

УДК 631.95, 66.097.8

## АКТИВНОСТЬ ЛИПАЗЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

Ю.А. Дьяченко\*, А.Д. Цикуниб

ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет»,  
385000, Россия, Республика Адыгея, г. Майкоп,  
ул. Первомайская, 208

\*e-mail: jesi-001@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 18.08.2016

Дата принятия в печать: 10.01.2017

**Аннотация.** Проведены исследования активности липаз в различных по уровню качества и степени экологической чистоты семенах подсолнечника: высококачественных (ВКСП), с влажностью не менее 6,5 % и не более 8 %, кислотным числом не более 0,8 мл КОН, с отсутствием пестицидов, радионуклидов, микотоксинов, сорной и масляной примесей не более 1,5 % и 3,5 % соответственно и уровнем контаминации тяжелыми металлами не более 0,25 ПДК по каждому элементу (n = 14); экологически чистых (ЭЧСП), с такими же показателями качества и безопасности, как ВКСП, и выращенных на экологически чистой территории Ботанического сада АГУ (n = 5); качественных (КСП), с показателями, не превышающими нормативных значений, но с дополнительными ограничениями по кислотному числу (КСПкч) от 0,8 до 5,0 мл КОН и по содержанию тяжёлых металлов КСПтм от 0,5 до 1 ПДК. Установлено, что наибольшие показатели активности кислой липазы наблюдаются в группах ВКСП и ЭЧСП и превышают средние показатели в 1,7 и 1,6 раза, чем в семенах, в которых изначально высокие показатели кислотного числа, а также выше в 1,9 и 2,0 раза в пробах, контаминированных токсичными элементами в концентрациях выше 0,5 ПДК. В группах ВКСП и ЭЧСП выявлены близкие значения активности фермента, а в подгруппах КСПкч и КСПтм наблюдаются существенные колебания показателей активности фермента. Выявлено, что в отличие от щелочной, активность кислой липазы достоверно ( $p < 0,05$ ) и информативно отражает степень экологической чистоты и уровень качества семян и может выступить показателем, характеризующим семена подсолнечника с позиции «здоровья» и экологического благополучия.

**Ключевые слова.** Семена подсолнечника, кислая липаза, щелочная липаза, высококачественные семена, экологически чистые семена

## LIPASE ACTIVITY AS FACTOR OF HIGH QUALITY AND ECOLOGICAL PURITY OF SUNFLOWER SEEDS

Yu.A. D'yachenko\*, A.D. Tsikunib

Adygeya State University,  
208, Pervomayskaya Str.,  
Maykop, 385000, Russia

\*e-mail: jesi-001@mail.ru

Received: 18.08.2016

Accepted: 10.01.2017

**Abstract.** A research on lipase activity of sunflower seeds various in the quality level and degree of ecological purity has been conducted. These are high-quality sunflower seeds (HQSS) with humidity no less than 6.5% and no more than 8%, with acid number no more than 0.8 ml KOH, free of pesticides, radionuclides, mycotoxins, with weed and olive impurity no more than 1.5% and 3.5% respectively, and the level of contamination with heavy metals no more than 0.25 of maximum concentration limits for each element (n = 14); environmentally friendly sunflower seeds (EFSS) with the same factors of quality and safety as HQSS and grown up on the environmentally friendly territory of the Botanical garden of the Altay State University (n = 5); quality sunflower seeds (QSS) with the indices which do not exceed standard values, but with the additional restrictions on acid number (QSSan): from 0.8 to 5.0 ml KOH, and on the content of heavy metals (QSShm): from 0.5 to 1.0 of maximum concentration limits. It is established that the greatest activity factors of a sour lipase are found in HQSS and EFSS groups, and exceed average values in 1.7 and 1.6 times than in seeds with initially high rates of acid number, and in 1.9 and 2 times in the samples contaminated with toxic elements in concentrations higher than 0.5 of maximum concentration limits. In HQSS and EFSS groups similar values of activity of enzyme have been revealed, and in QSSan and QSShm subgroups essential fluctuations of the value of enzyme activity have been observed. It has been established that sour lipase activity value ( $p < 0.05$ ) being reliable and informative, in contrast to alkaline one, reflects the degree of ecological purity and the quality level of seeds and can act as the factor characterizing sunflower seeds from the point of view of "health" and ecological wellbeing.

