

УДК: 577.161.3:612.392

АНАЛІЗ α -ТОКОФЕРОЛУ В ПРОДУКТАХ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Панасенко Т. В. к. фарм. н., Бутенко В. С.

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

TVgavrilyuk@mail.ru

Мета - ідентифікація вітаміну Е в продуктах харчування рослинного походження: волоському горісі та абрикосі, рослинній олії.

Методи. Якісний аналіз базується на здатності вітаміну Е до окиснення з концентрованою нітратною кислотою та ферум (III) хлоридом та утворенням токоферилхінону - сполуки червоно-помаранчевого кольору.

Результати та висновки. Проведено ідентифікацію токоферолу в грецькому горісі та абрикосовому соці, що базуються на його здатності до окиснення.

В результаті проведеного якісного аналізу встановлено, що вміст вітаміну Е значно більший у волоському горісі ніж в абрикосі.

Визначено кількісно, що в 1 г соняшниково-оливкової олії, де 90% - олія соняшникова рафінована, дезодорована виморожена марки П, 10 % - олія оливкова рафінована, містить 0,00275 мг токоферолу.

Ключові слова: *вітамін Е, токоферол, біологічна активність, кількісне визначення, фек, ідентифікація, харчові продукти, чутливість.*

АНАЛИЗ α -ТОКОФЕРОЛА В ПРОДУКТАХ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Панасенко Т. В., Бутенко В. С.

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

Определено качественно и количественно витамин Е в продуктах растительного происхождения, а именно: грецком орехе, абрикосовом соке, растительном масле.

Объект исследования - α -токоферол.

Методы исследований и аппаратура - качественный анализ, основанный на способности витамина Е к окислению с концентрированной азотной кислотой и железа (III) хлоридом и образования токоферилхинону - соединения красно-оранжевого цвета.

ANALYSIS α -TOCOPHEROL IN VEGETABLE PRODUCTS

Panassenko T. V., Butenko V. S.

Zaporizhia National University, Ukraine 69600, st. Zhukovsky, 66

ACCESSION

Tocopherols have begun to attract the attention of researchers from the early XX century. In 1919 Osborne and Mendel first found that rats reared on their proposed kazeinovom artificial diet developed sterility.

The structure of α -tocopherol Farenholts found that by conducting the reaction of decomposition and oxidation of α -tocopherol, showed the presence of tocopherol molecule nucleus hromana. By synthesis of α -tocopherol has been brought its structure .

Study Carrera, and other Imersonom late 30s oxidation reactions α -, β -tocopherols allowed to take them to the lower homologues α -tocopherol with one methyl group less. δ -tocopherol was obtained by synthesis in 1940, and later Stern was isolated in determining concentrates made from soybeans.

In 1950 it was discovered the existence of two tocopherol derivatives with unsaturated side chain - ξ and ξ_1 [11, 12]. These analogs α -tocopherol, and another 2 with unsaturated side chain isolated in purified form or prepared synthetically. The existence of past established recently

For all international nomenclature vitameram vitamin E tocopherol given name with the notation α , β , γ , and so on. D. [10].

The group of vitamin E include methyl derivative Protocol and tocotrienols possessing biological activity of α -tocopherol. The name "tocopherol" refers only to metyltokoliv and, therefore, is not identical with the broader term "vitamin E" [11].

Tocopherols belong to the original hromanu (benzo- γ -dyhidropiranu) [11, 12].

Protocol - the foundation structure of tocopherols - chemical ratio is 2-methyl-2- (4/8/12 / -trymetyltridetsyl) -6-oksyhromanom, ie 6 oksyhromanom substituted in the second position of the methyl group and a saturated side S16-izoprenoyidnym chain

The relevance of the work is that vitamin E enters the body through food of plant origin, so express sensitive methods of vitamin E in foods of plant origin are necessary.

MATERIALS AND METHODS

Research object. Vegetable oil oliya. That has a relatively high content of vitamin E. A solution of α -tocopherol in 96% -th ethanol. Preparation of experimental anhydrous sodium sulfate. A solution of potassium hydroxide. Conducting oil hydrolysis and extraction of vitamin E.

