

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
XVIII Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції
**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»**

29-30 вересня 2020 року



Одеса
Видавець Бондаренко М. О.
2020

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

3-41

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Одеської національної академії харчових технологій,
протокол № 3 від 6 жовтня 2020 р.*

Відповідальний редактор:

Тітлов О. С., завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики, д-р. техн. наук, професор.

*За достовірність інформації
відповідає автор публікації*

Збірник наукових праць за матеріалами XVIII Всеукраїнської 3-41 науково-технічної онлайн-конференції «Актуальні проблеми енергетики та екології» 29-30 вересня 2020 року / ред. О. С. Тітлов. – Одеса : ФОП Бондаренко М. О., 2020. – 280 с.

ISBN 978-617-7829-81-1

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень, що представлені вченими України, Білорусії, Молдови, Росії, а також роботи студентів.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: тепломасообмін; теплофізичні властивості робочих тіл енергетичного обладнання; нанотехнології в холодильній техніці; екологічні проблеми енергетики; теплові насоси. Системи опалення та кондиціонування; теплообмінні апарати; енергетичні та екологічні проблеми нафтогазової галузі; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки; енергетичні та екологічні проблеми харчової промисловості; екологічна безпека; екологічні проблеми сучасності; раціональне використання природних ресурсів.

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

ISBN 978-617-7829-81-1

© Одеська національна академія
харчових технологій, 2020

Секція 2:

**«ЕКОЛОГІЯ, ОХОРОНА
НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА ТА РАЦІОНАЛЬНЕ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ»**

4. Z.F.Solovieva. Environmental aspects of water treatment with chlorine dioxide / Z.F.Solovieva, I.O.Maliuchenko // Scientific Note of NaUKMA. Biology and ecology - 2005. - Т. 43.- С. 69-71.
5. Ozonation as a process in wastewater treatment technology / V.P.Ushchenko, Y.V.Popov, S.V.Pavlova, E.V.Baeva // Online newspaper VolgSAAU. Ser.: Politica. 2011. - Ed. 3(17). –Access mode: www.vestnik.vgasu.ru
6. A.M. Yusuphuzhaeva. The use of ozone for the purification of industrial wastewater that has undergone biological treatment // Young scientist. — 2017. — №23.2. — P. 14-16. — URL <https://moluch.ru/archive/157/44482/>
7. Silva, G.H.R.,Daniel, L.A, Bruning, H,Rulkens,W.H 2010, ‘Anaerobic effluent disinfection using ozone: Byproducts formation’, Bioresource Technology, Vol. 18, pp. 6981 –6986.
8. Removal of Organic Content and Color from Secondary Treated Wastewater in Reference with Toxic Potential of Ozone During Ozonation /Smriti Tripathi, Devendra Mani Tripathi and B D Tripathi // Hydrol Current Res 2011, 2:1. <http://dx.doi.org/10.4172/2157-7587.1000111>.
9. Biotechnology in fish farming. Growing live feed: guidelines for laboratory studies / T.V.Portnaia, U.M.Saltanov. – Gorki: BSAU, 2015. – 36 p.

УДК 663.549

ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ З ВИДІЛЕННЯ, ОЧИЩАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ СОКУ ЦУКРОВОГО СОРГО ДЛЯ ПОДАЛЬШОЇ ФЕРМЕНТАЦІЇ З МЕТОЮ ОТРИМАННЯ БІОЕТАНОЛУ

**Володько О.І., Циганков С.П., д-р. техн. наук, старш. наук. співроб.
Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки Національної
академії наук України», вул. Осиповського 2а, Київ, 04123, volodko@ua.fm**

Для суттєвого збільшення частки відновлювальних джерел енергії Україна, як аграрна країна, має величезний потенціал заснований на переробці фітомаси енергетичних культур. Вирощування енергетичних культур та отриманням продукту з доданою вартістю (біопалив) стимулюватиме розвиток сільськогосподарських територій, збільшить енергонезалежність країни та зменшить викиди парникових газів від викопного палива. Перспективною рослиною в цьому плані є цукрове сорго – має найбільший вихід легкозасвоюваних цукрів з гектару серед культур, що вирощуються в Україні, невибаглива до ґрунтів, посухостійка [1]. Із стебел сорго отримуємо сік, що містить цукри, далі спиртове зброджування та дистиляція етанолу, який використовується в якості рідинного біопалива. Для максимального виходу спиртів в результаті бродіння важливо оптимізувати отримання соргоцукрового соку із стебла рослини. Технологія повинна передбачати максимальне збереження цукрів у сировині, видалення в процесі очищення соку високомолекулярних сполук, що заважають технологічним операціям, та мінімальні енергозатрати.

