

УДК :637.28:577.161.3:678.048

ВПЛИВ АНТИОКСИДАНТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВІТАМІНУ Е НА ТЕРМІН ЗБЕРІГАННЯ РОСЛИННОЇ ОЛІЇ

Паламарчук А.І. бакалавр, Лашко Н.П. к.х.н., доцент

Запорізький національний університет 69600 Україна, Запоріжжя, вул.Жуковського, 66

nastynja2014@yandex.ru

Досліджено вплив антиоксидантних властивостей вітаміну Е на термін зберігання різних сортів рослинної олії. Експериментально підтверджена гальмуюча дія додатково введеного токоферолу на всі фізико-хімічні показники якості олії при її зберіганні. Встановлено, що найбільш ефективною концентрацією токоферолу при терміні зберігання 1,5 місяці є зростання його вмісту в олії на 20%, при 3,5 місяці – на 50%. Експериментально підтверджено, що інформативність основних фізико-хімічних показників зберігання якості олії залежала як від терміну її зберігання, так і від сорту олії.

Ключові слова: соняшникова олія, вітамін Е, йодне число, кислотне число, пероксидне число, показник заломлення.

ВЛИЯНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ВИТАМИНА Е НА СРОК ХРАНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

Паламарчук А.И., Лашко Н.П.

Запорожский национальный университет 69600 Украина, Запорожье, ул.Жуковского, 66

Исследовано влияние антиоксидантных свойств витамина Е на срок хранения различных сортов растительного масла. Экспериментально подтверждено тормозящее действие дополнительно введенного токоферола на все физико-химические показатели качества масла при его хранении. Установлено, что наиболее эффективной концентрацией токоферола при сроке хранения 1,5 месяца является увеличение его содержания в масле на 20%, при 3,5 месяца - на 50%. Экспериментально подтверждено, что информативность основных физико-химических показателей сохранения качества масла зависела как от срока его хранения, так и от сорта масла.

Ключевые слова: подсолнечное масло, витамин Е, йодное число, кислотное число, пероксидное число, показатель преломления.

INFLUENCE OF ANTIOXIDANT PROPERTIES OF VITAMIN E ON THE TERMS OF STORAGE OF VEGETABLE OILS

Palamarchuk A.I., Lashko N.P.

National university of Zaporizhzhya 69600 Ukraine, Zaporizhzhya, Zhukovsky street, 66

Among the vegetable oils in Ukraine and former Soviet countries sunflower oil is a leader in production and consumption. Sunflower oil - a rich source of essential vitamins, among them vitamins A, F and E. Always there was the problem of preservation of useful properties of oil during prolonged storage. Antioxidant value of foods is greatly reduced not only by a long-term storage, but also because of excessive cleaning. Careful refining of oil leads to the loss of its natural protection in the form of natural antioxidants that causes more intensive oil rancidity than before cleaning.

Clear role was realized in the development of science and new methods of research- biologically active substances that prevent rancidity of oils. Today actual problem is the choice among a wide variety of antioxidants for an optimal antioxidant for certain varieties of oils.

The research materials were unrefined pressed first gradesunfloweroiland refined, deodorized brands P of "Korivskiysmak" brand and first extractionfarm raw-pressed cold pressing sunflower oil, made entirely from mechanically purified raw sunflower seeds. In our research we used vitamin E (tocopherol acetate) - pharmaceuticals, light yellow color granular powder. Firm provider - "Sferasym", Lviv.

Study of the influence of antioxidant properties of vitamin E that was entered into sunflower oil, on its consumer properties during storage was evaluated by determining the acid, iodine and peroxide number and the number of refraction. We determined the rates at the beginning of terms of storage as well as 1.5 and 3.5 months after it. All of the studied samples of oil kept throughout the experiment at room temperature in the dark. The processing of the experimental data was performed by standard methods of mathematical statistics.

According to the survey results the most intensive process of hydrolysis of triacylglycerol were in control samples of refined oils and raw-pressed oil after 3,5 months of storage.

Thus, the acid number in control samples of refined oil increased 2,65 times and in raw-pressed - in 1,8 times, while in unrefined only 1,2 times. Braking processes of accumulation of free fatty acids in all studied oil samples after 1.5 months of the experiment were most effective in the case of adding 20% of vitamin E in raw-pressed oil (average 1,5 times). Extending the terms of storage to 3,5 months, although reduces braking efficiency (1,2 times), but keeps the same pattern. The most intensive growth of acid number in case raw-pressed oil, most likely due to the presence of phospholipids. Significant growth of acid number in this sample of oil probably due to the presence of moisture.

