

ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ХАРЧОВОЇ ІНДУСТРІЇ

УДК 620.197.

ЕКСТРАКТ ВИНОГРАДНИХ КІСТОЧОК У ПРОТИКОРОЗІЙНОМУ ЗАХИСТІ СТАЛЕЙ

О.М. Савченко, О.І. Сиза, О.О. Корольов, О.В. Богомолов

Отриманий водно-спиртовий екстракт виноградних кісточок є ефективним засобом захисту металів від корозії, ступінь захисту становить 93,6 - 97,3 % в залежності від виду сталі. Наявність значної кількості речовин поліфенольної природи в екстракті виноградних кісточок, які забезпечують утворення пасивного захисного шару на поверхні сталі підтверджено хроматографічними дослідженнями.

Ключові слова: екстракт виноградних кісточок, інгібітори корозії, поліфеноли.

GRAPE SEED EXTRACT IN ANTI-CORROSION PROTECTION OF STEEL

O. Savchenko, O. Syza, O. Korolev, O. Bogomolov

At food industry enterprises, it is possible to use only environmentally safe inhibitors, for example, of plant origin, for anti-corrosion protection of metal communications and equipment. The purpose of the scientific research was to obtain grape seed extract and to study its anti-corrosion effect on the stability of steels used for manufacturing equipment of food enterprises. According to the chromatographic study, the water-ethanol extract of grape seed powder contains terpene alcohols, aldehydes, phenolic acids, flavonoids, stilbenes, etc. The maximum value of the total content of polyphenols is observed in the extractant with the content of water and ethanol in a ratio of 50:50, which is equal to 42.3 mg/g in gallic acid equivalent per 1 g of dry powder. That is, the content of polyphenols is almost 4.5% of the mass of dry substances of the powder in the equivalent of gallic acid. Therefore, in the future, a 50% water-ethanol solution (1 mass part of dry powder / 10 mass parts of extractant) was used to obtain inhibitors.

Gravimetric and electrochemical (polarization resistance indicator P5126) methods were used to evaluate the anti-corrosion properties of the extract. It was found that the optimal amount of grape seed extract in 0.1 M HCl solution for corrosion protection of steels is 30 g/l, the degree of protection is 93.6 - 97.3% depending on the type of steel. Thus, the water-alcohol extract of grape seed powder obtained by us is an effective means of protecting metals from corrosion. The presence

of a significant amount of substances of a polyphenolic nature and terpenes in the extract ensures the formation of a passive protective layer on the surface of the steel.

Key words: *grape seed extract, corrosion inhibitors, polyphenols.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Промисловість України нараховує декілька тисяч харчових підприємств [1]. На жаль, у багатьох випадках на підприємствах зустрічається не стійке до дії агресивних середовищ обладнання і заміна його в найближчий час не планується. Поряд із нержавіючими сталлями для виготовлення обладнання харчової промисловості використовують маловуглецеві – сталь 20 та Ст3, які недостатньо стійкі до корозії [2]: у виробництві солі, спирту та лікеро-горілчаніх виробів, цукру, пива та безалкогольних напоїв, охолоджувальних системах тощо. Навіть для сплавів підвищеної корозійної стійкості існує небезпека руйнування в агресивних природних (повітря, водойми, ґрунти) та технологічних середовищах [1, 2].

Відомо, що середовища харчових виробництв характеризуються підвищеною агресивністю [1]. Це обумовлено застосуванням різних температурних режимів харчових технологій, наявністю процесу руху сировини та готової продукції, тривале зберігання технологічних середовищ у нерухомому стані, різна кислотність розчинів та іншими факторами. За умов корозії, збільшуються втрати цінної продукції, витрати на очищення, мийку і дезінфекцію обладнання, а продукти корозії можуть забруднювати технологічні середовища, погіршуючи їх органолептичні властивості і санітарно-гігієнічні показники.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Застосування інгібіторів є ефективним засобом захисту металів від корозії [3, 4]. На підприємствах харчової промисловості можливе використання тільки безпечних з екологічної точки зору інгібіторів, наприклад, рослинного походження. Так, в останні роки з рослинної сировини розроблені інгібітори корозії науковцями Дніпропетровської металургійної академії, Чернігівського національного технологічного університету, Національного технічного університету «Київський політехнічний інститут», Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України (м. Львів) та ін. [5-10]. Кожен з них має певні недоліки і застосування їх у харчовій промисловості обмежується нетривалими термінами придатності; невідповідністю органолептичних показників (різкий та неприємний запах); відсутністю обґрунтованих санітарно-гігієнічних та технологічних вимог.

