

УДК 633.8 «321»

**БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБРАЗЦОВ РАПСА ЯРОВОГО  
(BRASSICA NAPUS L.) ТИПА «00» И «000»  
СЕЛЕКЦИИ ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК**

**Э. Б. Бочкарева, Ю. Ю. Поморова, Н. С. Осик, Л. А. Горлова**

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

г. Краснодар, Российская Федерация

(Российская Федерация, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17,

e-mail: vniimk@vniimk.ru)

***Ключевые слова:** рапс яровой, желтосемянный образец, сизосемянный сорт, общее содержание токоферолов, формы токоферолов,  $\beta$ -каротин, глюкозинолаты.*

***Аннотация.** Проведено сравнительное изучение важнейших компонентов масла и шрота (токоферолов, каротиноидов, глюкозинолатов) у желтосемянных и сизосемянных форм рапса ярового в сравнении с желтосемянными сортами горчицы сарептской и белой. Результаты исследований показали, что желтосемянные образцы рапса имеют преимущество по общему содержанию токоферолов. Выделены перспективные образцы как по содержанию  $\alpha$ -токоферолов, так и  $\gamma$ -токоферолов. Выделен образец с высоким содержанием  $\beta$ -каротина (34,2 мкг/г) и  $\gamma$ -токоферола (70% от суммы). Выделенные образцы желтосемянного рапса ярового – перспективный материал для селекции этой культуры на качество масла.*

**BIOCHEMICAL EVALUATION OF SPRING RAPESEED SAMPLES  
(BRASSICA NAPUS L.) OF TYPE “00” AND “000” OF THE  
SELECTION OF THE FSBI FNC VNIIMK**

**E. B. Bochkaryova, Yu. Yu. Pomorova, N. S. Osik, L. A. Gorlova**

All-Russian Research Institute of Oil Crops

Krasnodar, Russia

(Russia, 350038, Krasnodar, 17 Filatova st., e-mail: vniimk@vniimk.ru)

***Key words:** spring rape, yellow seeded sample, grey-seeded variety, total tocopherol content, tocopherol forms,  $\beta$ -carotene, glucosinolates.*

***Summary.** A comparative study of the most important components of the oil and meal (tocopherols, carotinoids, glucosinolates) in yellow seed and grey-seeded forms of spring rape compared with the yellow seed varieties of mustard sarepta and white has been carried out. The research results showed that yellow-seeded rapeseed samples have an advantage in the total content of tocopherols. Promising samples were identified both in content of  $\alpha$ -tocopherols and  $\gamma$ -tocopherols. A sample with a high content of  $\beta$ -carotene (34,2 mcg/g) and  $\gamma$ -tocopherol (70% of the total) was isolated. Isolated samples of spring yellow seed rape are a promising material for the selection of this culture on the quality of oil.*

(Поступила в редакцию 03.06.2019 г.)

**Введение.** Семена подсолнечника, рапса, сои, арахиса, хлопка, льна – основные источники пищевого растительного масла.

Рапс является одной из важнейших масличных и кормовых культур в мире. Семена рапса содержат от 40 до 50% масла и около 30% протеина (белка) [1]. В результате селекции достигнута элиминация эруковой кислоты из состава триглицеридов рапсового масла. Такое масло – высококачественный пищевой продукт. Снижение антипитательных веществ глюкозинолатов в семенах до 20 мкмоль/г позволяет широко использовать рапсовый шрот (жмых) для кормления животных. Этими характеристиками обладают сизосемянные сорта типа «00». Желтосемянных форм рапса в природных популяциях не найдено. Они были получены в ряде стран путем ресинтеза в результате скрещивания желтосемянной сурепицы (*B. campestris*) или горчицы (*B. juncea*, *B. carinata*) со светлосемянной капустой (*B. oleracea*) [2-6]. Во ВНИИМК образцы рапса ярового с желтой окраской семян были получены методами мутагенеза и межвидовых скрещиваний (*B. juncea* × *B. napus* × *B. rapa*) [7]. Безэруковые, низкоглюкозинолатные, желтосемянные образцы рапса получили название тип «000».

