

УДК 633.863.2:[631.531.01:581.134] (477.52/.54)

**В.К. Пузік, д-р с.-г. наук, професор**  
**Є.А. Криштоп, канд. с.-г. наук, доцент**  
**В.В. Волощенко, канд. вет. наук, доцент**  
Харківський національний аграрний університет  
імені В.В. Докучаєва  
(м. Харків, Україна)

## **ВИВЧЕННЯ ЖИРНО-КИСЛОТНОГО СКЛАДУ ОЛІЇ З НАСІННЯ САФЛОРУ, КУЛЬТИВОВАНОГО В УМОВАХ СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ, І ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ**

Розглянуто питання використання перспективної олійної культури сафлору красильного як джерела сировини для виробництва рослинної олії. За допомогою методу газової хроматографії було досліджено жирно-кислотний склад жирної олії насіння різних сортів сафлору красильного (*Carthamus tinctorius L.*), культивованого в умовах Східного Лісостепу України. Основною за вмістом жирною кислотою у складі олії насіння сафлору красильного є ненасичена лінолева кислота.

**Ключові слова:** культура, сафлор красильний, сорт, насіння, жирні кислоти, лінолева кислота, газова хроматографія.

**Постановка проблеми.** В останні роки кліматичні умови вирощування сільськогосподарських культур в Україні змінюються. Спостерігається тенденція частого настання посушливих років, особливо 2015 р. У зв'язку з цим виникає гостра потреба у посухостійких і рентабельних культурах, диверсифікації оброблюваних культур. Однією з таких культур є сафлор красильний (*Carthamus tinctorius L.*), який вважається одним із джерел світового виробництва рослинної олії.

Ринок насіння сафлору в Україні перебуває на етапі формування і виробляється в дуже обмежених кількостях. Посівні площі під цією культурою не перевищують 1,5-2 тис. га і зосереджені у Херсонській, Миколаївській областях та АР Крим, але ці площі необхідно збільшувати. Експорт сафлору з України за підсумками 2014/15 сезону становив 879 т, тобто 52 % усього врожаю. Головними напрямками експорту стали країни ЄС і ОАЕ, де цей продукт має високий і стабільний попит [1]. Отже, вирощувати його комерційно вигідно для сільгоспвиробників. Особлива цінність вирощування сафлору красильного полягає у широких можливостях використання рослинної олії з його насіння.

Головна вимога до сортів сафлору при виробництві, переробці і продажу – це наявність інформації про жирно-кислотний склад насіння. Цей показник у даний момент обов'язковий при його виробництві у ро-

звинених країнах, оскільки від нього залежить напрямок використання сафлорової олії. Така інформація відповідно підвищує вартість продукції і його комерційну привабливість. Отже, актуальним є вивчення жирно-кислотного спектра насіння сафлору в залежності від умов вирощування, а також дослідження можливих шляхів його оптимізації.

**Аналіз останніх досліджень і постановка завдання.** Аналіз наукових досліджень свідчить [2, 3, 4], що у світовій практиці інтерес до сафлору у різні періоди то зростає, то зменшувався. Широке біохімічне дослідження останніх десятиліть показали, що сафлор має високу перспективність використання як харчова [5], лікарська [6, 7], кормова [8], технічна (біоенергетична) [9] та фітотерапевтична культура [10].

Останнім часом потреби в олії сафлору зростають серед людей розвинених країн, які дбають про своє здоров'я. Олія сафлору вважається корисною через високу концентрацію поліненасичених жирних кислот та займає особливе місце, оскільки має дуже високий вміст лінолевої кислоти, яка відноситься до незамінних, тобто не може бути синтезована у людському організмі [11]. Вона необхідна для забезпечення цілісності плазматичних мембран, процесів росту і відтворення, а також функціонування шкіри та інших органів.

Лінолева кислота як незамінна жирна кислота, крім харчового призначення, застосовується в оліях, кремах, очищувальних засобах для пом'якшення шкіри та запобігання в'яненню. Креми на її основі знімають подразнення, підвищують захисні властивості шкіри і сприяють її зволоженню. Крім того, рослинні олії з високим вмістом лінолевої кислоти використовуються у композиціях смол і барвників.