For the calibration solution using α -tocopherol, which contained the following concentrations: 100 mg of vitamin E per 1 mL, 200 mg of vitamin E per 1 mL, 300 mg of vitamin E per 1 mL, 400 mg of vitamin E per 1 ml.

To prepare the solution concentrations indicated above, were weighed on an analytical balance series AGN 0.0025 g, 0.005 g, 0.0075 g, 0.01 g and vitamin E were dissolved in 25 ml of ethanol.

RESULTS AND DISCUSSION

Identification of α -tocopherol in foods of plant origin

Qualitative reaction with concentrated nitric acid

In the experiment performed an emulsion was formed, which gradually was losing layers: upper oily layer acquired red. The colour change was due to the oxidation of α -tocopherol to α -tokoferylhinona having red or yellowish-red color.

Qualitative reaction with iron (III) chloride

The solution with apricot juice and iron (III) chloride when heated red acquired as a result of tocopherol oxidation of iron (III) chloride in tokoferylhinon.

As the results of the experiment, vitamin E in walnut is much greater than apricots.

In the course of quantitative analysis by measuring optical density (D) was built calibration schedule with a series of standard solutions of known concentration of tocopherol in ethanol, where the vertical axis delayed received optical density, and the horizontal axis - tocopherol concentration in ethanol, pg.

To determine the unknown concentration of vitamin oils in the study, a series of operations were done in which it was received and oxidized to color development, tocopherol. Then index optical density was lifted of the sample studied tocopherol, after which the previous schedule was built - a new calibration graph from the results of the concentration of vitamin E in 100 ml in the investigated oil.

To construct the calibration curve 5 ml each of a series of standard alcohol solutions of α -tocopherol to a specific concentration of oxidizing 1 ml of concentrated nitric acid in a boiling water bath for 3 min. The subsequent operations are identical to the activities described in the control and experimental samples. The obtained value extinction standard solution dyed lay on the vertical axis, and the corresponding quantity of α -tocopherol - on the horizontal axis.

Thus the results of research in 100ml sunflower, olive oil contains 275 mg of tocopherol.

CONCLUSIONS

1. Vitamin E is a group of similar structure compounds derived from Protocol. We know 8 close to the known structure of natural substances with activity tocopherol: four tocopherols (α , β , γ , δ) and four tocotrienols (α , β , γ , δ). The most active of these is an α -tocopherol, which is a 5,7,8- trymetylotokol.

2. An identification tocopherol in anut was made and apricot juice what is based on its ability to oxidation.

3. As a result of qualitative analysis – vitamin E is significantly greater in walnuts than in apricot.
4. It is quantified that in 1 g of sunflower-olive oil (where 90% is a sunflower refined and deodorized brands P) 10% is refined olive oil which contains 0.00275 mg of tocopherol.

ВСТУП

Токоферолі почали привертати увагу дослідників з початку ХХ ст. У 1919 р. Осборн і Мендель вперше виявили, що у щурів, вирощених на запропонованому ними штучному казеїновому раціоні, розвивалася стерильність.

Іванс і співавт у 1922 р. ретельно досліджували причини безпліддя у цих тварин [1]. Встановлено безпліддя у щурів, вирощених на штучній дієті (18% казеїну, 54% кукурудзяного крохмалю, 15% свинячого сала, 9% вершкового масла, 4% сольової суміші та приблизно 5% сухих пивних дріжджів) [2]. Хоча у самок і зберігся нормальний статевий цикл з регулярними овуляціями, нормальним заплідненням і імплантацією яйця, але плід, що розвивався, гинув. У самців набагато раніше наступали дегенеративні зміни сперматозоїдів, при цьому самці втрачали здатність до запліднення, а потім наступала атрофія зародкових клітин, припинення виділення сперми [1].

Іванс і Бур у 1927 р. припустили, що ці дефекти були обумовлені відсутністю в їжі піддослідних тварин якоїсь речовини [5-7]. Додавання до дієти риб'ячого жиру як джерела вітамінів А і D або соку апельсинів як джерела вітаміну С не усувало дефектів. У той же час введення в дієту великої кількості вершкового масла або листя салату повністю відновлювало плодючість тварин. Ті ж явища безпліддя було виявлено у щурів, що харчувалися тільки молоком.