**Keywords.** Sunflower seeds, sour lipase, alkaline lipase, high quality seeds, environmentally friendly seeds

## Введение

В современных условиях в связи с загрязнением экотоксикантами биосферы (воздуха, воды, почвы) и активным внедрением пищевой химии в технологический процесс производство и потребление пищевых продуктов характеризуется двумя взаимно противоположными тенденциями: с одной стороны, происходит снижение качества и безопасности пищевых продуктов [1, 2], с другой – растет спрос со стороны потребителей на натуральную, экологически чистую и безопасную пищу [3, 4, 5]. Однако на сегодняшний день нет стандартизованных показателей, комплексно и интегрально характеризующих сырье как экологически чистое и высококачественное. В этой связи становится актуальным поиск и разработка объективных физико-химических методов исследования, позволяющих оценить пищевые продукты и сырье с точки зрения экологичности и высокого качества. В этом направлении перспективным может стать использование ферментативных методов. Известно, что именно ферментативная активность может служить чувствительным аналитическим показателем влияния неблагоприятных факторов, таких как высокая влажность и температура, загрязнение элементами-токсикантами и т.д., на живую клетку, в том числе семена масличных культур [6]. Как отмечает ряд авторов [7, 8], ключевую роль в формировании и изменении качества сельскохозяйственной продукции, в частности масличных семян, играет комплекс гидролитических ферментов, где основным компонентом выступает липаза. Активность и характер действия этого фермента тесно коррелирует со стандартизованными показателями качества семян, такими как кислотное число, влажность, загрязнение тяжелыми металлами и микотоксинами [9, 10, 11, 12]. При этом влияние одних факторов, таких как избыточная влажность, содержание сорной и масличной примеси, приводит к изменению активности фермента [13], а активность самого фермента тесно коррелирует с изменением кислотного числа – одного из важнейших нормативных показателей семян – и уровнем контаминации токсичными элементами [14, 15]. С другой стороны, масличные культуры, в том числе подсолнечник, являются распространенными и возделываемыми в нашей стране, играющими важную роль как в мировой, так и в национальной экономике [8]. В Европе сосредоточено более 70 % площадей, на которых возделывается подсолнечник, при этом на долю России приходится более 57 % мирового производства семян и 69 % подсолнечного масла. При этом основной тенденцией в международной торговле становится переход от продажи растительного масла к продаже семян, на которые значительно возрос спрос на мировом рынке [16]. Важным фактором в этих условиях становится контроль качества и безопасности семян. Применение в экологическом мониторинге и контроле методик определения изменения активности в качестве маркера загрязнений уже нашло широкое применение, в ряде областей исследования [17]. Исходя из указанного, целью нашего исследования явилось установление

зависимости между показателями активности липаз и степенью экологической чистоты и качества семян подсолнечника.

## Объекты и методы исследований

В период с 2013 по 2015 годы в соответствии с требованиями ГОСТ 13586.3-83 «Зерно. Правила приемки и методы отбора проб» [18] было отобрано 42 пробы семян подсолнечника, в том числе сортовые семена Орешек, СПК, 60-Юбилейный, Лакомка, Пионер из коллекции Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур имени В.С. Пустовойта – 20 проб, заводские смеси семян – 8 проб, с реперных точек Агротехцентра Республики Адыгея – 8 проб, а также подсолнечник, выращенный на территории Ботанического сада АГУ на почве, пригодной для посадки однолетних масличных культур без применения химической обработки для борьбы с сорняками, вредителями, а также без внесения синтетических удобрений – 6 проб. Пробы исследовали на соответствие ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна» [19]. Цвет и запах определяли по ГОСТ 27988-88, влажность – по ГОСТ 10856-96, сорную и масличную примесь – по ГОСТ 10854-88, зараженность вредителями – по ГОСТ 12044-93, микотоксины – по ГОСТ 30711-2001, пестициды – согласно МУК 1112-73, кислотное число в семенах – по ГОСТ 10858-77, содержание кадмия и свинца согласно МУК 4.1.986-00, ртути – по МУК 4.1.1472-2003, мышьяка – по ГОСТ Р 51766-2001.