Тому актуальним завданням є продовження дослідження протикорозійних властивостей рослинної сировини, що використовується в харчових виробництвах та створення ефективних, дешевих, безпечних інгібіторів корозії як при виробництві, так і застосуванні.

Метою наукового пошуку було отримання екстракту виноградних кісточок і дослідження протикорозійного впливу його на стійкість сталей, які використовуються для виготовлення обладнання і комунікацій харчових підприємств.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для виділення активних діючих речовин зі складу рослинної сировини застосовуються безліч технологічних заходів, але найбільш ефективним, простим і доступним є метод екстракції [11] – це процес, що забезпечує розчинення, десорбцію та дифузію компонентів рослинної сировини (рис. 1).

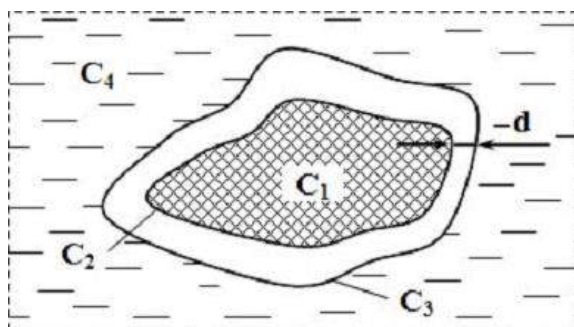


Рис. 1. Рослинна клітина в екстрагенті

В харчових технологіях вибір розчинника обмежений, як правило, водою, етанолом або їх сумішшю. Процес екстракції проводили при перемішуванні підготовленої та подрібненої рослинної сировини за наявності необхідної кількості екстрагенту (водно-спиртового розчину). Далі застосували операції фільтрації та декантації екстракту.

Компонентний склад летких речовин рослинного екстракту порошку виноградних кісточок встановили за допомогою хромато-мас-спектрометрії на газовому хроматографі “FINIGAN FOCUS” з мас-селективним детектором фірми Termo Electronics. Визначили екстрактивні речовини, порівнюючи піки на хроматограмі і мас-спектри окремих компонентів з результатами для еталонних сполук у бібліотеці мас-спектрів “NIST-5”. Визначали кількісний вміст активних речовин екстракту методом внутрішньої нормалізації площ піків без застосування коригувальних коефіцієнтів [12].

Результати хроматографічних досліджень для встановлення хімічного складу екстракту порошку виноградних кісточок представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

**Розшифрування хроматограм зразку екстракту порошку
виноградних кісточок**

Пік	Назва компоненту	Час утримування τ, хв	Кількісне співвідношення, %
1	Гексаналь	9,58	0,1
2	Бензойний альдегід	10,26	2,3
3	Фенілетиловий спирт	11,39	1,3
4	d-Манноза	13,00	1,4
5	Бузковий альдегід	13,46	3,7
6	Камфен	13,89	0,7
7	Коричний альдегід	14,01	4,0
8	Карвакрол	14,59	4,0
9	Е-цитраль	14,92	1,2
10	Нерол	15,56	5,0
11	Гераніол	16,06	5,1
12	Борнеол	18,24	1,0
13	Ліналоол	18,32	1,2
14	Галова кислота	18,69	5,2
15	Октадеканова кислота	19,60	3,3
16	Линолева кислота	18,09	1,2
17	Гексадеканова кислота	18,24	2,1
18	(9Z)-Октадеценева кислота	19,62	2,0
19	Ресвератрол	19,21	1,2
20	Ліноленова кислота	16,74	0,1
21	Елагова кислота	18,81	2,2
22	α-кариофилен	21,01	1,0
23	Кверцетин	23,07	5,0
24	Кверцетин-3- моноглюкозид	23,15	6,0
25	Кверцетин-3- моноглюкуронозид	23,49	3,1
26	α –терпениол	23,94	1,0
27	Катехін	24,16	2,0
28	Епікатехін	24,46	2,5
29	Кемпферол	24,49	6,9
30	Мирицитин	24,84	5,7

* жирним шрифтом виділені поліфенольні сполуки

До складу водно-етанолового екстракту порошка виноградних кісточок (рис. 2) входять альдегіди, терпени, фенольні сполуки: флавоноїди, стилбени, флаваноли, фенольні кислоти та інші речовини.