Існують два методи вилучення цукрів із стебел сорго: механічне відтискання соку із стебел за допомогою різних пресів (вальцевих, шнекових та ін.) та дифузійне вилучення розчинником – гарячою водою. Схема вилучення соку із стебел сорго можна реалізувати в різних варіантах [2]. Кількість вальцевих станків (від 1 до 8 шт), витрата екстрагента, схема руху продуктів на цій ділянці можуть відрізнятися. Втрати цукру при відтисканні соку на вальцях складають 4-6% від початкового вмісту його в стеблах. При застосуванні дифузійних батареях, втрати цукрів менші – 2-2,5%, але збільшується трудомісткість, витрати на устаткування, сік більш розбавлений, має темніший колір.

Встановлено, що зелене листя вносить у сік органічні сполуки, які надають йому гіркуватого присмаку, підвищують забарвленість та знижують кислотність, а залишок зернової волоті додатково вводить в сік надлишкову кількість крохмалю, якій створює значні труднощі в процесі фільтрування розчинів і, як наслідок, зменшує вихід та погіршує якість. Сорговоцукровий сік, отриманий із стебел разом з листям відрізняється пониженою чистотою та якістю. [1, 3-5].

Кращий вихід дають вальцеві станки, коли перед відтисканням на останніх по ходу руху вальцях стебла сорго промивають невеликою кількістю гарячої води (10-15% по масі стебел, що надходять на перероблення). Відтиснута на останніх вальцях рідина стікає в проміжний збірник, звідки насосом подається для зрошування біомаси стебел на попередніх вальцях [2]. Рідина, що стікає з цих вальців, передається на попередні. Таким чином, крім відтискання, здійснюється ступінчасто-протитічне екстрагування розчинних речовин сировини. Концентрований сік із збірника після перших двох вальцевих верстатів подається на вловлювач мезги і далі надходить на стадію очищення та виробництво. Лігноцелюлоза стебла цукрового сорго в процесі відтискання з неї цукровмісного соку піддається гідротермічному впливу, який полегшує подальший ферментативний гідроліз полісахаридів. Завдяки такому обробленню можна отримати частково підготовлену для подальшого перероблення сировину другого покоління (лігноцелюлозу стебел) [6].

При нормальній роботі пресу, і своєчасному збиранні сорго, відтискається біля 50% соку від маси очищеного від листя стебел. [7]. На власноруч сконструйованому лабораторному пресі вихід соку становив 40% від маси очищеного стебла при дворазовому відтисканні [1].

Подальше перероблювання соку полягає в його очищенні від завислих речовин і колоїдів. Очищення може здійснюватися різними шляхами, наприклад: змішуванням з вапняним молоком, з подальшим осаджуванням домішок; видалення білкових компонентів соку шляхом його нагрівання для коагуляції і подальшого відокремлювання протеїнів. В результаті отримуємо прояснений сік із вмістом зброджуваних цукрів 10-16%.

Сік може бути відразу направлений на приготування суслу, або виведений на зберігання у вигляді концентрованого сиропу. Сироп з концентрацією сухих речовин близько 65-70% одержують на багатокорпусних випарних установках [2]. У своїх дослідженнях, для напрацювання вихідного матеріалу – сорговоцукрового соку, використовувався лабораторний вальцевий прес. Для зберігання сорговоцукровий сік упарювали на роторному випарнику до концентрації 73% СР за рефрактометром.

Якість соку (відношення цукрів до загальної маси СР) залежить від ступеня очищення стебла цукрового сорго перед відтисканням соку на вальцевих пресах. На рисунку (1, а) показано для порівняння світло-зелений сік (стакан та більша колба – рис. 1а), отриманий за допомогою лабораторного пресу із очищених від листя та волоті стебел сорго, а також більш темний сік (циліндр та менша колба – рис. 1а та 1б), який був отриманий із неочищених стебел зібраних з поля силосним комбайном та вичавленим на промисловому пресі. Стебла збирались та перероблялись пізньої осені (листопад), при цьому листя і волоть мали сухий і навіть почорнілий стан. Тому сік на промисловому пресі мав низьку доброякісність (65,0%). При отриманні соку у цей же період з очищених стебел сік має набагато кращі показники – таблиця 1, його доброякісність складала 86,2%.