Наприкінці 30-х років вивчення Каррером, Імерсоном та іншими реакцій окислення α -, β -токоферолів дозволило віднести ці речовини до нижчих гомологів α -токоферолу, що мають на одну метильну групу менше. δ -токоферол було отримано синтетичним шляхом у 1940 р., а пізніше – виділено Штерном при визначенні концентратів, виготовлених із соєвих бобів [5, 6].

У 1950-х роках були отримані інші токоферолі. Над з'ясуванням структури цих вітамінів працювало багато вчених. Так, у 1953 р. Еггитт виділив з пшениці п'ятий токоферол – 5-метилтокол, в 1955 р. Грін – шостий ξ_2 -токоферол із злакових зерен (цього токоферолу в ячмені виявилося 44% від усіх токоферолів), і, нарешті, в 1956 р. вдалося виділити сьомий – η -токоферол.

До групи вітаміну Е відносяться метильні похідні токолу і токотрієнолу, що володіють біологічною активністю α -токоферолу. Назва «токоферолі» відноситься тільки до метилтоколів і, таким чином, не є тотожною більш широкому терміну «вітамін Е» [11].

Токоферолі належать до похідних хроману (бензо- γ -дигідропірану).

Токол – основа структури токоферолів – за хімічним співвідношенням є 2-метил-2-(4',8',12'-триметилтридецил)-6-оксихроманом, тобто 6-оксихроманом, заміщеним в другому положенні метильною групою та боковим насиченим C_{16} -ізопреноїдним ланцюгом.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

ФОТОКОЛОРИМЕТРІЯ

Цей метод базується на використанні об'єднаного закону світло поглинання Бугера-Ламберта-Бера:

$$\lg \frac{I_0}{I} = \chi \cdot c \cdot l$$

де I_0 – інтенсивність світлового потоку, що падає на розчин речовини;

I – інтенсивність світлового потоку, що пройшов через розчин речовини;

χ – показник поглинання розчину;

c – концентрація досліджуваного розчину, моль/дм³;

l – товщина шару розчину, через який проходить світло, см.

Величина $\lg \frac{I_0}{I}$ називається оптичною густиною і позначається літерою D .

Закон Бугера-Ламберта-Бера справедливий лише у тому випадку, коли із зміною концентрації речовини вона не зазнає хімічних змін: не відбувається асоціація молекул при високій концентрації речовини, а також речовина не дисоціює на йони. Цей закон без обмежень можна застосовувати тільки для розведених розчинів, для концентрації речовин менше 0,01 моль/дм³.

Відносна похибка фотокolorиметричних вимірювань не перевищує 3 %.

ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

РОСЛИННА ОЛІЯ

Для досліджень відбирали олію із порівняно високим вмістом вітаміну Е. Соняшниково-оливкова олія: 90% – олія соняшникова рафінована, дезодорована, виморожена, марки П; 10% – олія оливкова рафінована. Густина – 0,920 г/л.

РОЗЧИН ТОКОФЕРОЛУ В 96%-ОМУ ЕТИЛОВОМУ СПИРТІ

Для проведення калібрування використовували розчин токоферолу, що містив такі концентрації: 100 мкг вітаміну Е на 1 мл, 200 мкг вітаміну Е на 1 мл, 300 мкг вітаміну Е на 1 мл, 400 мкг вітаміну Е на 1 мл.

Для приготування розчинів вказаних вище концентрацій зважували по 0,0025 г, 0,005 г, 0,0075 г, 0,01 г вітаміну Е на аналітичних вагах серії АГН і розчиняли в 25 мл етилового спирту в мірній колбі.

ПІДГОТОВКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РОЗЧИНІВ

Натрію сульфат безводний. Наважку натрію сульфату безводного 10 г висушували протягом 3-4 годин за температури 110 °С. Використовували цю наважку натрію сульфату як засіб для висушування для екстракції вітаміну Е [10, 11].

