

УДК 664.592; 665.334.7

Е. В. Феськова¹, О. С. Игнатовец¹, И. Н. Тычина², И. М. Савич², Д. С. Свितящук¹¹Белорусский государственный технологический университет²Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА
СЕМЯН ЧЕРНУШКИ ПОСЕВНОЙ (*NIGELLA SATIVA*)**

В данной работе был изучен компонентный состав семян чернушки посевной (*Nigella sativa*) четырех селекционных образцов (НП-9, НЧ-20, НФ-15, НУ-12) из коллекции Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. Методом газовой хроматографии установлено, что в липидах семян чернушки посевной преобладают линолевая C_{18:2}, олеиновая C_{18:1cis} и пальмитиновая C_{16:0} кислоты, а также в небольших количествах присутствуют капроновая C_{6:0}, каприловая C_{8:0}, миристиновая C_{14:0}, пентадекановая C_{15:0}, пальмитолеиновая C_{16:1}, стеариновая C_{18:0}, элаидиновая C_{18:1trans}, α-линоленовая C_{18:3}, арахидиновая C_{20:0}, гондоиновая C_{20:1} и эйкозодиеновая C_{20:2} кислоты. Выход эфирного масла из семян чернушки посевной исследуемых селекционных образцов в среднем составил 0,4%, и установлено, что среди эфирных масел преобладает монотерпен ρ-цимен (64,90%), также были обнаружены α-туйен, α-пинен, β-пинен, сабинен, лимонен, эвкалиптол, γ-терпинен и линалоол. Доля фосфора в зольном остатке составила в среднем 6,37%, калия – 9,87%, магния – 14,39%, кальция – 37,86%, натрия – 0,25% и железа – 0,12%. Влажность семян исследуемых образцов варьировалась от 5,03 до 5,40%.

Ключевые слова: чернушка посевная (*Nigella sativa*), газовая хроматография, метиловые эфиры жирных кислот, эфирные масла, состав минеральных компонентов.

A. Feskova¹, O. S. Ignatovets¹, I. N. Tychina², I. M. Savich², D. S. Svitsiashchuk¹¹Belarusian State Technological University²Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus**DETERMINATION OF THE COMPONENT COMPOSITION
OF *NIGELLA SATIVA* SEEDS**

In this paper the component composition of the black cumin (*Nigella sativa*) seeds of four selection samples (NP-9, NCH-20, NF-15, NU-12) from the collection of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus was studied. It was found using the method of gas chromatography that linolic C_{18:2}, oleic C_{18:1cis} and palmitic C_{16:0} acids are prevail in the from the black cumin seeds. There are also caproic C_{6:0}, caprylic C_{8:0}, miristic C_{14:0}, pentadecanoic C_{15:0}, palmitoleic C_{16:1}, stearic C_{18:0}, elaidic C_{18:1trans}, α-linolenic C_{18:3}, arachic C_{20:0}, gondoinic C_{20:1}, and eicosodienoic C_{20:2} acids in these seeds in small number. The yield of the essential oils from the seeds of the black cumin was on the average 0.4%, and it was established that among the essential oils the monoterpene ρ-cymene (64.90%) is predominated, α-thujene, α-pinene, β-pinene, sabinene, limonene, eucalyptol, γ-terpene and linalool were also detected. The mineral composition was the following (on the average): potassium – 9.87%, magnesium – 14.39%, calcium – 37.86%, sodium – 0.25% and iron – 0.12%. The moisture content of the study samples seeds ranged from 5.03 to 5.40%.

Keywords: black cumin (*Nigella sativa*), gas chromatography, fatty acid methyl esters, essential oil, mineral constituent.

Введение. Чернушка посевная (*Nigella sativa*), или черный тмин, черный кориандр, – представитель семейства *Ranunculaceae*, известное лекарственное и пряно-ароматическое растение. Чернушка посевная – единственное растение семейства лютиковых, которое можно употреблять в пищу, и еще с древних времен она известна как очень ценное растение для пищевой промышленности [1]. Ее добавляют в кондитерские и хлебобулочные изделия, напитки и маринады. Семена чернушки посевной обладают антимикробным действием, поэтому их используют при консервировании продуктов.

Nigella sativa содержит большое количество вкусоароматических соединений и биологически активных веществ, которые улучшают органолептические показатели продуктов и повышают их пищевую ценность [2].