The increase of iodine number of control samples indicates accumulation of unsaturated fatty acids in the process of hydrolysis of triacylglycerol. Adding 50% more vitamin E effectively inhibits these processes while extending the terms of storage to 3,5 months. Thus, in the case of raw-pressed oil the braking process of accumulation of unsaturated fatty acids increases with the addition of 20% vitamin E to 1,28 times (1,5 months storage) to 1,43 times (3,5 months of storage), and 50% while adding vitamin E accordingly, from 1,29 to 1,57 times. This trend continues for unrefined and refined oil. It should be noted however that the effectiveness of inhibitory processes in the samples of oil with iodine greater numbers.

The biggest peroxide number increases in control samples and raw-pressed and refined oil, accordingly 9,2 and 7,9 times. Adding 20% and 50% of vitamin E did not make any result in significant inhibition processes of accumulation of hydroperoxides and peroxide compounds. Thus, while maintaining the studied oils 1,5 months process slows by 1,2 times. While extending the terms of storage to 3,5 months - by 1,1 times. However, for unrefined oil slowing down the process of accumulation of hydroperoxides increases 1,3 times. Peroxide number for this oil throughout the experiment is the smallest. Perhaps this is due to the fact that labile peroxide compounds and their concentration in oil depends not only on the speed of their formation, but also the speed of their conversion to other products of oxidation.

The refractive index characterizes purity without saturation, oxidation of fats. This rate increases in the presence of oxygen groups, and increasing the molecular weight and the number of unsaturated fatty acids.

Number of refractive index was the least informative indicator of vitamin E on consumer properties of sunflower oil during its storage. Throughout the experiment, all of the studied oils were classified as fresh oils.

Thus experimentally confirmed the braking performance of added tocopherol on all physical and chemical properties of oil during the storage. The most effective tocopherol concentration at term of storage of 1,5 months increases its content in oil by 20%, with 3,5 months - 50%. Informational content of basic physical and chemical characteristics of oil storage was a dependent on the duration of storage, and a variety of oils.

Key words: sunflower oil, vitamin E, iodine value, acid value, peroxide value, refractive index.

ВСТУП

Соняшникова олія – унікальний продукт, корисні властивості якого набагато перевершують інші рослинні олії. Ні соя, ні ріпак, ні кукурудза не можуть змагатися з соняшником за багатством корисних речовин. На території України і пострадянських країн саме соняшникова олія займає лідируючі позиції по виробництву та споживанню.

Соняшникова олія – багате джерело необхідних вітамінів, основні з них А, F і E. Вітамін E, крім того, що він необхідний людині, є одним з найсильніших природних антиоксидантів, тобто речовин, що гальмують і навіть на деякий час припиняють окислення жирів [1]. Ці полізопренові похідні хроману блокують розвиток реакцій перекисного окислювання і значно підвищують стійкість олій до нього [2].

Вітамін А володіє багатосторонньою дією - на зір, ріст, розвиток, надає регулятивний вплив на функцію клітинних мембран, підтримує імунологічний стан і репродуктивну функцію організму [3]. Засвоєнню організмом каротину сприяє токоферол. Припускають, що антиокислювальна дія вітаміну E є результатом синергічної дії вітамінів А і E.

Вітамін F – антихолестеринний вітамін (ненасичені жирні кислоти лінолева, ліноленова і арахідонова) - жиророзчинний вітамін, складається з ненасичених жирних кислот, одержуваних з їжі. Найважливішою незамінною жирною кислотою є лінолева C_{18:2}, яка входить до складу клітинних мембран, бере участь у обміні речовин і синтезі простагландинів, необхідна для росту і регенерації клітин [4].

Завжди існувала проблема збереження корисних властивостей олій при тривалому зберіганні. Антиокислювальна цінність продуктів значно знижується не лише від тривалого зберігання, але і від надмірного очищення. Рафінація (остаточне очищення) об'єднує низку технологічних операцій, призначених для видалення з рослинних олій окремих груп супутніх речовин: фосфоліпідів, жирних кислот, воскоподібних речовин, пігментів, одоруючих речовин [5]. Методи рафінації поділяють на фізичні, хімічні та фізико-хімічні. Фізичні методи очистки олій використовуються для відділення механічних домішок – відстоювання, центрифугування, фільтрування (первинна очистка олії). Хімічні способи рафінації служать для виділення фосфоліпідів, вільних жирних кислот – гідратація, лужна рафінація. Фізико-хімічні методи використовуються для видалення смакових і ароматичних речовин, барвників – адсорбційна рафінація та дезодорація.