Розчин калію гідроксиду. 60 г сухої речовини розчиняли в 40 г дистилату. Отриманий розчин має концентрацію 60%.

ПРОВЕДЕННЯ ГІДРОЛІЗУ ОЛІЇ ТА ЕКСТРАГУВАННЯ ТОКОФЕРОЛУ

У колбу, забезпечену повітряним зворотним холодильником, вносять 100 мл олії, 25 мл 60%-вого розчину калію гідроксиду і 20 мл 96%-вого етилового спирту. Колбу нагрівають на киплячій водяній бані протягом 2 год. Отриманий гідролізат охолоджують, розводять 20 мл води і кількісно переносять в ділильну воронку.

Отримання α -токоферолу ведуть діетиловим ефіром, який вносять у ділильну воронку в три заходи: перший - екстракція - 50 мл, два наступних – по 25 мл ефіру. Сполучені разом ефірні витяжки промивають 3-4 рази дистильованою водою в ділильній воронці до повного

видалення луку (за фенолфталеїном) і висушують прожареним натрію сульфатом (5-7 г) до прозорої рідини.

Екстракт фільтрують у колбу на 100 мл, а осад на фільтрі промивають невеликою кількістю ефіру, який приєднують до основного екстракту. Ефір випаровують на водяній бані і отримують сухий залишок екстракту вітаміну^оЕ.

ПРОВЕДЕННЯ ФОТОМЕТРИЧНОГО АНАЛІЗУ

Визначення вітаміну Е в екстракті проводять фотометричним методом. Для цього використовують таке обладнання: фотоелектроколориметр; водяна баня; воронка ділильна на 200 мл; колби круглодонні на 100 і 250 мл із зворотним повітряним холодильником; колби мірні на 25 мл (2 шт.); циліндри вимірювальні з носиком на 25 мл (4 шт.); набір піпеток з міткою на 1, 2 і 5 мл; молоко; гідроксид калію (60%-вий); етиловий спирт (96%-вий); діетиловий ефір; сульфат натрію (прожарений); етиловий спирт (абсолютний); азотна кислота (ρ 1,4 г / см³); серія стандартних спиртових розчинів α -токоферолу із зростаючою концентрацією від 100 до 400 мкг в 1мл.

Отриманий сухий залишок (див. пункт 2.4) розчиняють в 5 мл абсолютного спирту і доливають 1 мл концентрованої азотної кислоти. До колби приєднують зворотний холодильник і нагрівають її для окиснення α -токоферолу протягом 3 хв. Для контролю використовують абсолютний етиловий спирт, 5 мл якого нагрівають так само, як і досліджуваній розчин, з 1 мл концентрованої азотної кислоти протягом 3 хв на киплячій водяній бані. Обидві колби охолоджують і залишають на 15 хв в темряві для розвитку забарвлення. Потім дослідну і контрольну реакційні суміші переносять кількісно в мірні колби на 25 мл і доводять абсолютним спиртом до мітки. Оптичну густина забарвленого розчину знаходять на фотоелектроколориметрі з синім світлофільтром (440 нм) в порівнянні з контролем і за величиною її визначають вміст вітаміну Е у вихідному розчині за калібрувальною кривою.

Побудова калібрувального графіка для визначення вмісту вітаміну Е

Для побудови калібрувальної кривої 5 мл кожного з серії стандартних спиртових розчинів токоферолу з певною його концентрацією окиснюють 1 мл концентрованої азотної кислоти протягом 3 хв на киплячій водяній бані. Подальші операції ідентичні операціям, описаними для контрольної і дослідної проб. Отримані величини екстинкції забарвлених стандартних розчинів відкладають по осі ординат, а відповідні їм кількості α -токоферолу – по осі абсцис.