В семенах, по физико-химическим показателям соответствующих критериям качества и безопасности, определяли активность кислотной и щелочной липаз титриметрическим методом по Ермакову [20]. Исследования проводились на двух видах буферных растворов (щелочной фосфатный буфер с рН 8 и кислотный ацетатный буфер с рН 4,7). К измельченным пробам добавляли буферный раствор и подсолнечное масло в качестве субстрата. Далее растертую массу в закрытых колбах ставили в шейкер-инкубатор при температуре 30 °С на 2 ч, затем добавляли спирто-эфирную смесь и титровали 0,2 М спиртовым раствором КОН в присутствии фенолфталеина. Контрольную пробу, учитывающую фоновое содержание жирных кислот в семенах, готовили так же, но титровали без инкубирования в термостате. Погрешность титриметрического метода 0,1÷0,2 %.

## Результаты и их обсуждение

Физико-химические исследования семян подсолнечника показали их неоднородность по критериям качества и безопасности. На основе анализа полученных результатов пробы были поделены на 4 группы: высококачественные (ВКСП), экологически чистые (ЭЧСП), качественные (КСП) и некачественные семена подсолнечника (НКСП).

К группе ВКСП отнесены семена подсолнечника ( $n = 14$ ), отвечавшие следующим критериям: влажность не менее 6,5 и не более 8 %, кислотное число не более 0,8 мг КОН, что соответствует классу «Высший сорт», сорная и масличная примеси не

более 1,5 и 3,5 % соответственно, отсутствие пестицидов, радионуклидов, микотоксинов, а уровень контаминации тяжелыми металлами не превышает 0,25 ПДК по каждому элементу. В группу ЭЧСП (n = 5) включены пробы подсолнечника с такими

же показателями качества и безопасности, но выращенные на экологически чистой территории ботанического сада АГУ. Фактические показатели проб (n = 19), включенных в указанные группы семян, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели исследуемых семян

Группы /число проб		ВКСП /14	ЭЧСП /5	КСПкч /10	КСПтм /6
Показатели	влажность, %	7,0±0,3	6,9±0,1	7,8±1,2	7,2±0,5
	КЧ, мг КОН	0,5±0,2	0,3±0,1	1,7±0,5	0,5±0,3
	сорная примесь, %	0,8±0,2	0,5±0,3	1,8±0,3	1,5±0,2
	масляная примесь, %	2,4±0,5	2,1±0,2	5,4±0,4	3,1±0,3
	Pb, мг/кг	0,18±0,02	н/о	0,17±0,03	0,21±0,01
	Cd, мг/кг	0,02±0,01	0,02±0,01	0,024±0,01	0,07±0,01
	As, мг/кг	0,054±0,01	0,05±0,007	0,06±0,003	0,05±0,02
	Hg, мг/кг	н/о	н/о	н/о	0,002±0,001
	ГХЦГ, мг/кг	н/о	н/о	н/о	н/о
	ДДТ, мг/кг	н/о	н/о	н/о	н/о
	афлатоксин В1, мг/кг	н/о	н/о	н/о	н/о
	Cs-137, Бк/кг	н/о	н/о	н/о	н/о
	Sr-90, Бк/кг	н/о	н/о	н/о	н/о

В группу КСП (n = 16) включены пробы семян подсолнечника, показатели качества и безопасности которых не превышают нормативные значения, но с дополнительными ограничениями по кислотному числу (КСПкч): от 0,8 до 5,0 мг КОН, и по содержанию тяжелых металлов (КСПтм): от 0,5 до 1 ПДК. Дополнительные ограничения обусловлены экспериментальными данными ряда авторов, в том числе и нашими исследованиями, показывающими наибольшую корреляционную зависимость активности липаз от изменения кислотного числа [9] и уровня контаминации тяжелыми металлами [15].