Інтерес також викликає корисний вплив сполучених жирних кислот на здоров'я людини. Їх потенційними терапевтичними властивостями є антиканцерогенна, антиатеросклеротична дія, здатність прискорювати ріст у дітей, що погано набирають вагу. Дефіцит лінолевої кислоти різко виявляється в дитинстві та у осіб похилого віку. Сафлорова олія є природною сировиною для виробництва сполученої лінолевої кислоти (*conjugated linoleic fatty acids – CLA*) [12, 13].

Такі мононенасичені сполуки, як олеїнова кислота, як правило, сприяють зниженню рівня «поганого» холестерину, не впливаючи на «гарний» холестерин. Тому, сорти сафлору з високим вмістом олеїнової кислоти стали домінуючими у міжнародній торгівлі з кінця 1995 р. [14]. Цю олію можна порівняти з оливковою олією, вона стабільна при нагріванні і використовується, в основному, як високоякісна олія для смаження, наприклад, при приготуванні картопляних чіпсів. Вона також застосовується при виробництві дитячого харчування і косметики. При цьому у промисловості олеїнова кислота використовується як основа для отримання лаків, емалей, оліфи, фарби. Її застосовують як

пластичну речовину у парфумерії, а солі олеїнової кислоти – як миючі засоби.

Відомості про жирні кислоти сафлору красильного в умовах Східного Лісостепу України майже відсутні, тому вивчення жирно-кислотного складу насіння цієї рослини має практичне значення та викликає науковий інтерес.

**Метою** наших досліджень було вивчення якісного складу жирних кислот та їх кількісного вмісту в олії з насіння різних сортів сафлору красильного, вирощеного в умовах Східного Лісостепу України.

**Методика досліджень.** Експериментальні дослідження виконували в умовах науково-дослідного поля Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва на чорноземі типовому важко-суглинковому протягом 2012-2014 рр. Об'єктом дослідження було насіння трьох сортів сафлору красильного – Сонячний і Живчик, які були виведені співробітниками Інституту олійних культур (м. Запоріжжя) та Лагідний, створений спільно з науково-виробничою фірмою «Дріада».

Аналіз жирно-кислотного складу олії у насінні здійснювали в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот на газовому хроматографі «Селміхром-1» з полум'яно-іонізаційним детектором. Речовини розділяли на газохроматографічній колонці з нержавіючої сталі довжиною 2,5 м і внутрішнім діаметром 4 мм. Колонку заповнювали нерухомою фазою – інертном, який був оброблений 10% діетиленглікольсукцинатом (DEGS).

Жирно-кислотний склад олій визначали за часом виходу відповідних метилових ефірів за таких хроматографічних умов: температура термостату колонок – 180 °С; температура випарника – 230 °С; температура детектора – 220 °С; швидкість потоку газу-носія (азоту) – 30 см<sup>3</sup>/хв.; об'єм проби – 2 мм<sup>3</sup> розчину метилових ефірів кислот у гексані. Ідентифікацію метилових ефірів жирних кислот здійснювали, порівнюючи час утримання кожного компонента жирної олії у порівнянні зі стандартною сумішшю.

Як референтні зразки використовували стандарти насичених та ненасичених метилових ефірів жирних кислот фірми «Sigma». Метиллові ефіри жирних кислот отримували за модифікованою методикою Пейскера. Для метилювання використовували суміш хлороформу з метанолом і кислотою сульфатною у співвідношенні 100:100:1. У скляну ампулу вміщували 30-50 мкл екстракту ліпідів, додавали 2,5 мл метилюючої суміші, ампули запаювали, вміщували в термостат з температурою 105 °С на 3 год. Після закінчення метилювання ампули відкривали, вміст переносили в пробірку, додавали порошок цинку сульфату на кінчику скальпеля, 2 мл води очищеної та 2 мл гексану для екстракції метилових ефірів. Після ретельного збовтування та відстоювання гек-