Проведення якісних реакцій в горісі та абрикосі на наявність вітаміну Е

Для цього використовують таке обладнання та реактиви: штатив лабораторний з пробірками; сік концентрований абрикосовий, горіх грецький; азотна кислота (конц.); ферум (III) хлорид.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Хімічні властивості токоферолів обумовлені двома основними особливостями їх молекули:

- а) наявністю вільної гідроксо-фенольної групи в ароматичному кільці хроману, яка може бути ацетильована, етерифікована, фосфорильована;
- б) гідрохінонним характером оксихроманового кільця, що обумовлює його легку здатність до окиснення з утворенням хінонів.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ А-ТОКОФЕРОЛУ В ПРОДУКТАХ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

ЯКІСНА РЕАКЦІЯ З КОНЦЕНТРОВАНОЮ НІТРАТНОЮ КИСЛОТОЮ

Для визначення вітаміну Е в абрикосовому соці ми використали як реактив концентровану азотну кислоту. Для цього у першу пробірку додали 1 мл абрикосового соку, а у другу – 1 г

перетертого грецького горіху. До кожної пробірки додавали по 10 крапель концентрованої азотної кислоти. Вміст пробірок струшували.

Пробірки помістили на водяну баню, нагріту до 70 °С. При цьому утворювалася емульсія, яка поступово розшаровувалася: верхній маслянистий шар набував червоного забарвлення. Зміна кольору була обумовлена окисненням α -токоферолу до α -токоферилхінона, що має червоний чи жовтувато-червоний колір. Схема реакції зображена на рис. 1.

Рисунок 1 Реакція окиснення α -токоферолу концентрованою нітратною кислотою

Примітка: 1- α -токоферол; 2- орто-токоферилхінон, червоно-помаранчевого кольору

ЯКІСНА РЕАКЦІЯ З ФЕРУМ (III) ХЛОРИДОМ

Для проведення досліду у першу пробірку наливали 1 мл абрикосового соку, а у другу клали 1 г перетертого грецького горіху. В кожному пробірку додавали 0,5 мл ферум (III) хлориду і ретельно перемішували вміст пробірок.

Розчин при нагріванні набував червоного кольору в результаті окиснення токоферолу ферум (III) хлоридом в токоферилхінон (рис. 2).

Як показали результати досліду, вміст вітаміну Е у волоському горісі значно більший, ніж в абрикосі.

Рисунок 2 Реакція окиснення α -токоферолу ферум (III) хлоридом

Примітка: 1- α -токоферол, 2- токоферилхінон, червоного кольору

КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВІТАМІНУ Е

У колбу, забезпечену повітряним зворотним холодильником, вносять 100 мл олії, 25 мл 60%-вого розчину калію гідроксиду і 20 мл 96%-вого етилового спирту. Колбу протягом 2 год нагрівають на киплячій водяній бані. Отриманий гідролізат охолоджують, розбавляють 20 мл води і кількісно переносять в ділильну воронку.

Отримання α -токоферолу ведуть діетиловим ефіром, який вносять у ділильну воронку в три підходи: перший екстракція - 50 мл, два наступних – по 25 мл ефіру. Сполучені разом ефірні витяжки промивають 3-4 рази дистильованою водою в ділильній воронці до повного видалення луку (за фенолфталеїном) і висушують прожареним натрію сульфатом (5-7 г) до прозорої рідини.

Екстракт фільтрують у колбу на 100 мл, а осад на фільтрі промивають невеликою кількістю ефіру, який приєднують до основного екстракту. Ефір випаровують на водяній бані, а отриманий сухий залишок розчиняють в 5 мл абсолютного спирту і доливають 1 мл концентрованої азотної кислоти. Зворотний холодильник приєднують до колби, яку нагрівають протягом 3 хв для окиснення α -токоферолу. Для контролю використовують абсолютний етиловий спирт, 5 мл якого нагрівають так само, як і досліджуваний розчин, з 1 мл концентрованої нітратної кислоти протягом 3 хв на киплячій водяній бані.

Обидві колби охолоджують і залишають на 15 хв в темряві для розвитку забарвлення. Потім дослідну і контрольну реакційні суміші переносять кількісно в мірні колби на 25 мл і доводять абсолютним спиртом до мітки. Оптичну густину зафарбованого розчину знаходять, на фотоелектроколориметрі з довжиною хвилі 440 нм проти контролю і за величиною її визначають вміст вітаміну Е у вихідному розчині за калібрувальною кривою.