Пищевая ценность любого растительного масла зависит не только от его жирнокислотного состава, но и содержания в нем биологически активных соединений – токоферолов, которые повышают устойчивость масла к автоокислению, т. е. предотвращают накопление токсичных продуктов в процессе его хранения и использования [8]. Еще одной важной группой биологически активных соединений, обладающих провитаминными свойствами, являются каротиноиды, в основном представленные в семенах рапса в виде β-каротина и ксантофиллов. Содержание каротиноидов в семенах рапса мало изучено, а сведения об их количестве противоречивы [9].

**Цель работы** – провести сравнительный анализ биохимического состава масла, полученного из образцов желтосемянного рапса ярового (тип «000») и традиционных сизосемянных сортов (тип «00»).

**Материал и методика исследований.** Материалом для исследований послужили 40 желтосемянных образцов рапса ярового, полученных во ВНИИМК в результате длительной селекционной работы с применением ионизирующего излучения (γ-лучи), межвидовой гибридизации и инбридинга; сизосемянные сорта Ярвэлон Галант, Крис, Викинг-ВНИИМК, Таврион, а также желтосемянные сорта горчицы сарептской Славянка, Росинка, Ракета и горчицы белой сорт Радуга. Исследования проводили на центральной экспериментальной базе ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в отделе биохимии. При определении форм токо-

феролов использовали методику тонкослойной хроматографии [10]. Общее содержание токоферолов – колориметрически по методу Эммери-Энгеля непосредственно в масле. Общее содержание глюкозинолатов – титрометрическим методом с использованием хлористого палладия, модифицированного в отделе биохимии ВНИИМК [11]. Содержание пигментов масла определяли спектрометрически по методике ВНИИЖ [12].

**Результаты исследований и их обсуждение.** По содержанию токоферолов среди масличных растений рапс занимает третье место после сои и подсолнечника. Результаты наших исследований показали, что общее количество токоферолов в масле изученных желтосемянных образцов рапса ярового составляет в среднем 82,0 мг%, что на 15 мг% выше, чем у сизосемянных сортов, и на 25,1 мг% выше, чем у сортов горчицы (таблицы 1, 2). Варьирование этого показателя составило у желтосемянных образцов рапса от 73,1 до 91,8 мг%, у сизосемянных сортов общее содержание токоферолов изменялось от 47,5 до 74,0 мг%, наиболее низкое их содержание отмечено у сорта Ярвэлон. В растительных маслах большое значение имеет содержание отдельных форм токоферолов, поскольку каждая форма несет свою определенную функцию:  $\alpha$ -форма в основном витаминную,  $\gamma$ -форма – антиокислительную в маслах (9). В токоферольном комплексе изученных желтосемянных образцов рапса и сортов горчицы в основном преобладает  $\gamma$ -токоферол, значение которого составляет от 45 до 70% и от 55 до 60% от суммы соответственно. Однако среди желтосемянных образцов выделено 7 (1, 2, 3, 9, 12, 17, 22), продемонстрировавших равное количество  $\alpha$ - и  $\gamma$ -форм в масле, а у 4-х образцов (5, 24, 26, 29) содержание  $\alpha$ -токоферола несколько выше, чем  $\gamma$ -токоферола (таблица 3). У изученных сортов сизосемянного рапса ярового в основном преобладает  $\alpha$ -токоферол, за исключением сорта Ярвэлон, в токоферольном комплексе которого содержится 40%  $\alpha$ -формы и 60%  $\gamma$ -формы от суммы (таблица 2). Значительное варьирование основных форм токоферолов  $\alpha$ - и  $\gamma$ -, особенно у желтосемянных образцов рапса, показывает перспективность селекционной работы по созданию сортов либо с повышенной оксистерильностью масла, либо с высокой витаминной активностью.

Известно, что высокая биологическая ценность растительного масла связана также с содержанием в нем различных жирорастворимых соединений, наиболее важными из которых являются желтоокрашенные пигменты – каротиноиды. Каротиноиды выполняют ряд важнейших функций: антиоксидантную, предотвращают сердечно-сосудистые болезни, онкологию, замедляют старение.  $\beta$ -каротин является

предшественником витамина А. Наличие каротиноидов в семенах масличных культур улучшает не только пищевую ценность масла за счет положительного влияния на здоровье, но и усиливают стабильность масла к окислению [13]. Изучение этих соединений у желтосемянного рапса и горчицы носят единичный характер.