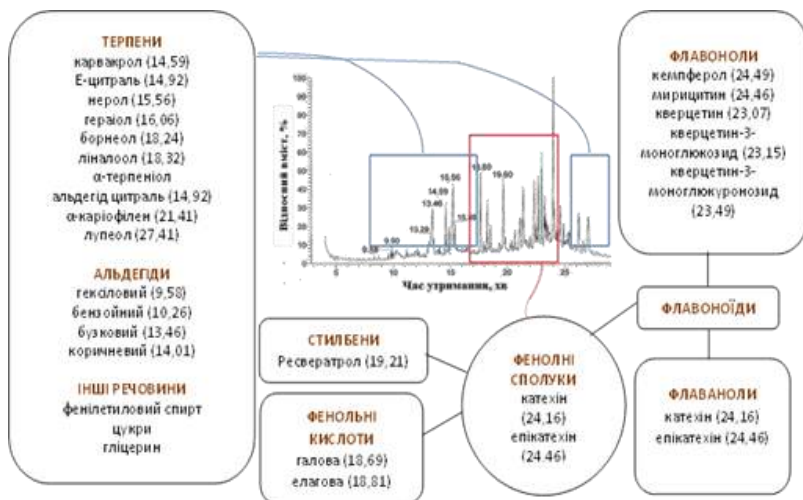


Рис. 2. Ідентифікація сполук поліфенольної природи екстракту порошку виноградних кісточок (в дужках – час утримання в хв.)

За результатами порівняння площі піків на хроматограмах для отримання кількісного співвідношення між компонентами екстракту виноградного порошку виявили, що за кількісним вмістом речовини утворили наступний ряд від більшого до меншого: кверцетин-3-моноглюкозид; кемпферол; кверцетин; мирицитин; галола кислота; кверцетин-3-моноглюкуронозид; ресвератрол (елагола кислота); катехін (епікатехін).

Речовини екстракту виноградного порошку, які ідентифіковані хроматографічними методами збігаються з основними класами поліфенольних сполук відомих з літературних джерел різних сортів винограду [13].

Загальну кількість поліфенольних речовин визначали спектрофотометричним методом з реактивом Folin-Ciocalteu [14]. До 0,1 мг досліджуваного розчину, стандартного розчину або розчину порівняння додали 0,5 мг реактиву Folin-Ciocalteu та 2,0 мг води. Екстракти розбавили в 10 разів і витримували при кімнатній температурі протягом 8 хв, прибавили 1,5 мг 20% водного розчину

натрій карбонату. Втримали розчини 30 хв в термостаті за температури $45 \pm 0,2$ °С. Вимірювали оптичну густину за довжини хвилі світла 765 нм на спектрофотометрі СФ-46 після набуття розчинами синього кольору. Визначали загальну кількість поліфенолів у екстрактах в мг галової кислоти в перерахунку на одиницю маси сухої речовини порошку виноградних кісточок (галової кислоти еквівалент, мг/г СР) з застосуванням коефіцієнтів лінійної регресії залежності оптичної густини від концентрації стандартних водних розчинів галової кислоти: slope 0,001036 та intercept 0,00262.

Дослідження загальної кількості поліфенолів в екстрактах порошку виноградних кісточок від температури показали монотонне зростання кількості екстрагованих речовин з підвищенням температури. Максимальною температурою, за якої можливе вилучення екстративних речовин є 333 К, яка обмежує термічну стійкість поліфенольних сполук.

Для виявлення оптимального співвідношення складових водно-спиртового екстракту досліджено залежність кількості поліфенольних речовин в екстракті від співвідношення етанолу і води у водно-спиртових розчинах (рис. 3).

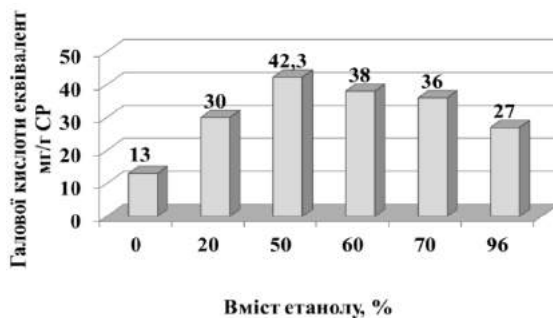


Рис. 3. Загальна кількість поліфенолів у екстрактах виноградних кісточок за температури 333 К

Максимальне значення загальної кількості поліфенолів спостерігається в екстрагенті з вмістом води та етанолу у співвідношенні 50:50. Загальна кількість поліфенолів у 50 % розчині етанолу складає 42,3 мг/г в еквіваленті галової кислоти у перерахунку на 1 г сухого порошку виноградних кісточок. Отже, порошок виноградних кісточок містить 4,5% поліфенолів в еквіваленті галової кислоти. Тому в подальшому для отримання інгібіторів використовували 50 % водно-етанольний розчин (1 мас. ч. сухого порошку / 10 мас. ч. екстрагента).