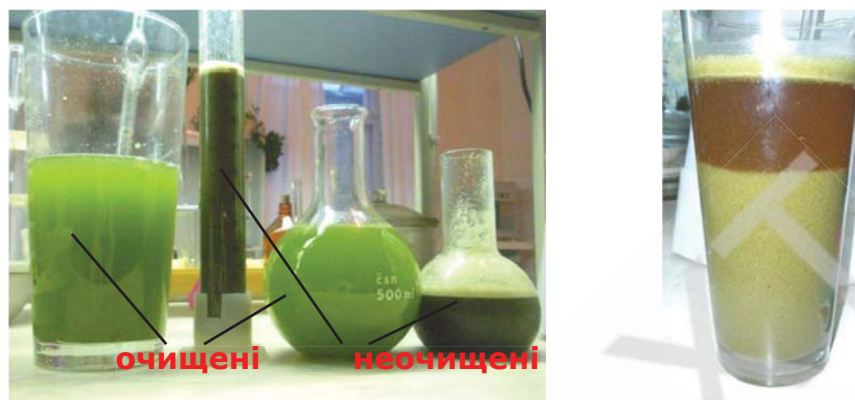


Рисунок 1. – Світло-зелений сік з очищених стебел, та сірий з неочищених стебел

Таблиця 1. – Порівняння якості соку отриманого з очищених та неочищених стебел цукрового сорго

Показник	Сік з очищених стебел	Сік з неочищених стебел
СР (цукрометр), %	11,6±0,6	13,4±0,6
pH	5,7±0,5	5,8±0,5
Кислотність, град	0,05	0,05
Редукуючі р-ни (метод Лейна та Ейнона), %	5,1±0,46	4,3±0,37
Сахароза (метод Лейна та Ейнона), %	4,9±0,45	4,2±0,36
Доброякісність, %	86,2±9,0	65,0±6,7

Сік із неочищених стебел також містить в 2 – 3 рази більше жмиху, який при відстоюванні осідає у вигляді сіро-зеленого осаду (рис. 16). Осад складається із хлорофілу, білків, целюлози та гранул крохмалю. Верхній шар складається з утвореної піни та завислих легких частинок волоті (рис. 16). До складу нецукрів соку сорго входять білкові, пектинові та забарвлені речовини. Загальний вміст високомолекулярних сполук у нативному нефільтрованому соку отриманому відтисканням може становити від 10,0 % до 44,0 % від маси сухих речовин.

Результати мікробіологічних показників забрудненості соргоцукрових соків показали, що в соку, отриманому з неочищених стебел, зростає контамінація мікроорганізмами майже в 5 разів. Результати досліджень, наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. – Залежність мікробіологічних показників соргоцукрового соку від очищеності стебла

Соргоцукровий сік	Вміст мікроорганізмів, КУО×10 ⁶ /мл		
	Дріжджі	Плісняві гриби	Мезофіли
з очищених стебел	0,03	0,13	1,4
з неочищених стебел	0,15	0,62	3,3

Загалом мікрофлора цукровмісної сировини дуже різноманітна та мінлива. У сировину можуть потрапляти у великій кількості мікроорганізми як під час вилучення цукрів з рослин, так і під час транспортування і зберігання, а також з повітря, води та ін. [8 ,9, 10].

Мікрофлора цукровмісної сировини представлена трьома групами мікроорганізмів: бактеріями, дріжджами і в меншій кількості пліснявими грибами. Однак в умовах сучасного спиртового виробництва можуть розвиватися лише деякі мікроорганізми. Сторонні мікроорганізми для спиртового бродіння особливої безпеки не становлять. Більшість бактерій

гинуть і не становлять загрозу для біоетанольного виробництва. Цьому сприяє висока концентрація сухих речовин у поживному середовищі, низькі рН і етиловий спирт, який накопичується у поживному середовищі. Найбільш небезпечні для спиртового виробництва є різноманітні кислотопродукуючі бактерії, особливо молочнокислі, для яких характерна висока кислото- та спиртостійкість [9].

За даними американських вчених свіжий сік, отриманий із цукрового сорго містить 10^8 мікроорганізмів на мл. Домінантною бактерією є *Leuconostoc mesenteroides* [8]. Інші мікроорганізми *Lactobacillus*, дріжджі та непатогенні бактеріальні коки, кожний з яких складає приблизно 1 % від популяції мікроорганізмів. Також у незначній кількості присутні плісняві гриби. Псування соку супроводжується появою кислого запаху, знебарвленням та піноутворенням. Псування супроводжується зниженням рН з 4,9 до 4,5. Сік можна зберігати впродовж 14 днів при 4 °С при своєчасному заморожуванні без втрат його якості.