Під час дезодорації знижується біологічна цінність олій. Так, вміст токоферолів знижується на 15%-40%; каротиноїдів ~ 50%; стеролів ~ 10%; практично повністю втрачають активність усі жиророзчинні вітаміни. Але, дезодорація є необхідною стадією при використанні олій (та інших жирів) у виробництві маргарину, майонезу (та інших соусів), консервної продукції. Крім того, лише на стадії дезодорації досягається вилучення високотоксичних речовин таких як 3,4-бензпирен (вміст в оліях 0,5 мкг/кг - 15мкг/кг), хлорорганічні пестициди (ХОП), та деяких інших.

З розвитком науки і нових методів дослідження з'ясувалася роль антиоксидантів – біологічно активних речовин, що запобігають згіркненню олій. На сьогоднішній день актуальною проблемою є вибір серед великого різноманіття антиоксидантів оптимального антиоксиданту для певних сортів олій.

У зв'язку з цим мета нашої роботи – дослідити вплив антиоксидантних властивостей вітаміну Е на термін зберігання різних сортів рослинної олії.

Завдання роботи:

1. Встановити оптимальну концентрацію додатково введеного вітаміну Е в рослинну олію для гальмування процесів окислення для різних термінів її зберігання (1,5 та 3,5 місяці).
2. Визначити вплив різних концентрацій вітаміну Е на зміну величини показників основних чисел жиру: кислотного, йодного та пероксидного чисел при різних термінах її зберігання.
3. Визначити вплив різних концентрацій вітаміну Е на зміну величини показника заломлення (рефракції) при різних термінах її зберігання.
4. Визначити найбільш інформативний фізико-хімічний показник якості олії при подовженні терміну її зберігання на 1,5 та 3,5 місяці.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріалами дослідження були олія соняшникова нерафінована виморожена пресога гатунок перший та рафінована дезодорована виморожена марки П торгової марки «Королівський смак», а також фермерська олія соняшникова сиродавлена холодного пресування першого віджиму, виготовлена виключно механічним способом із сирого очищеного насіння соняшнику. В роботі використовувався вітамін Е (токоферолу ацетат) – фармпрепарат, світло-жовтий сипучий гранульований порошок. Фірма постачальник – «Сфера сім», м.Львів.

Якість досліджуваних олій оцінювали за такими фізико-хімічними показниками: визначення кислотного[6], йодного [7], пероксидного [8] чисел жиру та показника рефракції (заломлення)[9]. Визначали показники на початку терміну зберігання, а також через 1,5 та

3,5 місяці. Всі досліджувані олії зберігали протягом всього експерименту при кімнатній температурі в темному місці.

Обробку експериментальних даних проводили стандартними методами математичної статистики [10].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження впливу антиоксидантних властивостей вітаміну Е, додатково введеного в соняшникову олію, на споживчі властивості її під час зберігання, оцінювали шляхом визначення кислотного, йодного та пероксидного чисел, а також числа заломлення.

Результати визначення кислотного та йодного чисел соняшникової олії представлені в табл. 1 та 2.

Таблиця 1 – Визначення кислотного числа (КЧ) соняшникової олії в мгNaOH/ г (n=3; P=0,95)

Вид олії	Початок експерименту, контроль КЧ	КЧ*10 ⁻² через 1,5 місяці			КЧ*10 ⁻² через 3,5 місяці		
		Контроль	Додавання вітаміну Е		Контроль	Додавання вітаміну Е	
			20 %	50%		20%	50%
1	2	3	4	5	6	7	8
Нерафінована	12,85 ± 0,002	12,77± 0,01	10,55 ± 0,003	11,95± 0,001	16,63 ± 0,01	15,65± 0,03	14,60 ± 0,01
Рафінована	1,84± 0,0005	1,75± 0,001	1,76 ± 0,0004	1,68 ± 0,001	4,87 ± 0,003	5,96± 0,003	3,96± 0,002
Сиро-давлена	5,51± 0,001	5,28± 0,001	3,52 ± 0,003	3,53± 0,0007	9,41± 0,01	7,80 ± 0,02	8,09 ± 0,02