Для побудови калібрувальної кривої 5 мл кожного з серії стандартних спиртових розчинів α -токоферолу з певною його концентрацією окислюють 1 мл концентрованої азотної кислоти

протягом 3 хв на киплячій водяній бані. Подальші операції ідентичні операціям, описаними для контрольної і дослідної проб. Отримані величини екстинкції забарвлених стандартних розчинів відкладають по осі ординат, а відповідні їм кількості α -токоферолу – по осі абсцис. Розрахунок ведуть за формулою:

$$C = \frac{x \cdot V \cdot \rho}{a \cdot 1000}$$

де С - вміст вітаміну Е в 1 г пробі (в мг);

х - знайдене по калібрувальній кривій кількість вітаміну Е в 1 мл розчину (мкг);

V - загальний обсяг дослідженого розчину з урахуванням всіх розведень (мл);

ρ - густина досліджуваного розчину олії;

а - маса олії (г);

1000 - коефіцієнт для переведення мікрограмів в міліграми.

Побудова калібрувального графіку

За результатами вимірів оптичної щільності (D) було побудовано калібрувальний графік зі серії стандартних розчинів відомої концентрації токоферолу в етиловому спирті, де по осі ординат відкладено отриману оптичну густина, а на осі абсцис - концентрацію токоферолу в етиловому спирті, мкг (рис. 3).

Для визначення невідомої концентрації вітаміну в досліджуваній олії було проведено ряд операцій за яких було отримано і окиснено, для розвитку забарвлення, токоферол. Потім було знято показник оптичної густини з досліджуваної проби токоферолу (табл. 1), після чого по графіку, що зображений на рис. 3.3, було побудовано новий калібрувальний графік з результатами концентрації вітаміну Е в 100 мл досліджуваної олії (рис. 4).

Отже за результатами дослідження в 100 мл соняшниково-оливкової олії міститься 275 мкг токоферолу.