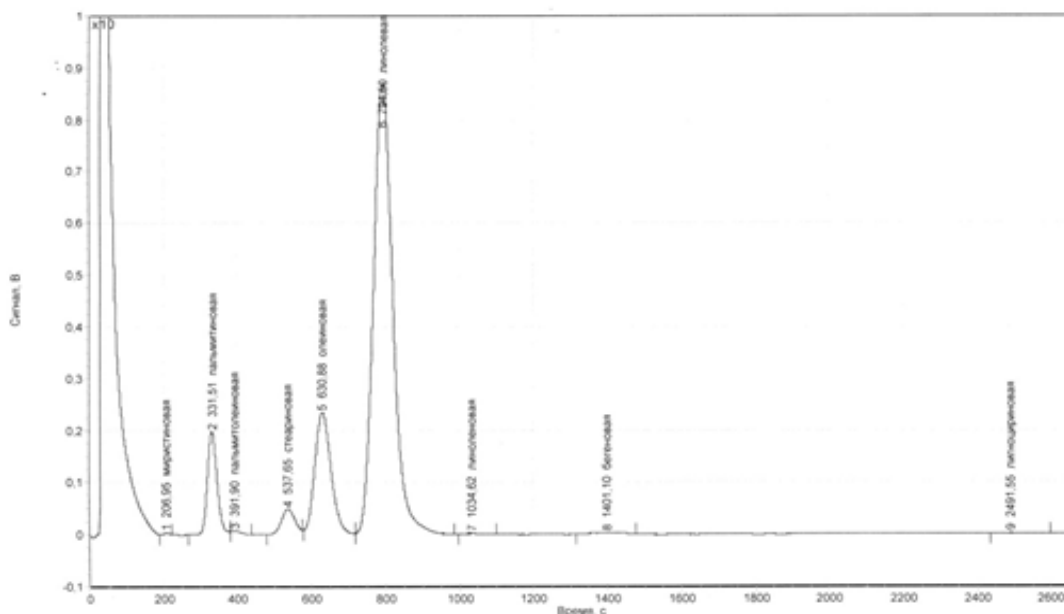
сановий екстракт фільтрували та використовували для хроматографічного аналізу [15].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Результати визначення вмісту жирних кислот у насінні різних сортів сафлору красильного наведені у таблиці.

### 1. Жирно-кислотний склад олії насіння різних сортів сафлору красильного

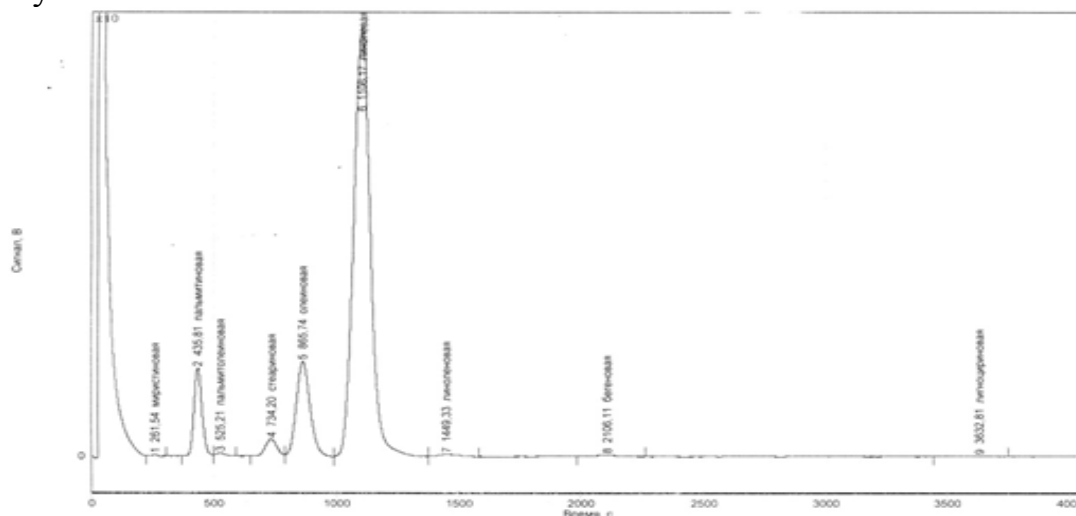
№	Індекс жирної кислоти	Назва жирної кислоти	Жирно-кислотний вміст (масова частка, %)		
			Сонячний	Живчик	Лягідний
1	14:0	Мірістинова	0,09	0,08	0,09
2	16:0	Пальмітинова	8,30	7,50	7,30
3	16:1	Пальмітинолеїнова	0,32	0,33	0,30
4	18:0	Стеаринова	2,91	2,15	2,31
5	18:1	Олеїнова	16,37	13,90	13,60
6	18:2	Лінолева	71,40	75,04	75,04
7	18:3	Ліноленова	0,27	0,39	0,63
8	22:0	Бегенова	0,18	0,45	0,50
9	24:0	Лігноцеринова	0,18	0,17	0,25

Як свідчать представлені у таблиці дані, у насінні сафлору красильного ідентифіковано дев'ять жирних кислот, а саме: мірістинова, пальмітинова, пальмітинолеїнова, стеаринова, олеїнова, лінолева, ліноленова, бегенова, лігноцеринова кислоти. Було встановлено, що домінуючою в усіх досліджуваних сортах сафлору красильного є лінолева кислота, яка належить до ненасичених жирних кислот (рис. 1–3).