Таблиця 2 – Визначення йодного числа (ЙЧ) соняшникової олії в г J₂/100 г (n=3; P=0,95)

Вид олії	Початок експерименту, контроль ЙЧ	ЙЧ через 1,5 місяці			ЙЧ через 3,5 місяці		
		Контроль	Додавання вітаміну Е		Контроль	Додавання вітаміну Е	
			20%	50%		20%	50%
1	2	3	4	5	6	7	8
Нерафінована	3,34±0,115	2,54± 0,063	2,89± 0,029	2,25± 0,209	6,68± 0,065	5,38± 0,062	5,07± 0,127
Рафінована	3,19±0,069	3,17± 0,166	2,85± 0,008	2,85± 0,002	6,03± 0,004	4,13± 0,373	3,53± 0,171
Сиродавлена	2,54±0,066	2,85± 0,023	2,22± 0,014	2,21± 0,03	5,07± 0,127	3,54± 0,503	3,22± 0,305

Згідно результатів дослідження найбільш інтенсивно процеси гідролізу триацилгліцеринів проходили в контрольних зразках рафінованої та сиродавленої олії при зберіганні їх до 3,5 місяців.

Так, кислотне число в контрольних зразках рафінованої олії збільшилось у 2,65 разу, в сиродавленої – у 1,8 разу, в той час як у нерафінованій всього у 1,2 разу. Гальмування процесів накопичення вільних жирних кислот у всіх досліджуваних зразках олії через 1,5 місяці експерименту найбільш ефективно у випадку додавання 20% вітаміну Е у сиродавлену олію (в середньому у 1,5 разу). Подовження терміну зберігання до 3,5 місяців хоча і знижує ефективність гальмування (1,2 разу), але зберігає ті ж самі закономірності. Найбільш інтенсивне гальмування росту кислотного числа у випадку сиродавленої олії, скоріше всього, пов'язане з наявністю крім доданих та природних токоферолів ще і природних антиоксидантів – фосфоліпідів [11]. Достатньо інтенсивне зростання кислотного числа у цьому зразку олії пов'язане, ймовірно, з присутністю вологи.

Зростання йодного числа у всіх контрольних зразках свідчить про накопичення ненасичених жирних кислот в результаті процесу гідролізу триацилгліцеринів [11]. Додавання 50 % вітаміну Е більш ефективно гальмує ці процеси при подовженні терміну зберігання до 3,5 місяців. Так, у випадку сиродавленої олії гальмування процесу накопичення ненасичених жирних кислот зростає при додаванні 20% вітаміну Е від 1,28 разу (1,5 місяці зберігання) до 1,43 разу (3,5 місяці зберігання), а при додаванні 50% вітаміну Е відповідно від 1,29 до 1,57 разу. Подібна тенденція зберігається для нерафінованої та рафінованої олії. Необхідно відмітити, що все ж ефективність процесів гальмування вище у зразках олії з більшим значенням йодного числа.

Результати експериментального визначення пероксидного числа в соняшниковій олії представлені в табл. 3.

Таблиця 3 – Визначення пероксидного числа (ПЧ) соняшникової олії в $\frac{1}{2}$ О ммоль/кг (n=3; P=0,95)

Вид олії	Початок експерименту, контроль ПЧ	ПЧ через 1,5 місяці			ПЧ через 3,5 місяці		
		Конт- роль	Додавання вітаміну Е		Конт- роль	Додавання вітаміну Е	
			20%	50%		20%	50%
1	2	3	4	5	6	7	8
Нерафінована	3,03±0,14	5,50± 0,23	4,57± 0,29	5,00± 0,01	8,03± 0,14	6,50± 0,25	6,03± 0,14
Рафінована	1,00±0,01	8,00 ±0,01	6,57± 0,14	6,47± 0,14	9,17± 0,14	9,00± 0,25	8,67± 0,14
Сиродавлена	1,03±0,14	7,20± 0,86	6,00± 0,25	6,53± 0,14	8,13± 0,14	7,50± 0,33	7,27± 0,14

Найбільше значення пероксидного числа зростає у контрольних зразках рафінованої та сиродавленої олії, відповідно у 9,2 та 7,9 рази. Додавання як 20% так і 50% вітаміну Е не призвело до помітного гальмування процесів накопичення гідропероксидів та речовин

пероксидної природи. Так при збереженні досліджуваних олій 1,5 місяці процес гальмується в середньому у 1,2 разу. При подовженні терміну зберігання до 3,5 місяців – в 1,1 разу. Проте, для нерафінованої олії гальмування процесу накопичення гідропероксидів зростає в 1,3 разу. Значення пероксидного числа саме для цієї олії на протязі всього експерименту є найменшим. Можливо це пов'язано з тим, що пероксидні сполуки лабільні і їх концентрація в олії залежить не тільки від швидкості їх утворення, але і від швидкості їх перетворення в інші продукти окислення [11].