С лечебной целью чернушка посевная используется во многих странах мира уже более 3000 лет. В течение последних двух десятилетий большинство исследований были посвящены экстрактам семян чернушки посевной и их влиянию на различные системы организма *in vitro* или *in vivo*. Экстракты семян показывают широкий спектр фармакологических свойств,

включая иммуностимулирующую и антигистаминную, антидиабетическую, антигипертензивную и противовоспалительную активность [3].

В состав чернушки посевной входят жирные кислоты, эфирные масла, витамины, фенольные соединения, алкалоиды, сапонины, стерины, минералы, аминокислоты, белки и углеводы.

Для Республики Беларусь актуальны исследования, направленные на поиск наиболее перспективного сорта чернушки посевной.

Основная часть. Целью данной работы было определение компонентного состава семян чернушки посевной разных селекционных образцов.

Объектом исследования являлись семена чернушки посевной четырех селекционных образцов (НЧ-9, НЧ-20, НФ-15, НУ-12) из коллекции Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси.

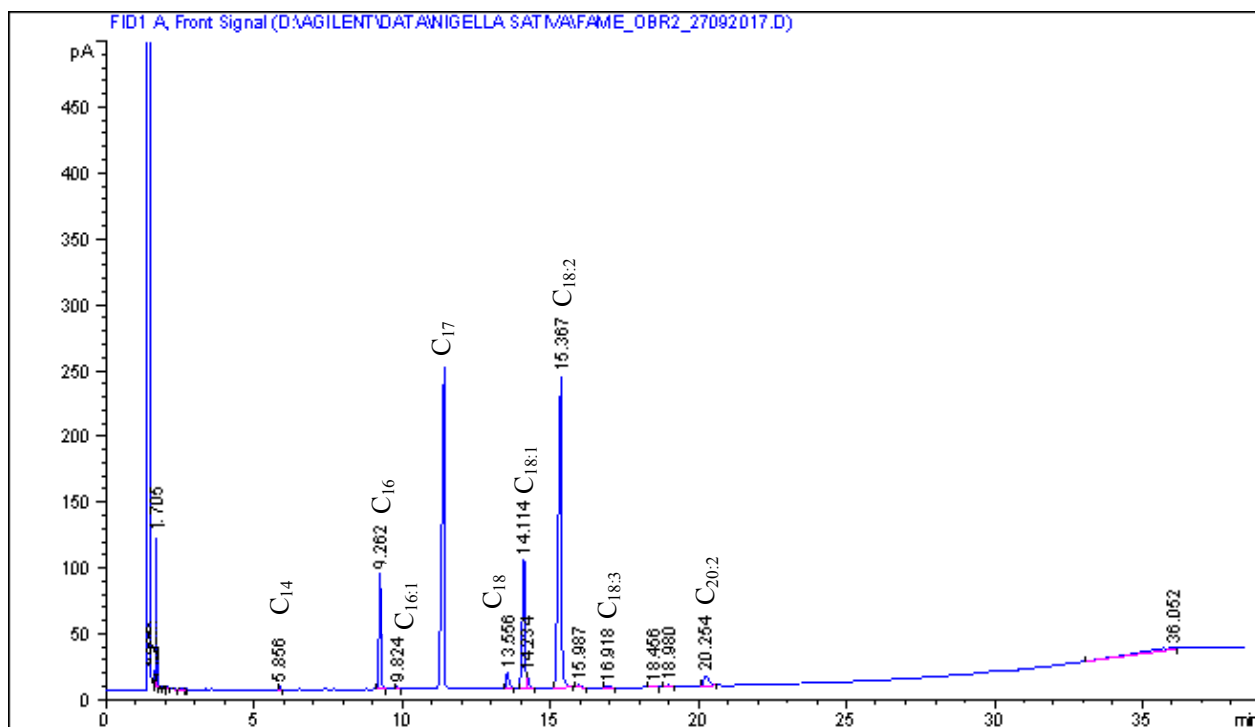
Количественное определение жирно-кислотного состава липидов в семенах чернушки посевной проводили по модифицированному методу Welch. Навески образцов помещали в стеклянные ампулы, приливали 1 см³ раствора 2%-ной серной кислоты в метаноле с внутренним стандартом – маргариновой кислотой (C_{17:0}; 1,35 мг/см³). Ампулы запаивали на газовой горелке, гидролиз триацилглицеридов с одновременным метилированием образующихся жирных кислот проводили при температуре (80 ± 1)°C в течение 4 ч. Затем ампулы охлаждали до комнатной температуры, вскрывали и экстрагировали метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК) гексаном (0,5 см³) [4]. МЭЖК

разделяли методом газовой хроматографии (рисунок) на приборе Agilent 7820A GC (Agilent Technologies, США), оснащенном пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой HP-Innowax 30 м×0,25 мм×0,25 мкм (полиэтиленгликоль). Анализ проводили при скорости потока гелия через колонку – 1,36 мл/мин, температуре инжектора – 250°C, детектора – 275°C, температуре колонки – 150°C (1 мин), затем температура колонки повышалась со скоростью 2,9°C/мин до 250°C и выдерживалась 3 мин. Объем анализируемой пробы – 1 мкл.