Нами была проведена сравнительная оценка по содержанию каротиноидов в масле желтосемянных образцов и сизосемянных сортов рапса ярового, а также горчицы сарептской и белой. Результаты исследований показали, что максимальное содержание  $\beta$ -каротина продемонстрировал сорт горчицы сарептской Славянка (36,5 мкг/г), минимальное – сорт горчицы белой Радуга (5,5 мкг/г). У сортов сизосемянного рапса значение этого признака варьировало от 13,1 мкг/г у сорта Таврион до 25,0 мкг/г у сорта Викинг-ВНИИМК. У образцов желтосемянного рапса содержание  $\beta$ -каротина в масле изменялось от 11,5 до 34,2 мкг/г (таблицы 1, 2). Для селекции на этот признак среди изученных образцов желтосемянного рапса представляют интерес № 40, в масле которого содержится 34,2 мкг/г этого пигмента (таблица 3). В этом же образце в токоферольном комплексе преобладает  $\gamma$ -токоферол (70% от суммы), а как известно, присутствие этого природного антиоксиданта ингибирует процесс окисления масла.

Сравнительная оценка желтосемянных образцов и сизосемянных сортов рапса по содержанию глюкозинолатов в семенах показала, что по этому признаку они практически не отличаются (таблицы 1, 2). У желтосемянных образцов значение этого показателя изменялось от 10,4 до 16,5 мкмоль/г, а у сизосемянных сортов – от 12,8 до 16,5 мкмоль/г.

Таблица 1 – Варьирование содержания токоферолов,  $\beta$ -каротина и глюкозинолатов в семенах и масле желтосемянного рапса ярового селекции ВНИИМК

№ образца	Токоферолы (сумма), мг% (lim)	Форма токоферола, % от суммы (lim)		$\beta$ -каротин, мкг/г (lim)	Глюкозинолаты, мкмоль/г (lim)
		$\alpha$	$\gamma$		
1-10	91,8-85,1	55-30	70-45	30,8-13,5	14,9-12,3
11-28	84,9-80,1	55-35	65-45	32,0-11,5	15,3-10,4
29-40	79,3-73,4	55-30	70-45	34,-13,1	16,5-12,3

Таблица 2 – Содержание токоферолов,  $\beta$ -каротина, глюкозинолатов в масле и семенах сизосемянного рапса ярового и горчицы селекции ВНИИМК

Сорт	Токоферолы (сумма), мг%	Форма токоферола,		$\beta$ -каротин, мкг/г	Глюкозинолаты, мкмоль/г
		$\alpha$	$\gamma$		
Рапс					
Галант	75,0	50	50	18,8	14,7

Продолжение таблицы 2

Крис	74,0	60	40	24,2	14,0
Таврион	73,6	60	40	13,1	16,5
Викинг-ВНИИМК	65,0	55	45	25,0	12,8
Ярвэлон	47,5	40	60	23,5	13,5
Горчица					
Славянка	63,0	35	65	36,5	-
Росинка	59,1	35	65	32,6	-
Ракета	54,2	45	55	17,3	-
Радуга (горчица белая)	55,0	40	60	5,5	-

Таблица 3 – Характеристика перспективных образцов желтосемянного рапса ярового для селекции на качество масла

№ образца	Токоферолы, (сумма), мг%	Форма токоферола, % от суммы		β-каротин, мкг/г
		α	γ	
1	91,8	50	50	18,5
2	91,7	50	50	15,8
3	88,9	50	50	22,3
5	87,3	55	45	17,7
9	85,4	50	50	14,6
12	84,6	50	50	30,0
17	83,4	50	50	18,5
22	81,2	50	50	11,9
24	80,5	55	45	17,3
26	80,3	55	45	11,9
29	79,3	55	45	25,0
40	73,1	30	70	34,2

**Заключение.** Изучение биохимического состава масла по содержанию токоферолов и β-каротина у желтосемянных образцов рапса ярового (тип «000») в сравнении с традиционными сизосемянными сортами (тип «00») и сортами горчицы показало, что желтосемянные образцы имеют преимущество по общему содержанию токоферолов. Выделены перспективные образцы как по содержанию α-токоферолов, так и γ-токоферолов. Выделен образец с высоким содержанием β-каротина (34,2 мкг/г) и γ-токоферола (70% от суммы). Выделенные образцы желтосемянного рапса ярового – перспективный материал для селекции этой культуры на качество масла.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Федотов, В. А. Рапс России / В. А. Федотов, С. В. Гончаров, В. П. Савенков // Москва: Агролига России. – 336 с.
2. Schwetka, A. Samenfarbe bei Kohl und Rubsen und deren Einfluß auf die Samenfarbe synthetischer Rapsformen / A. Schwetka // Ph. D. Thesis. 1981.Landw. Fak.Univ.,Göttingen. 17 s.