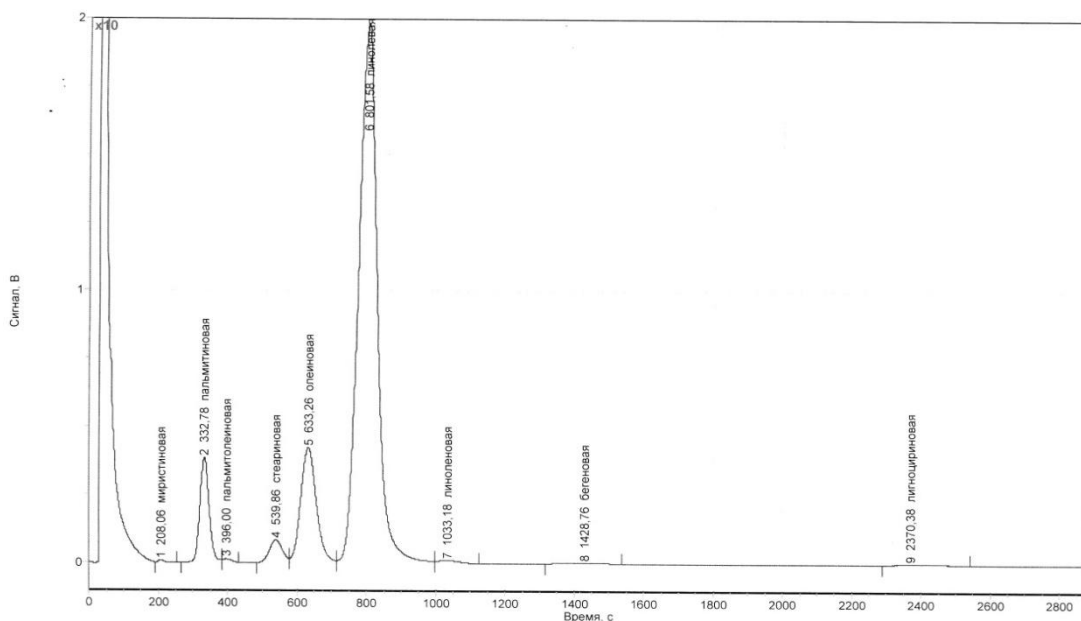


**Рис. 1.** Хроматографічний профіль гексанових екстрактів ефірів олії насіння сафлору красильного сорту Сонячний

Так, найбільші значення за цим показником були отримані у сортів Живчик та Лагідний – 75,04 %, у сорту Сонячний масова частка лінолевої кислоти становила 71,40 %. Порівняно з ГОСТ 30623-98 [16] вміст лінолевої кислоти був дещо нижчим, але близьким до стандарту. Тобто більш перспективними щодо можливостей використання є сорти Живчик і Лагідний, де масова частка цієї кислоти становить 95,5 % від нормативного показника. Дослідженнями встановлені можливості вирощування сафлору у лісостеповому регіоні України, оскільки вміст лінолевої кислоти в насінні є достатньо високим для місцевих агрокліматичних умов.



**Рис. 2. Хроматографічний профіль гексанових екстрактів ефірів олії насіння сафлору красильного сорту Живчик**



**Рис. 3. Хроматографічний профіль гексанових екстрактів ефірів олії насіння сафлору красильного сорту Лагідний**

Олеїнова та пальмітинова кислоти були також основними компонентами вмісту насіння сафлору красильного, але у меншій кількості. При цьому вміст олеїнової кислоти у сорту Сонячний був на рівні 16,37 %, тоді як у сортів Лагідний та Живчик цей показник становив 13,60 та 13,90 % відповідно. Аналогічну закономірність ми спостерігали, щодо пальмітинової кислоти (8,30 %, 7,50 % та 7,50 % відповідно), але у де-що меншій кількості.