Идентификацию МЭЖК производили по времени удерживания при разделении стандартных смесей этих веществ (AccuStandart, США) и оценивали в процентах от весового суммарного содержания по отношению к внутреннему стандарту (таблица).

По результатам газохроматографического анализа установлено, что в семенах чернушки посевной преобладают линолевая C_{18:2}, олеиновая C_{18:1cis} и пальмитиновая C_{16:0} кислоты.

Экстракцию эфирного масла из семян чернушки посевной проводили методом перегонки с водяным паром. Измельченные семена помещали в круглодонную колбу с добавлением дистиллированной воды (из расчета приблизительно 1 : 13) при нагревании в течение 1,5 ч. Эфирное масло собирали в приемник Гинзберга. Выход эфирного масла из семян чернушки посевной исследуемых селекционных образцов в среднем составил 0,4%.



Хроматограмма разделения метиловых эфиров жирных кислот липидов семян чернушки посевной селекционного образца НЧ-20

**Жирно-кислотный состав
семян чернушки посевной, %**

Жирная кислота	Селекционный образец			
	НП-9	НЧ-20	НФ-15	НУ-12
Капроновая C _{6:0}	0,50	0,31	0,90	0,07
Каприловая C _{8:0}	0,17	0,14	0,21	0,03
Миристиновая C _{14:0}	0,24	0,22	0,20	0,17
Пендадекановая C _{15:0}	0,06	0,06	0,06	0,10
Пальмитиновая C _{16:0}	12,08	11,50	10,46	9,57
Пальмитолеиновая C _{16:1}	0,22	0,22	0,20	0,15
Стеариновая C _{18:0}	2,39	2,41	2,18	1,95
Олеиновая C _{18:1cis}	15,45	17,82	16,23	16,41
Элаидиновая C _{18:1trans}	1,43	1,31	1,52	1,47
Линолевая C _{18:2}	54,83	52,19	47,80	39,10
α-линоленовая C _{18:3}	0,30	0,29	0,21	0,27
Арахидиновая C _{20:0}	0,26	0,17	0,15	0,19
Гондоиновая C _{20:1}	0,26	0,29	0,31	0,22
Эйкозодиеновая C _{20:2}	2,96	2,75	2,25	1,77

Компонентный состав полученного эфирного масла определяли методом газовой хроматографии на приборе Agilent 7820A GC (Agilent Technologies, США), оснащенный пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой HP-Innowax 30 м×0,25 мм×0,25 мкм (полиэтиленгликоль). Анализ проводили при скорости потока гелия через колонку – 1,2 мл/мин; температуре инжектора – 250°C, детектора – 300°C, температуре колонки – 70°C (2 мин), затем температура колонки повышалась со скоростью 3°C/мин до 200°C и выдерживалась 2 мин. Сброс потока составлял 1 : 50. Объем анализируемой пробы – 0,2 мкл. Идентификацию компонентов эфирного масла производили по временам удерживания стандартных веществ.

Установлено, что в семенах чернушки посевной исследуемых селекционных образцов преобладает монотерпен р-цимен (64,90%). Содержание α-гуйена и α-пинена в сумме составило 15,83% (при данных условиях хроматографирования и на указанной хроматографической колонке эти два компонента имеют одинаковые времена удерживания), β-пинена – 2,76%, сабинена – 1,23%, лимонена – 1,82%, эвкалиптола – 0,21%, γ-терпинена – 1,35% и линалоола – 0,09%.

Состав минеральных компонентов семян чернушки посевной определяли в зольном остатке на сканирующем электронном микроскопе JSM-5610 LV с системой электронно-зондового энергодисперсионного химического анализа EDX JED-2201 (JEOL, Япония). Доля фосфора в зольном остатке составила в среднем 6,37%, калия – 9,87%, магния – 14,39%, кальция – 37,86%, натрия – 0,25% и железа – 0,12%.

