	0,179	3,82	12,54	6
Эйкозеновая	C 20:1	1,15	0,011	0,92	1,50	0
Эруковая	C 22:1	0,03	0,005	0,01	0,45	5

В результате исследований установлен низкий уровень концентрации в масле антипитательной эруковой и эйкозеновой кислоты от 0,01 до 0,45% и от 0,92 до 1,50 соответственно. Эти признаки также как и содержание пальмитиновой и стеариновой кислоты относятся к среднеизменчивым признакам. Коэффициент вариации равен соответственно 15, 10,14 и 17%.

Признак содержания  $\omega$ -9 олеиновой кислоты находился в масле линий рапса в относительно значительных пределах от 53,60 до 80,00%, но характеризовался как слабоизменчивый ( $CV=8\%$ ).

Поскольку создание рапса с высоким содержанием олеиновой кислоты в масле (более 80%) важное и актуальное направление селекции рапса, так как в большей степени повышает устойчивость такого масла к окислению и расширяет диапазон возможностей использования такого масла и в пищевых и в технических целях, то эффективный поиск желаемых биотипов затруднён. Для роста показателей изменчивости содержания олеиновой кислоты в рапсовом масле, необходимо увеличение разнообразия генетического материала, который можно получить, используя различные современные методы селекции (мутагенез, инбридинг, культуру клеток, тканей, органов *in vitro*, QTL анализ и т. д.).

**Выводы.** Таким образом, полученные статистические параметры основных жирных кислот линий рапса озимого и ярового различного происхождения позволяют сделать вывод о том, что величина изменчивости специфична для каждой жирной кислоты. Изменчивость большинства признаков, за исключением содержания олеиновой кислоты, высокая или средняя, что указывает на эффективный отбор желаемых биотипов. Тем не менее, необходимо применение селекционных методов для увеличения генетического разнообразия генофонда по всему жирно-кислотному составу масла и в первую очередь содержанию олеиновой кислоты.

#### Литература

1. Долгих Л.А. Требования к составу и качеству рапсового масла для пищевой промышленности. VI международная конференция молодых ученых и специалистов, ВНИИМК, 2011 г. – С. 73–77.

2. Шпар Д. Рапс и сурепица: выращивание, уборка, хранение и использование. – К.: Издательский дом «Зерно». – 2012. – 368 с.
3. Мхитарьянц Л.А. и др. Особенности химического состава семян рапса современных селекционных сортов // Масла и жиры. – Специализированный журнал. – 2016- № 3 (179).
4. ГОСТ Р 30623-98 Масла растительные и маргариновая продукция. Метод обнаружения фальсификации – М.: Стандартиформ. – 2010. – С. 6.
5. ГОСТ Р 51483-99 Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – С. 151–156.
6. ГОСТ Р 51486-99 Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – С. 170–179.
7. Доспехов А.Б. // Методика полевого опыта. – М.: Колос. – 1973. – С. 336.

#### **VARIABILITY OF MAIN FATTY ACIDS OF OIL OF THE MODERN LINES OF SPRING AND WINTER RAPESEED OF VNIIMK'S BREEDING**

**Golova A.A., Gorlova L.A.,**

We studied 100 breeding lines of non-erucic winter and spring rapeseed and detected 13 fatty acids in oil of seeds. The total content of five basic fatty acids, namely palmitic, stearic, oleic, linoleic and linolenic, is 97,49%. The quantity of the rest eight minor acids was 2,51%. High values of a variation coefficient for each acid (from 10 to 26%) indicates the significant differences between studied genotypes. It is necessary to expand the diversity of a genetic germplasm to increase the indicators of variability (CV = 8%) of oleic acid content in rapeseed oil. The usage of the various modern methods of breeding (mutagenesis, inbreeding, cultures of cells, tissues, organs in vitro, QTL-analysis, etc.) allows reaching such results.

*Keywords:* winter rapeseed, spring rapeseed, line, fatty-acid composition of oil, coefficient of variation, variability.