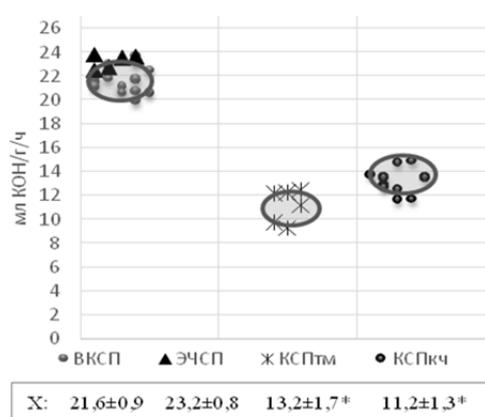
В четвертую группу НКСП включены пробы (n = 7), которые хотя бы по одному показателю не соответствовали требованиям НД, т.е. оказались некачественными. Следует отметить, что несоответствие было связано преимущественно с показателями качества, но не безопасности. Так, в двух пробах выявлено превышение по влажности, в трех – по кислотному числу, в двух – по количеству сорной и масляной примесей. В эту группу вошли в основном (71,4 %) заводские смеси семян.

В семенах, прошедших предварительные испытания на соответствие критериям качества, определяли активность кислой и щелочной липаз и оценивали следующие факторы: средний уровень активности фермента в группе, достоверность различий в активности фермента между группами, близость значений активности фермента и колебания показателей внутри отдельной группы.

Как видно из данных, представленных на рис. 1, наибольшие показатели активности кислой липазы выявляются в экологически чистых и высококачественных семенах подсолнечника и превышают средние показатели в подгруппах КСПкч в 1,7 и 1,6 раза и КСПтм – в 1,9 и 2 раза.

В семенах, в которых изначально высокие показатели кислотного числа – на уровне верхних пределов ПДК – активность липазы невысока. Наибольшее

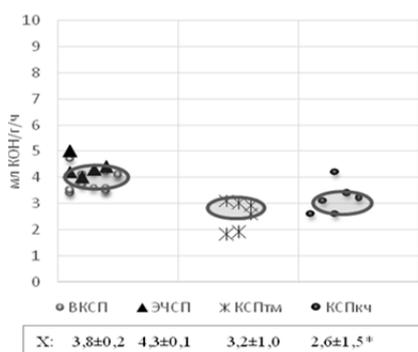
снижение активности фермента наблюдается в пробах, контаминированных токсичными элементами в концентрациях выше 0,5 ПДК, особенно при совместном присутствии в пробе. В группах ВКСП и ЭЧСП выявляются близкие значения активности фермента (различия между максимальными и минимальными значениями активности фермента не более 15,3 и 5,5 % соответственно), а в подгруппах КСПкч и КСПтм наблюдаются существенные колебания показателей активности фермента (различия между максимальными и минимальными значениями активности фермента более 23,7 и 25,6 % соответственно). Установлено, что активность кислой липазы достоверно ( $p < 0,05$ ) и информативно отражает степень экологической чистоты и изменения качества семян.



Примечание. \* $p < 0,05$  достоверность различий с ВКСП и ЭЧСП

Рис. 1. Активность кислой липазы семян подсолнечника в группах

Данные, представленные на рис. 2, показывают, что достоверных различий в активности щелочной липазы у разных по уровню качества и безопасности групп семян подсолнечника не выявлено.



Примечание. \* $p < 0,05$  достоверность различий с ВКСП и ЭЧСП

Рис. 2. Активность щелочной липазы семян подсолнечника в группах

Внутри группы наблюдаются более выраженные различия между максимальными и минимальными значениями активности щелочной липазы.

Так, в группе ВКСП эти различия составили

19,0 %, в ЭЧСП – 20,0 %, в КСПкч – 39,5 % и КСПтм – 41,9 %. Результаты показывают, что щелочная липаза менее информативна в отношении установления уровня качества и степени экологической чистоты семян, чем кислая липаза.

### Выводы

Достоверные различия в активности кислой липазы у разных по уровню качества и безопасности групп семян показывают, что активность фермента, наряду с нормативными физико-химическими показателями, может выступить интегральным показателем экологической чистоты и высокого качества семян подсолнечника. Полученные данные могут служить основой для разработки стандартизованного показателя безопасности сырья, что является перспективным направлением в получении продуктов, отвечающих понятиям экологической чистоты и качества для здорового питания.