L. mesenteroides – гетероферментативні коки, які оточені щільною капсулою, завдяки чому лейконосток витримує навіть нетривале кип'ятіння чи нагрівання до температури 90 °С. У рідинному середовищі, яке містить сахарозу, *L. mesenteroides* утворює декстрин, що спричиняє утворенню густого слизу. Ефект пастеризації при температурі 85–90 °С для соргоцукрового сиропу або меляси, що інфіковані молочнокислими та спороутворюючими бактеріями, ледве відчутний. Після неї залишається значна кількість кислотоутворюючих бактерій. Практично повна стерилізація досягається при температурах 120–130 °С протягом короткого часу – біля однієї хвилини [9].

При перевірці тривалості зберігання нативного соргоцукрового соку встановлено, що через добу зберігання сік набув желеподібного стану, що пов'язане з інтенсивним розвитком мікроорганізмів, падінням рН та розкладом цукрів (таблиця 3). Таким чином, було встановлено, що клітинний соргоцукровий сік з очищених стебел без суттєвих змін його якості може зберігатися лише протягом 10 – 16 годин. Проблеми зберігання цукрів сорго вивчалися в роботах [5, 11-14].

Виходячи з того, що зберігання стебел цукрового сорго обмежене, а сік зовсім не придатний до зберігання потрібно його консервування. Для нетривалого зберігання та знезараження можна використовувати пастеризацію або стерилізацію. Так у роботі [14] виділяють метод – нагрівання соку при 90 °С протягом 2 хв. із наступним зберіганням при 35 °С. При цьому термін зберігання соку сорго без втрат технологічних якостей збільшився до 21 доби. Для тривалого зберігання рекомендуємо метод концентрування соку шляхом випаровування у вакуум-випарних апаратах. Завдяки цьому досягається підвищення концентрації сухих речовин і мікроорганізми не здатні розвиватися на концентрованому субстраті, який спричиняє високий осмотичний тиск. Апаратне оформлення способу вилучення соргоцукрового соку із стебла рослини залежить від вибору між допустимими втратами цукрів і вартістю устаткування.

Таблиця 3. – Зміна якості соргоцукрового соку при зберіганні

Строк зберігання, годин	Показники	
	рН	Масова частка цукрів, %
Вихідний сік	5,7	12,2±1,0
2	5,7	12,2±1,0
4	5,7	12,3±1,0
6	5,7	12,3±1,0
8	5,7	12,2±1,0
10	5,6	11,9±1,0
16	5,4	11,5±1,0
20	5,2	10,2±0,8
24	4,4	8,2±0,7
48	2,6	4,1±1,0

Інформаційні джерела

1. Володько А.И., Новак А.Г., Цыганков С.П. Изучение возможности использования сахарного сорго в качестве источника сырья для производства биоэтанола. // Відновлювана енергетика, № 2 (33), 2013, с. 85-91.
2. Цыганков С.П. Биоэтанол. Киев: НПП «Интерсервис», 2010 – 160 с.
3. Гутгерц Н.И. Производство сорго-сиропа / Н.И. Гутгерц, Н.С. Новиков, Н.А. Новиков; под.ред. Н.И. Гутгерц. – Днепропетровск, 1953. – 6с.
4. Mengoni O. Sorgo zuccherino e I suoi sciroppi / O.Mengoni // Lindustria saccariferata italiana Italy, № 1(69), 1976, p 5–10.
5. Григоренко Н.О. Удосконалення технології харчового сиропу із цукрового сорго.: Дис...канд. техн. наук. – Київ: НУХТ, 2010. – 149 с.
6. Цыганков С.П., Володько О.І. та ін. Розробка та випробування технології комплексного трансформування вуглеводного складу рослинної сировини у біоетанол // Наука та інновації, № 4, Т. 9, 2013, С. 47 – 61.
7. Востоков А.И. О промышленном использовании соков стеблей многолетнего сорго и гибрида теплолюбивого топинамбура с подсолнечником для производства пищевой патоки / А.И. Востоков, Н.В. Виноградов // Отчет ЦИИС. – М.: – 1949. – 35с.
8. Mark A. Daeschel, J. Orvin Mundt, and Ivon E. McCarty. Microbial Changes in Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor*) Juices - Applied and environmental microbiology, 2(42), 1981, p.381-382.
9. Технология спирта / В.Л.Яровенко, В.А.Маринченко, В.А.Смирнов и др.; Под ред. проф. В.Л.Яровенко. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Колос, 1996. – 464 с.
10. Phowchinda O., Delia-Dupuy M.L. and Strehaiano P. Alcoholic Fermentation from Sweet Sorghum : Some Operating Problems // The 9th Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology and the 2nd JSPS-NRCT-DOST- LIPP-VCC Seminar on Biotechnology : An Essential Tool for Future Development, Suranaree University of Technology, 19-22 November 1997, Thailand.
11. Dimple K. Kundiyana, Danielle D. Bellmer, Raymond L. Huhnke, Mark R. Wilkins, Claypool P.L. Influence of temperature, pH and yeast on in-field production of ethanol from unsterilized sweet sorghum juice // Biomass and bioenergy. 2010. Vol. 34, 10(34), 2010, p. 1481 – 1486.
12. William R. Gibbons, Carl A. Westby and Thomas L. Dobbs. Intermediate scale, semicontinuous solid-Ppase fermentation process for production of fuel ethanol from Sweet Sorghum // Applied Environmental Microbiology, 1(51),1986, p. 115–122.
13. Xiaorong Wu, Scott Staggenborg et al. Features of sweet sorghum juice and their performance in ethanol fermentation// Industrial Crops and Products, 1(31),2010, p. 164–170.
14. Ganesh Kumar C., Srinivasa Rao P. et al. Enhancing the Shelf Life of Sweet Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] Juice Through Pasteurization While Sustaining Fermentation Efficiency// Sugar Tech., 15(3), 2013, p. 328–337.