Отже, жирно-кислотний склад насіння різних сортів сафлору красильного залежить від ґрунтово-кліматичних умов та сортових особливостей. На нашу думку, потрібно посилити напрямки щодо оптимізації жирно-кислотного складу насіння сафлору, що дасть додаткові можливості для досліджень цієї культури. Завдяки різному жирно-кислотному складу олії насіння сафлору, його можна широко використовувати у промисловості, для харчових, фармацевтичних і технічних потреб у народному господарстві.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** 1. Вперше в умовах Східного Лісостепу України методом газової хроматографії досліджено жирно-кислотний склад олій із насіння трьох сортів сафлору красильного, вирощених на базі науково-дослідного поля ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. 2. В об'єктах дослідження серед ідентифікованих компонентів визначено дев'ять жирних кислот, серед яких переважаючою була лінолева (71-75 %). 3. Сафлор красильний, культивованій в умовах Східного Лісостепу України, є перспективним для подальших досліджень щодо поліпшення або оптимізації жирно-кислотного складу олії з насіння цієї культури. 4. Олія з насіння сафлору становить інтерес для подальшого вивчення і можливостей широкого застосування у харчовій, фармацевтичній та біоенергетичній сферах.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Украина. Экспортировано более половины урожая сафлора – [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.ukragroconsult.com/news/ukraina-eksportirovano-bolee-poloviny-urozhaya-saflora>.

2. Li Dajue and H. Henning Mundel. Safflower, *Carthamus tinctorius* L. International Plant Genetic Resources Institute, 1996, 83 p.

3. Ekin Z. Resurgence of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) utilization: a global view / Z. Ekin // Journal of Agronomy. – 2005. – Т. 4. – №. 2. – Р. 83–87.

4. Emongor V. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) the Underutilized and Neglected Crop: A Review / V. Emongor // Asian Journal of Plant Sciences, 2010. – № 9. – Р. 299–306.

5. Зубков В.В. Перспективы использования масла семян сафлора красильного в пищевой и фармацевтической промышленности / В.В. Зубков, А.В. Милёхин, В.А. Куркин и др. // Известия Самарского науч. центра Рос. Акад. наук, т. 16, №5(3), 2014. – С. 1135-1139. [Элект-

ронный ресурс] / Режим доступа: [http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2014/2014\\_5\\_1135\\_1139.pdf](http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2014/2014_5_1135_1139.pdf)

6. Asgarpanah J. Phytochemistry, pharmacology and medicinal properties of *Carthamus tinctorius* L / Asgarpanah J., Kazemivash N. // Chinese journal of integrative medicine. – 2013. – Т. 19. – №. 2. – Р. 153–159.

7. Харисова А.В. Фармакогностическое исследование сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.): дис. ... канд. фарм. наук: 14.04.02 / Харисова Алина Владиславовна; [Самарский гос. мед. ун-т]. – Самара, 2014. – 160 с.

8. Heuzé V. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seeds and oil meal. Feedipedia.org. / V. Heuzé, G. Tran, P. Chapoutot et al. / A programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO, 2012. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.feedipedia.org/node/>

9. Khanahmadzadeh S. Physico-Chemical Properties of Biodiesel Produced from Safflower Oil (Isfahan Cultivar) / S. Khanahmadzadeh, A. Khanahmadzadeh // Journal of Basic and Applied Scientific Research – 2012. – № 2(11) – Р. 11521–11525.

10. Angelova V. R. Et al. Potential of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) for Phytoremediation of Soils Contaminated with Heavy Metals. [Электронный ресурс] / Режим доступа: – <http://www.waset.org/publications/10001509>

11. О'Браен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение / Р.О'Браен; [пер. С англ. В.Д. Широкова, Д.А. Бабейкиной, Н.С. Селивановой и др.]. – [2-е изд.]. – СПб.: Профессия, 2007. – 752 с.

12. Terrones A. Safflower: a specialty oil in the world market / Proceedings of the World Conference on oilseed Processing and Utilization // R.F. Wilson ed. – Champaign, IL: AOCS Press, 2001. – Р. 145–150.