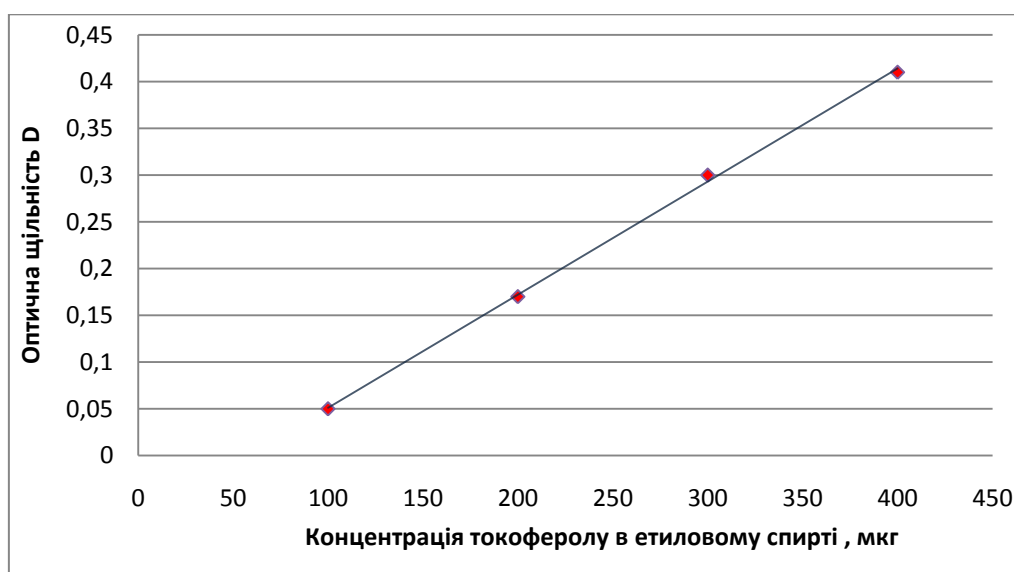


Рисунок 3 Калібрувальний графік з серією стандартних розчинів α -токоферолу

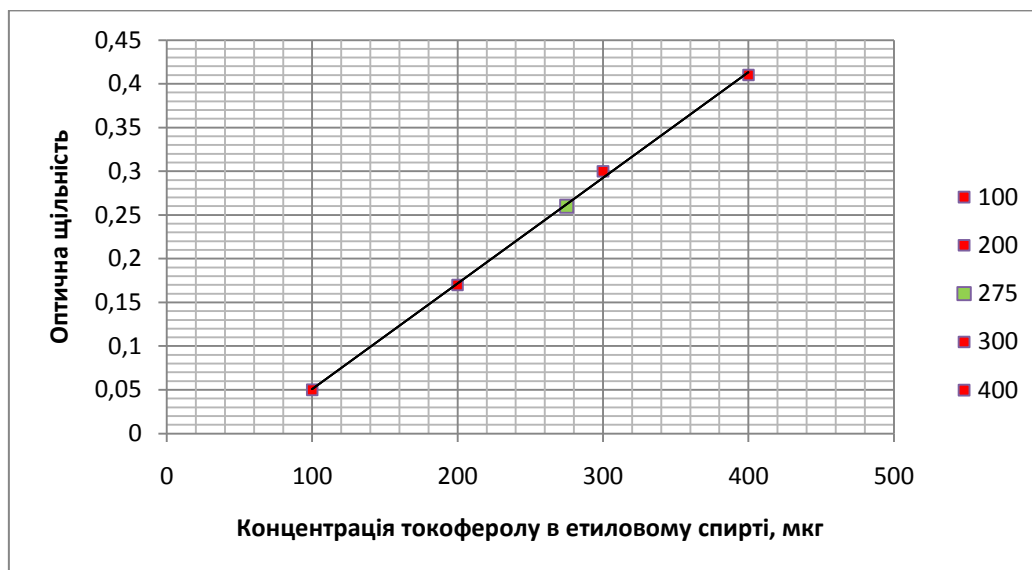


Рисунок 4 Визначення концентрації вітаміну Е в соняшниково-оливковій олії

Таблиця 1 Показники оптичної густини при відповідній концентрації вітаміну Е

Концентрація вітаміну Е в етиловому спирті, мкг	Оптична густина
100	0,05
200	0,17
275	0,26
300	0,3
400	0,41

ВИСНОВКИ

- Вітамін Е являє собою групу близьких за будовою сполук, похідних токолу. Відомо 8 близьких за структурою природних речовин з активністю токоферолу: 4 токоферолу (α , β , γ , δ) і 4 токотрієнолу (α , β , γ , δ). Найактивніший з них α -токоферол, який являє собою 5,7,8-триметилтоколу.
- Проведено ідентифікацію токоферолу в грецькому горісі та абрикосовому соці, що базуються на його здатності до окиснення.
- В результаті проведеного якісного аналізу встановлено, що вміст вітаміну Е значно більший у волоському горісі ніж в абрикосі.
- Визначено кількісно, що в 1 г соняшниково-оливкової олії, де 90% - олія соняшникова рафінована, дезодорована виморожена марки П, 10 % - олія оливкова рафінована, містить 0,00275 мг токоферолу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Надиров Н.К. Токоферолы - биологически активные вещества. / Надиров Н. К. – М.: Знание, 1981. - 64 с.
2. Мельничук Д.О. Біохімія: практикум / [Мельничук Д.О., Мельничук С.Д, Калачнюк Л.Г., та інші] За загальною редакцією академіка НАН України і НААН України Д.О. Мельничука. – К: НУБіП України, 2012. – 528 с.
3. Хімія харчування: Метод. Матеріали / Упоряд : О.Каретникова, Т. Мальченко – К : 2005. - 128 с.
4. Скоробогатий П.В. Харчова хімія / [Скоробогатий П.В., Гуїй А.В., Завепуха О.М.] - Львів : Новий світ, 2012. – 514 с.
5. Roles of antioxidant vitamins in chronic disease prevention: 85th AOCS Annu. Met. and Relat, Mater.— 1994.— 5.— № 4.— P. 487.
6. Маев И. В., Витамины/ И.В. Маев, А.Н. Казолин, П.А. Белый. – М. : МЕД пресс- информ, 2011. – 544 с.
7. Комов В. П., шведова В.Н. Биохимия: учеб М. 2004 – 638 с.
8. Біохімія: практикум / Д.О. Мельничук, С.Д. Мельничук, Л.Г.Калачнюк, М.В. Шевряков, Г.І. Калачнюк. За загальною редакцією академіка НАН України і НААН України Д.О. Мельничука. – К: НУБіП України, 2012. – 528 с.
9. Методи контролю якості харчової продукції: навч пос/ за ред. А. М. Крайнюк - Суми: Університет, книга, 2012 – 512 с.
10. Barker I. B., Summerson W. H. “J. Biol. Chem.”, 1941, vol.138
11. Другов Ю. С. Анализ загрязненных биосред и пищевых продуктов: . _ М.: Бном, Лаборатория знаний, 2007. – 294 с.
12. Смирнов В.А. Витамины и коферменты: учеб. пособ. Ч. 2 / В.А. Смирнов, Ю.Н. Климочкин. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 91 с.
13. Межгосударственный стандарт . Масла растительные. Методы определения массовых долей витаминов А и Е. ГОСТ 30417-96. От 01.01.1998