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF SOIL TREATMENT, CONTAMINATED BY HEAVY METALS USING SOIL AMENDMENTS

E.Zaitseva

Odessa National Academy of Food Technologies, ONAFT, Odessa, Ukraine

E-mail:elina.zaitseva@student.yncrea.fr

Abstract. The purpose of the study is to investigate the effect of various organic and inorganic soil amendments on the degree of purification of soils contaminated with heavy metals (HM). The focus was on biological - "soft" methods

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ОЧИСНИХ СПОРУД м. ОДЕСИ.	
<i>Сиренко А., Зацеркляний М.М.</i>	227
ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ	
<i>Нестер А.А.</i>	228
ОЦІНКА ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКЦІЇ РЕСТОРАНУ МЕТОДОМ БАЛАНСОВИХ СХЕМ	
<i>Соколова В.І., Крусір Г.В.</i>	233
ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В СИСТЕМІ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ	
<i>Аракелян К.О., Столевич Т.Б.</i>	237
ПРОБЛЕМАТИКА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПИТНОЮ ВОДОЮ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	
<i>Бондар С.М., Чабанова О.Б., Трубнікова А.А.</i>	238
RESEARCH OF THE OZONATION PROCESS OF BIOLOGICALLY PURE MUNICIPAL WASTEWATER	
<i>Sergii Bondar, Olga Shevchenko, Oksana Chabanova, Anastasiia Trubnikova, Iryna Kuznetsova.</i>	240
ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ З ВИДІЛЕННЯ, ОЧИЩАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ СОКУ ЦУКРОВОГО СОРГО ДЛЯ ПОДАЛЬШОЇ ФЕРМЕНТАЦІЇ З МЕТОЮ ОТРИМАННЯ БІОЕТАНОЛУ	
<i>Володько О.І., Циганков С.П.</i>	243
IMPROVING THE TECHNOLOGY OF SOIL TREATMENT, CONTAMINATED BY HEAVY METALS USING SOIL AMENDMENTS	
<i>E. Zaitseva.</i>	247
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ГРУНТІВ, КОНТАМІНОВАНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ, ЗА ВИКОРИСТАННЯМ ГРУНТОВИХ ДОБАВОК	
<i>Гаркович О.Л., Зайцева Е.Ю.</i>	248
МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ЕНЕРГЕТИКИ	
<i>Лужанська Г.В., Чептєлов І.О., Климчук І.О.</i>	250
УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКОБІОТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	
<i>Ляліна А.В., Кузнєцова І.О.</i>	251
RECYCLING AND THE USE OF FOOD WASTE	
<i>М.М. Madani, А.О. Tkachenko.</i>	252
УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ОБОРОТНИХ ВОД РИБНИЦЬКИХ ГОСПОДАРСТВ	
<i>Пашиняк А.В., Крусір Г.В.</i>	253

Наукове видання

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
XVIII Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції

«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»

29-30 вересня 2020 року

(українською, російською, англійською мовами)

Підписано до друку 6.10.2020
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк офсетний. Ум. др. арк. 16,27. Наклад 100 прим.
Зам № 231120/2

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»
ФОП Бондаренко М.О.
65045, м. Одеса, вул. В.Арнаутська, 60
тел.: +38 048 700 11 55
www.aprel.od.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців ДК № 4684 від 13.02.2014 р.