13. Дикий шафран – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://vivasanint.com/upload/iblock/b83/b83d97e164c7cddf7bc9ba73fd70b7ea.pdf>

14. Мархабаева А.Е. Оценка исходного материала для создания отечественных сортов сафлора / А.Е. Мархабаева, С.А. Оразбаев // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия аграрных наук. – 2014. – №. 3. – С. 31–35.

15. Прохорова М.И. Методы биохимических исследований / М.И. Прохорова. – Л.: Химия, 1982. – 272 с.

16. ГОСТ 30623-98 Масла растительные и маргариновая продукция. Введ. 01.01.2000. – Минск: Изд-во стандартов, 1998. – 19 с.

Стаття надійшла до редакції  
07.11.2015

**В.К. Пузик, д-р с.-х. наук, профессор**  
**Е.А. Криштоп, канд. с.-х. наук, доцент**  
**В.В. Волощенко, канд. вет. наук, доцент**  
Харьковский национальный аграрный  
университет им. В.В. Докучаева  
г. Харьков, Украина

### **ИЗУЧЕНИЕ ЖИРНО-КИСЛОТНОГО СОСТАВА МАСЛА ИЗ СЕМЯН САФЛОРА, КУЛЬТИВИРОВАННОГО В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ ЛЕСО- СТЕПИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Рассмотрены вопросы использования перспективной масличной культуры сафлора красильного в качестве источника сырья для производства пищевого растительного масла.

Сафлор красильный (*Carthamus tinctorius L.*) – универсальная культура по распространению и использованию в сельскохозяйственном производстве. Несмотря на то, что сафлор известен с древности, данная культура до сих пор является малоизученной. Коммерческая привлекательность возделывания сафлора заключается в его высокой засухоустойчивости и высоком качестве получаемого масла. Сафлор красильный возделывают, главным образом, для получения семян, масло из которых употребляют в пищу (по вкусу напоминает подсолнечное), а также используют для технических и лекарственных целей.

В последнее время возрастает потребность в масле сафлора в связи с высоким уровнем в нем полиненасыщенных жирных кислот. Однако среди специалистов сельскохозяйственного производства Украины пока не сформировалось позитивное отношение к сафлору, что обусловлено недостатком информации по использованию этой культуры, а также неотработанной технологией её промышленного возделывания и способов переработки.

С помощью метода газовой хроматографии был исследован жирно-кислотный состав жирного масла семян разных сортов сафлора красильного, культивируемого в условиях Восточной Лесостепи Украины. Основной по содержанию жирной кислотой в составе масла семян культуры сафлора красильного является ненасыщенная линолевая кислота.

**Ключевые слова:** культура, сафлор красильный, сорт, семена, жирные кислоты, линолевая кислота, газовая хроматография.

**V.K. Puzik, doctor of agricultural science**  
**Y.A. Krishtop, candidate of agricultural**  
**V.V. Voloshchenko, candidate of veterinarian science**  
Kharkov National Agrarian University named V.V Dokuchaev, Ukraine

### **STUDY OF FATTY ACID COMPOSITION OF OIL FROM SEEDS OF SAFFLOWER, CULTIVATED IN THE EASTERN STEPPE REGION OF UKRAINE AND PERSPECTIVES OF ITS FUTURE USE**

The article presents deals with the use of perspective oil culture, safflower as a source of raw materials for the production of edible fatty oil.



Safflower (*Carthamus tinctorius L.*) is a universal crop for the distribution and use in agricultural production. At the same time, despite the fact that safflower has been known since antiquity, this crop is still studied a little. The commercial cultivation of safflower attractiveness lies in its high resistance to drought and high quality of the oil obtained. Safflower is cultivated, mainly, for receiving seeds the oil of which is used in food (it reminds sunflower by taste) and it is used for the technical and medicinal purposes.

The demand for safflower oil has been increasing over the last period due to the high level content of polyunsaturated fatty acids. However, the positive attitude to safflower has not been formed yet that caused by the lack of information on the use of this crop among the professionals of agricultural production in Ukraine and the unproven technology of its commercial cultivation and processing methods.

With the using of the method of gas chromatography there was studied the composition of fatty oil of safflower different varieties seed's cultivated in the Eastern steppe of Ukraine region. There was shown that the main fatty acid of the culture safflower seed oils is linoleic acid.

**Keywords:** culture, safflower, variety, seeds, fatty acids, linoleic acid, gas chromatography.