3. Chen, B. Y. Resynthesis of Brassica napus L. through interspecific hybridization between B. alboglabra Bailey and B. campestris L. with special emphasis on seed color / B. Y. Chen, W. K. Heneen, R. Jönsson // Plant Breed. –1988. – V.101. – P. 52-59.
4. Barcikowska, B. Study on cross progenies towards Brassica napus L. yellow-seeded / B. Barcikowska, M. Nieborak E. Zwierzykowska // Proc. XII Congr. EUCARPIA. Germany, Göttingen, – 1989. – P. 15.
5. Rashid, A. Development of yellow-seeded Brassica napus through interspecific crosses / A. Rashid, G. Rakow, R.K. Downey // Plant Breed. – 1994. – V. 112. – № 2. – P. 127-134.
6. Жидкова, Е. Н. Основные направления работы с отдаленными гибридами ярового рапса во ВНИПТИР / Е. Н. Жидкова, В. В. Карпачев // Научное обеспечение отрасли рапсового сеяния и пути реализации биологического потенциала рапса. – Липецк: ВНИПТИР, 2000. – С. 34-35.
7. Бочкарева, Э. Б. Селекция рапса во ВНИИМК в связи с проблемой улучшения качества масла / Э. Б. Бочкарева, Н. С. Осик, Ю. Ю. Поморова [и др.] // Производство растениеводческой продукции: резервы снижения затрат и повышения качества. Материалы международной научно-практической конференции (10-11 июля 2008 г., – г. Жодино). – Т. 2. – С. 165-168.
8. Vox, J. A. G. Die Farbstoffe der Pflanzenole: Caratinoide und Phaophytine in Soja, -Raps- und Leinol / J. A. G. Vox, H. A. Boekenooen // Fete Seifen Anstrichmittek-69. – P. 724-729.
9. Янишлева, Н. Влияние некоторых окислительных соединений на автоокисление метиловых эфиров ненасыщенных жирных кислот в начальной стадии процесса / Н. Янишлева, А. Попов // Известия отделения химических наук Болгарской АН.-1971. – Т. 4. – № 3. – С. 389-400.
10. Попов, П. С. Методы определения сопутствующих жиру веществ в семенах / П. С. Попов // Методические указания по определению биохимических показателей качества масла и семян масличных культур. Краснодар. – 1986. – С. 37.
11. Осик, Н. С. Метод быстрой оценки общего содержания глюкозинолатов в семенах капустных для целей селекции / Н. С. Осик, В. П. Швецова // Бюллетень НТИ ВНИИМК. – 1995. – Вып. 6. – С. 98-99.
12. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. Л.: ВНИИЖ, 1967. – Т. 1. – Кн. 2. – 531 с.
13. Butler, E. J. Problems which limit the use of rapeseed meal as a protein source in poultry diets / E. J. Butler, A. W. Pearsen, I. R. Fenwick // J.Sci. Agr. – 1982. – Vol. 33-9. – P. 866-875.

УДК 631.811.98:635.928

**ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ КОРНЕОБРАЗОВАНИЯ НА  
УКОРЕНЯЕМОСТЬ ОДРЕВЕСНЕВШИХ ЧЕРЕНКОВ, РОСТ И  
РАЗВИТИЕ САЖЕНЦЕВ ДЕРЕНА БЕЛОГО (CORNUS ALBA L.)  
А. С. Бруйло, А. В. Чайчиц, Т. А. Капорикова**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail:  
kafedra.plod@mail.ru)

*Ключевые слова:* дерен белый, одревесневшие черенки, рост и развитие саженцев, укореняемость черенков, стимуляторы корнеобразования.