Результати визначення показника заломлення соняшникових олій представлені в табл. 4.

Таблиця 4 – Визначення показника заломлення (n^{20}) соняшnikової олії ($n=3$; $P=0,95$)

Вид олії	Початок експерименту, контроль n^{20}	n^{20} через 1,5 місяці			n^{20} через 3,5 місяці		
		Конт- роль	Додавання вітаміну Е		Конт- роль	Додавання вітаміну Е	
			20%	50%		20%	50%
1	2	3	4	5	6	7	8
Нерафінована	1,4768± 0,38*10 ⁻⁵	1,4765± 0,14*10 ⁻⁵	1,4766± 0,62*10 ⁻⁵	1,4761± 0,52*10 ⁻⁵	1,4739± 0,25*10 ⁻⁵	1,4738± 0,14*10 ⁻⁵	1,4731± 0,38*10 ⁻⁵
Рафінована	1,4764± 0,25*10 ⁻⁵	1,4756± 0,14*10 ⁻⁵	1,4755± 0,14*10 ⁻⁵	1,4755± 0,14*10 ⁻⁵	1,4731± 0,25*10 ⁻⁵	1,472± 0,14*10 ⁻⁵	1,4728± 0,38*10 ⁻⁵
Сиродавлена	1,4763± 0,14*10 ⁻⁵	1,4757± 0,25*10 ⁻⁵	1,4757± 0,15*10 ⁻⁵	1,4760± 0,15*10 ⁻⁵	1,4738± 0,38*10 ⁻⁵	1,4730± 0,25*10 ⁻⁵	1,4734± 0,25*10 ⁻⁵

Показник заломлення характеризує чистоту, не насиченість, ступінь окислення жирів. Цей показник зростає при наявності оксигруп, збільшенні молекулярної маси і кількості ненасичених жирних кислот, що входять до складу жиру.

Число заломлення було найменш інформативним показником впливу вітаміну Е на споживчі властивості соняшnikової олії під час її зберігання. Протягом всього експерименту всі досліджувані олії входили до класу свіжих олій згідно з визначеними величинами числа заломлення.

ВИСНОВКИ

1. Експериментально підтверджено, що гальмуюча дія додаткового введення токоферолу на зростання кислотного числа залежить як від сорту олії так і від терміну її зберігання. Найбільш ефективно гальмування при терміні зберігання 1,5 місяці для олії сиродавленої (приблизно у 1,5 разу), при терміні 3,5 місяці – для рафінованої (приблизно у 1,3 разу).
2. Встановлено, що гальмуюча дія токоферолу на зростання йодного числа найбільш ефективна для рафінованої та сиродавленої при терміні зберігання 3,5 місяці та збільшенні концентрації токоферолу на 50% (приблизно у 1,6 разу).
3. Експериментально підтверджено, що гальмуюча дія токоферолу на зростання пероксидного числа у випадку олії сиродавленої не залежить від терміну зберігання та концентрації додатково введеного вітаміну. Для рафінованої олії гальмування зростання пероксидного числа ефективніше при подовженні терміну зберігання до 1,5 місяці, нерафінованої – до 3,5 місяці.