Влажность семян чернушки посевной определяли по ГОСТ 24933.3–81 [5]. Влажность исследуемых образцов составила от 5,03 до 5,40%.

Закключение. Таким образом, были проанализированы семена четырех селекционных образцов чернушки посевной. Установлено, что в семенах чернушки посевной преобладают линолевая C_{18:2}, олеиновая C_{18:1cis} и пальмитиновая C_{16:0} жирные кислоты, а также что среди эфирных масел преобладает р-цимен, содержание которого в среднем составило 64,90%. Среди минеральных компонентов преобладающими являются кальций и магний. В связи с вышеизложенным семена чернушки посевной являются весьма перспективным сырьем для пищевой и фармацевтической промышленности.

Литература

- Исакова А. Л., Прохоров В. Н. Посевные качества семян нигеллы // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XVIII Международной научно-практической конференции. Гродно: ГГАУ, 2015. С. 46–48.
- Применение пряности *Nigella sativa* в технологии хлебобулочных изделий из пшеничной муки / А. Ф. Гарипова [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 22. С. 241–243.
- Nigella sativa*: monograph / Sabira Sultana [et al.] // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2015. Vol. 4. No. 4. P. 103–106.
- Феськова Е. В., Леонтьев В. Н., Титок В. В. Семена льна масличного сорта Солнечный – источник биологически активных веществ // Труды БГТУ. Сер. IV, Химия, технология орган. в-в и биотехнология. 2009. Вып. XVII. С. 44–46.
- Семена цветочных культур. Метод определения влажности: ГОСТ 24933.3–81. Введ. 01.07.82. М.: Издательство стандартов, 1982. 2 с.

References

- Isakova A. L., Prokhorov V. N. Sowing qualities of the *Nigella* seeds. *Sovremennyye tekhnologii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: sbornik nauchnykh statey po materialam XVIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Modern technologies of agricultural production: collection of scientific articles on the materials of the 18 International Scientific and Practical Conference]. Grodno, 2015, pp. 46–48 (In Russian).

2. Garipova A. F., Leontieva M. A., Nasrutdinova R. A., Yamashev T. A., Reshetnik O. A. Application of spice *Nigella sativa* in technology of bakery products from wheat flour. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Herald of Kazan Technological University], 2014, vol. 22, pp. 241–243 (In Russian).

3. Sabira Sultana, Hafiz Muhammad Asif, Naheed Akhtar, Asif Iqbal, Haleema Nazar, Riaz Ur Rehman. *Nigella sativa*: monograph. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2015, vol. 4, no. 4, pp. 103–106.

4. Feskova A., Leontiev V. N., Titok V. V. Flaxseeds of the varieties Solnechny – a source of biologically active substances. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], Issue 4, Chemistry, Organic Substances Technology and Biotechnology, 2009, vol. XVII, pp. 44–46 (In Russian).

5. GOST 24933.3–81. Seed of flowers. Methods for determination of moisture. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1982. 2 p. (In Russian).

Информация об авторах

Феськова Елена Владимировна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник кафедры биотехнологии и биоэкологии. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: lena.feskova@mail.ru

Игнатовец Ольга Степановна – кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии и биоэкологии. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: ignatovets@belstu.by

Тычина Ирина Николаевна – научный сотрудник лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов. Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси (220012, г. Минск, Сурганова, 2в, Республика Беларусь). E-mail: I.Tychina@cbg.org.by

Савич Инна Михайловна – научный сотрудник лаборатории биоразнообразия растительных ресурсов. Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси (220012, г. Минск, Сурганова, 2в, Республика Беларусь). E-mail: I.Savich@cbg.org.by

Свицкая Дарья Сергеевна – студентка. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: svitsiashuk_darya@mail.ru

Information about the authors

Feskova Alena – PhD (Engineering), Senior Researcher, the Department of Biotechnology and Bioecology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: feskova@mail.ru

Ignatovets Olga Stepanovna – PhD (Biology), Assistant Professor, the Department of Biotechnology and Bioecology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ignatovets@belstu.by

Tychina Irina Nikolaevna – researcher of the Laboratory of Biodiversity of Plant Resources. Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2c, Surhanau str., 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: I.Tychina@cbg.org.by

Savich Inna Mihailovna – researcher of the Laboratory of Biodiversity of Plant Resources. Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2c, Surhanau str., 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: I.Tychina@cbg.org.by

Svitsiashchuk Darya Sergeevna – student. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: svitsiashuk_darya@mail.ru

Поступила 10.04.2018