### Список литературы

1. Монастырский, О.А. Скрытая токсичность продуктов питания и кормов / О.А. Монастырский // *Агрохимия*. – 1995. – № 7. – С. 100–106.
2. Máté, B. Radionuclide monitoring in foodstuff: overview of the current implementation in the EU countries / B. Máté, K. Sobiech-Matura, T. Altitzoglou // *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. – 2015. – vol. 303. – no. 3. – pp. 2547–2552. DOI:10.1007/s10967-014-3773-y.
3. Пономаренко, Ю.А. Безопасность кормов, кормовых добавок и продуктов питания: монография / Ю.А. Пономаренко, В.И. Фисинин, И.А. Егоров. – Минск: Экоперспектива, 2012. – 864 с.
4. Magnuson, B. Review of the regulation and safety assessment of food substances in various countries and jurisdictions / B. Magnuson, I. Munro, P. Abbot, et al. // *Food Additives & Contaminants Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*. – 2013. – no. 30(7). – pp. 1147–1220. DOI:10.1080/19440049.2013.795293.
5. Максимов, А.А. Потребителям России – экологически чистую продукцию / А.А. Максимов // *Известия ОГАУ*. – 2009. – № 23-1. – С. 100–103.
6. Половникова, М.Г. Экофизиология стресса / М.Г. Половникова. – Марийский гос. ун-т. – 2010. – 68 с.
7. Лобанов, В.Г. Ферментативный гидролиз липидов семян сортового и гибридного подсолнечника при хранении / В.Г. Лобанов, Т.П. Францева, Н.В. Ильчишина, А.И. Гаманченко // *Известия вузов. Пищевая технология*. – 2008. – № 4. – С. 10–14.
8. Мирзоев, А.М. Ферментативные процессы при хранении и переработке масличных семян в производстве растительных масел / А.М. Мирзоев // *ТТПС*. – 2015. – № 2 (32). – С. 31–36.
9. Ефименко, Я.Н. Изменчивость кислотного числа масла в семенах линий и гибридов подсолнечника / Я.Н. Ефименко, А.Н. Левуцкая, Н.А. Пикалова, Я.Н. Демулин // *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК*. – 2008. – № 1 (138). – С. 31–34.
10. Мустафаев, С.К. Влияние начальной влажности семян подсолнечника на процессы послеуборочного дозревания и хранения / С.К. Мустафаев, А.А. Шаizzo // *Новые технологии*. – 2011. – № 3. – С. 48–51.
11. Снятина, С.Е. Влияние солей свинца и никеля на ферментативную активность ячменя / С.Е. Снятина, А.В. Можаров, М.А. Зайченко // *Вестник ТГУ*. – Т. 18. – Вып. № 1. – 2013. – С. 255–257.
12. Смирнова, Н.С. Изучение влияния предпосевной обработки фунгицидами биологической и химической природы на гидролитические процессы в семенах подсолнечника нового урожая / Н.С. Смирнова // *Молодой ученый*. – 2015. – № 5.1. – С. 96–99.
13. Бердина, А.Н. Физиолого-биохимическая характеристика семян новых сортов и гибридов подсолнечника / А.Н. Бердина, Н.В. Ильчишина, Т.Н. Прудникова, Т.П. Францева // *Известия вузов. Пищевая технология*. – 2007. – № 2. – С. 10–12.
14. Петриченко, В.Н. Влияние регуляторов роста растений и микроэлементов на урожайность подсолнечника и масличность семян / В.Н. Петриченко, С.В. Логинов // *Аграрная Россия*. – 2010. – № 4. – С. 24–26.
15. Дьяченко, Ю.А. Влияние тяжелых металлов на активность липаз семян подсолнечника in situ / Ю.А. Дьяченко, А.Д. Цикуниб // *Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация*. – 2016. – № 1. – С. 64–68.
16. Marvey, B.B. Sunflower-based Feedstocks in Nonfood Applications: Perspectives from Olefin Metathesis // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2008. – no. 9(8). – pp. 1393–1406. DOI:10.3390/ijms9081393.
17. Мугинова, С.В. Ферментативное определение кадмия, цинка и свинца в растительных объектах / С.В. Мугинова, И.А. Веселова, Л.М. Парова, Т.Н. Шеховцова // *Журн. аналит. химии*. – 2008. – Т. 63. – № 10. – С. 1103–1113.
18. ГОСТ 22391-89. Подсолнечник. Требования при заготовках и поставках: введ. 01.06.97. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 8 с.
19. ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна». Технический регламент Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 874. – 38 с.

20. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / под ред. А.И. Ермакова. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отделение. – 1987. – 430 с.

#### References

1. Monastyrskiy O.A. Skrytaya toksichnost' produktov pitaniya i kormov [Hidden toxicity of food and forages]. *Agrokimiya* [Agrochemistry], 1995, no. 7, pp. 100–106.
2. Máté B., Sobiech-Matura K., Altitzoglou T. Radionuclide monitoring in foodstuff: overview of the current implementation in the EU countries. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 2015, vol. 303, no. 3, pp. 2547–2552. DOI: 10.1007/s10967-014-3773-y.
3. Ponomarenko Yu.A., Fisinin V.I., Egorov I.A. *Bezopasnost' kormov, kormovykh dobavok i produktov pitaniya* [Safety of forages, feed additives and food]. Minsk: Ekoperspektiva Publ., 2012. 864 p.
4. Magnuson B., Munro I., Abbot P., et al Review of the regulation and safety assessment of food substances in various countries and jurisdictions. *Food Additives & Contaminants Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, 2013, vol. 30, no. 7, pp. 1147–1220. DOI: 10.1080/19440049.2013.795293.
5. Maksimov A.A. Potrebitelyam Rossii ekologicheskichistuyu (bezopasnuyu) produktsiyu [Ecologically Clean and Safe Products for Consumers in Russia]. *Izvestiya OGAU* [News of the OSAU], 2009, vol. 23, no. 3, pp. 100–103.
6. Polovnikova M.G. *Ekofiziologiya stressa* [Stress ecophysiology]. Yoshkar-Ola: Mari State University Publ., 2010. 68 p.
7. Lobanov V.G., Frantseva T.P., Il'chishina N.V., Gamanchenko A.I. Fermentativnyy gidroliz lipidov semyan sortovogo i gibridnogo podsolnechnika pri khraneni [Enzymatic hydrolysis of lipids of seeds of high-quality and hybrid sunflower at storage]. *Izvestiya VUZov. Pishchevaya tekhnologiya* [News institutes of higher Education. Food technology], 2008, no. 4, pp. 10–14.
8. Mirzoev A.M. Fermentativnye protsessy pri khraneni i pererabotke maslichnykh semyan v proizvodstve rastitel'nykh masel [Enzymatic processes during storage and processing of oilseeds in the production of vegetable oils]. *Tekhniko-tekhnologicheskieskie problemy servisa* [Technical and technological challenges of service], 2015, vol. 32, no. 2, pp. 31–36.
9. Efimenko Ya.N., Levutskaya A.N., Pikalova N.A., Demurin Ya.N. Izmenchivost' kislotnogo chisla masla v semenakh liniy i gibridov podsolnechnika [Variability of fatty acid value in sunflower seed oil]. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskiiy byulleten' VNIIMK* [Oil-bearing crops. Scientific and technical bulletin of the all-russian research institute of oil-bearing crops], 2008, vol. 138, no. 1, pp. 31–34.
10. Mustafaev S.K., Shazzo A.A. Vliyanie nachal'noy vlazhnosti semyan podsolnechnika na protsessy posleurobochnogo dozrevaniya i khraneniya [Influence of the initial humidity of sunflower seeds on the processes of post-harvest ripening and storage]. *Novye tekhnologii* [New technologies], 2011, no. 3, pp. 48–51.
11. Sinyutina S.E., Mozharov A.V., Zaychenko M.A. Vliyanie soley svintsya i nikelya na fermentativnuyu aktivnost' yachmenya [Influence of lead and nickel salts on enzymatic activity of barley]. *Vestnik TGU* [Bulletin of the TU. Series: Natural and technical science], 2013, no. 1, pp. 255–257.
12. Smirnova N.S. Izuchenie vliyaniya predposevnoy obrabotki fungitsidami biologicheskoy i khimicheskoy prirody na gidroliticheskie protsessy v semenakh podsolnechnika novogo urozhaya [Studying of influence of preseedling processing by fungicides of the biological and chemical nature on hydrolytic processes in seeds of sunflower of a new harvest]. *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2015, vol. 85, no. 5.1, pp. 96–99.
13. Berdina A.N., Il'chishina N.V., Prudnikova T.N., Frantseva T.P. Fiziologo-biokhimicheskaya kharakteristika semyan novykh sortov i gibridov podsolnechnika [Physiolog-biochemical characteristic of seeds of new grades and hybrids of sunflower]. *Izvestiya VUZov. Pishchevaya tekhnologiya* [News of higher education institutions food technology], 2007, no.2, pp. 10–12.
14. Petrichenko V.N., Loginov S.V. Vliyanie regulyatorov rosta rasteniy i mikroelementov na urozhaynost' podsolnechnika i maslichnost' semyan [Influence of regulators of body height of plants and minerals on productivity of sunflower and maslichnost of seeds]. *Agrarnaya Rossiya* [Agrarian Russia], 2010, no. 4, pp. 24–26.
15. D'yachenko Yu.A., Tsikunib A.D. Vliyanie tyazhelykh metallov na aktivnost' lipaz semyan podsolnechnika in situ [Effect of heavy metals on activity of lipase sunflower seeds in situ]. *Vestnik VGU. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya* [Bulletin of VSU Series: Chemistry. Biology. Pharmaceutics], 2016, no 1, pp. 64–68.
16. Marvey B.B. Sunflower-based Feedstocks in Nonfood Applications: Perspectives from Olefin Metathesis. *International Journal of Molecular Sciences*, 2008, vol. 8, no. 9, pp.1393–1406. DOI:10.3390/ijms9081393.
17. Muginova S.V., Veselova I.A., Parova L.M., Shekhovtsova T.N. Fermentativnoe opredelenie kadmiya, tsinka i svintsya v rastitel'nykh ob'ektakh [Enzymatic determination of cadmium, zinc, and lead in plant materials]. *Zhurn. analit. Khimii* [Journal of Analytical Chemistry], 2008, vol. 63, no. 10, pp. 1103–1113.
18. *GOST 22391-89. Podsolnechnik. Trebovaniya pri zagotovkakh i postavkakh* [State Standard 22391-89 Sunflower. Requirements at preparations and deliveries]. Moscow: INK Izdatel'stvo standartov Publ., 1996. 8 p.
19. *TR TS 015/2011 «O bezopasnosti zerna»*. *Tekhnicheskiiy reglament tamozhennogo soyuza* [About safety of grain". Technical regulations of the Customs 015/2011], 2011, no. 874, 38 p.
20. Ermakov A.I. *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy* [Methods of a biochemical research of plants]. Leningrad: Agropromizdat. Leningr. Otdelenie Publ., 1987. 430 p.