4. Встановлено, що найбільш ефективна концентрація додатково введеного токоферолу для гальмування зростання всіх чисел жиру при терміні зберігання 1,5 місяці становить 20%, при 3,5 місяці – 50%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сімахіна Г.О. Біоантиоксиданти – необхідні компоненти оздоровчого харчування / Г. О. Сімахіна // Наукові праці НУХТ. – 2008. – № 25. – С. 104-106.
2. Федак Н.В. Динаміка вмісту токоферолів в оліях соняшнику з різним жирнокислотним складом в процесі нагрівання / Н.В Федак, А.М. Дихтярь // Праці ТДАТУ. – 2009. – Т.4 – №12. – С.139-145.
3. Пасичный В. Н. Применение бета-каротина в пищевых продуктах / В. Н. Пасичный // Продукты и ингредиенты. – 2005. – № 8. – С. 24-26.
4. Пешук Л.В. Исследование жирнокислотного состава отдельных видов животного сырья / Л.В. Пешук, И.Г. Радзиевская // Инновационные технологии в пищевой промышленности. – Минск, 2011. – Ч.2. – С. 526-534.
5. Техника и технологии производства и переработки растительных масел / С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий, С.В. Романцова, В.П. Таров. – Тамбов: Изд-во ГОЙ ВПО ТГТУ, 2010. – 96 с.
6. Олії. Методи визначення кислотного числа: ДСТУ 4350:2004. – [Чинний від 2005-01-10]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 20 с.
7. Жири тваринні і рослинні та олії. Методи визначення йодного числа: ДСТУ 4569:2006. — [чинний від 2008-01-01] — К.:Держспоживстандарт України, 2007. — 10 с.
8. Жири рослинні та олії. Метод визначення пероксидного числа: ДСТУ 4570:2006. – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 18 с.
9. Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення показника заломлення: ДСТУ 6320:2001. – [Чинний від 2003-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2002. – 21 с.
10. Светозаров В.В. Основы статистической обработки результатов измерений. Учебное пособие / В.В Светозаров – М.: Изд. МИФИ, 2005. – 40 с.
11. Демидов І.М. Споживчі властивості харчових жирових продуктів: Навчальний посібник / І.М. Демидов, В.К. Тимченко – Харків: НТУ "ХПІ", 2004. – 195с.

REFERENCES

1. Simakhina G.O. Bioantioksidanty – neobkhydni komponenty ozdorovchogo kharchuvannya / G.O. Simakhina // Naukovi pratsi NUKhT – 2008. – № 25. – S. 104-106.
2. Fedak N.V. Dynamika vmistu tokoferoliv v oliyakh sonyashnyku z riznym zhyrnokyslotnym skladom v protsesi nagrivanaya / N.V. Fedak, A.M. Dykhtyar // Pratsi TDAU. – 2009. – T.4 – №12. – S.139-145.
3. Pasichnyy V.N. Primenenie beta-kerotina v pischevykh produktakh / V.N. Pasichnyy // Produkty i ingridienty. – 2005. – № 8. – S. 24-26.
4. Peshuk L.V. Issledovanie zhyrnokislotnogo sostava otdelnykh vidov zhyvotnogo syrya / L.V. Peshuk, I.G. Radzievskaya // Innovatsyonnye tekhnologii v pischevoy promyshlennosti. – Minsk, 2011. – Ch.2. – S. 526-534.
5. Tekhika i tekhnologii proizvodstva i pererabotki rastitelnykh masel / S.A. Nagornov, D.S. Dvoretzkiy, S.V. Romantsova, V.P. Tarov. – Tambov: Izd-vo GOY VPO TGTU, 2010. – 96 s.

6. Olii. Metody vyznachennya kyslotnogo chysla: DSTU 4350:2004. – [Chynnyy vid 2005-01-10]. – K.: Derzhspozhivstandart Ukrainy, 2005. – 20 s.
7. Zhyry tvarynni i roslynni ta olii. Metody vyznachennya yodnogo chysla: DSTU 4569:2006. – [Chynnyy vid 2008-01-01] – K.: Derzhspozhivstandart Ukrainy, 2007. – 10 s.
8. Zhyry roslynni ta olii. Metody vyznachennya peroksydnogo chysla: DSTU 4570:2006. – [Chynnyy vid 2008-01-01] – K.: Derzhspozhivstandart Ukrainy, 2008. – 18 s.
9. Zhyry tvarynni i roslynni ta olii. Vyznachennya pokaznyka zalomlennya: DSTU 6320:2001. – [Chynnyy vid 2003-01-01] – K.: Derzhspozhivstandart Ukrainy, 2002. – 21 s.
10. Svetozarov V.V. Osnovy statisticheskoy obrabotki rezultatov izmereniy. Uchebnoe posobie / V.V. Svetozarov – M.: Izd. MIFI, 2005. – 40 s.
11. Demidov I.M. Spozhyvchi vlastyvoli kharchovykh zhyrovyykh produktiv: Navchalnyy posibnyk / I.M. Demidov, V.K. Tymchenko – Kharkiv: NTU "KhPI", 2004. – 195 s.

Рецензенти: Мельникова О.З., к.б.н., доцент кафедри медичної фізики, біофізики і вищої математики ЗДМУ

Генчева В.І., к.б.н., доцент кафедри хімії ЗНУ.