REFERENCES

1. Nadirov N.K. Tokoferoly - biologicheskii aktivnyye veshchestva. / Nadirov N. K. – М.: Znanie, 1981. - 64 s.
2. Mel'nichuk D.O. Biokhimiya: praktikum / [Mel'nichuk D.O., Mel'nichuk S.D, Kalachnyuk L.G., ta inshi] Za zagal'noyu redaktsieyu akademika NAN Ukraïni i NAAN Ukraïni D.O. Mel'nichuka. – K: NUBiP Ukraïni, 2012. – 528 s.
3. Khimiya kharchuvannya: Metod. Materiali / Uporyad : O.Karetnikova, T. Mal'chenko – K : 2005. - 128 s.
4. Skorobogatii P.V. Kharchova khimiya / [Skorobogatii P.V., Guii A.V., Zavepukha O.M.] - L'viv : Novii svit, 2012. – 514 s.
5. Roles of antioxidant vitamins in chronic disease prevention: 85th AOCS Annu. Met. and Relat, Mater.— 1994.— 5.— № 4.— P. 487.
6. Maev I. V., Vitaminy/ I.V. Maev, A.N. Kazolin, P.A. Belyi. – М. : MED press- inform, 2011. – 544 s.

7. Komov V. P., shvedova V.N. Biokhimiya: ucheb M. 2004 – 638 s.
8. Biokhimiya: praktikum / D.O. Mel'nichuk, S.D. Mel'nichuk, L.G.Kalachnyuk, M.V. Shevryakov, G.I. Kalachnyuk. Za zagal'noyu redaktsieyu akademika NAN Ukraïni i NAAN Ukraïni D.O. Mel'nichuka. – K: NUBiP Ukraïni, 2012. – 528 s.
9. Metodi kontrolyu yakosti kharchovoï produktsii: navch pos/ za red. A. M. Krainyuk - Sumi: Universitet, kniga, 2012 – 512 s.
10. Barker I. B., Summerson W. H. “J. Biol. Chem.”, 1941, vol.138
11. Drugov Yu. S. Analiz zagryaznennykh biosred i pishchevykh produktov: . _ M.: Bnom, Laboratoriya znanii, 2007. – 294 s.
12. Smirnov V.A. Vitaminy i kofermenty: ucheb. posob. Ch. 2 / V.A. Smirnov, Yu.N. Klimochkin. – Samara: Samar. gos. tekhn. un-t, 2008. – 91 s.
13. Mezghosudarstvennyi standart . Masla rastitel'nye. Metody opredeleniya massovykh dolei vitaminov A i E. GOST 30417-96. Ot 01.01.1998

Рецензенти: Парченко В.В. д.фарм.н., професор кафедри токсикологічної і неорганічної хімії ЗДМУ
Завгородній М.П. к.б.н., доцент кафедри хімії ЗНУ