#### Дополнительная информация / Additional Information

Дьяченко, Ю.Д. Активность липазы как показатель высокого качества и экологической чистоты семян подсолнечника / Ю.А. Дьяченко, А.Д. Цикуниб // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 44. – № 1. – С. 118–123.

D'yachenko Yu.A., Tsikunib A.D. Lipase activity as factor of high quality and ecological purity of sunflower seeds. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 44, no. 1, pp. 118–123 (In Russ.).

**Дьяченко Юлия Александровна**

аспирант кафедры химии, ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет», 385000, Россия, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, 208, тел.: +7 (88772) 52-48-55, e-mail: jesi-001@mail.ru

**Цикуниб Аминет Джахфаровна**

д-р биол. наук, профессор, заведующая кафедрой химии, ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет», 385000, Россия, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, 208, тел.: +7 (88772) 52-48-55, e-mail cikunib58@mail.ru

**Yulia A. D'yachenko**

Postgraduate Student of the Department of Chemistry, Adyghe State University, 208, Pervomayskaya Str., Maykop, Republic of Adyghea, 385000, Russia, phone: +7 (88772) 52-48-55, e-mail: jesi-001@mail.ru

**Aminet D. Tsikunib**

Dr.Sci.(Biol.), Professor, Head of Department of Chemistry, Adyghe State University, 208, Pervomayskaya Str., Maykop, Republic of Adyghea, 385000, Russia, phone: +7 (88772) 52-48-55, e-mail: cikunib58@mail.ru