Для оцінювання протикорозійних властивостей екстракту виноградних кісточок застосовували гравіметричний та електрохімічний (індикатор поляризаційного опору Р5126) методи. Для обробки робочих поверхонь обладнання харчових підприємств використовують хлоридну кислоту в якості дезінфікуючого засобу. Тому в якості робочих середовищ досліджували 0,1М розчин хлоридної кислоти з додаванням розробленого інгібітору.

Корозійні випробування проводили гравіметричним методом на зразках сталі Ст3 за температури 273 К.

Швидкість корозії оцінювали за формулою $K_m = (m_1 - m_2) / S \cdot t$, де K_m – швидкість корозії, г/(м²·год); m_1 – маса зразка до випробування, г; m_2 – маса зразка після випробування, г; S – площа поверхні зразка, м²; t – тривалість дослідження, год.

Ефективність протикорозійної захисної дії інгібітора визначали за ступенем захисту: $Z_m = [(K_m - K'_m) / K_m] \cdot 100\%$, де K_m, K'_m – швидкість корозії за втратою маси металу без інгібітору та з інгібітором, відповідно, г/(м²·год).

Результати гравіметричних досліджень ефективності інгібуючої дії екстракту порошку виноградних кісточок за температури 293 К на сталі Ст3, 12Х17, 08Х18Н10, 12Х18Н10Т наведені у таблиці 2 (час експозиції 3 години).

Витримані зразки в 0,1 М розчині НСІ без інгібітору вкриті пухкими, темно сірими продуктами корозії. У інгібованих розчинах зразки сталі покриті міцними, рівномірними, матовими сірими плівками. Швидкість корозії при цьому сповільнюється у 1,85-38,5 разів залежно від кількості інгібітору і марки сталі.

Виявлено, що оптимальна кількість екстракту виноградних кісточок у 0,1 М розчині НСІ для протикорозійного захисту сталей складає 30 г/л. При підвищенні концентрації інгібуючої добавки до 50 г/л спостерігали незначне зниження ступеня захисту.

Таблиця 2

Протикорозійна ефективність екстракту порошку виноградних кісточок на сталях у 0,1М розчині НСІ

Сталь	$C_{ін}$, г/л	K_m , г/(м ² ·год)	Ступінь захисту, Z_m , %	Коефіцієнт гальмування корозії, γ_m
Ст3	–	20,834	–	–
	10	7,275	65,1	2,864
	20	3,968	80,9	5,250
	30	1,083	94,8	19,22
	40	2,021	90,3	10,31

	50	2,605	87,5	7,99
12X17	–	32,532	–	–
	10	17,530	46,114	1,856
	20	13,316	79,067	2,443
	30	0,846	97,4	38,453
	40	3,383	89,6	9,617
	50	7,091	78,2	4,587
12X18H10T	–	10,307	–	–
	10	4,417	57,1	2,333
	20	1,472	85,7	7,000
	30	0,659	93,6	15,640
	40	0,948	90,8	10,872
08X18H10	–	16,933	–	–
	10	4,417	73,9	3,833
	20	1,104	93,5	15,333
	30	0,813	95,2	20,827
	40	1,608	90,5	10,531

Дослідження поляризаційного опору R_p для сталі 20 у 0,1 М розчині хлоридної кислоти підтвердили найвищу ефективність дії інгібітора за концентрації 30 г/л (рис. 4), хоча на початковому етапі протягом двох годин кращі захисні властивості спостерігались у розчині з концентрацією інгібітора у 20 г/л.

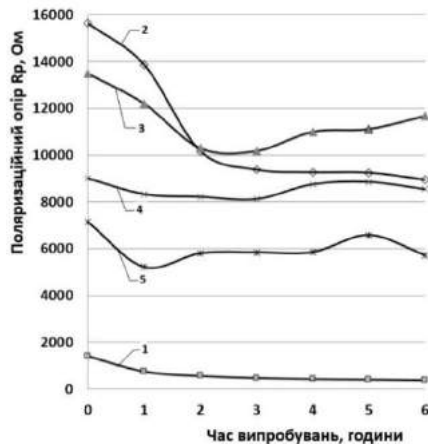


Рис. 4. Поляризаційний опір сталі 20 у 0,1 М НСІ (крива 1) та з додаванням різної кількості інгібітора, г/л: 2 – 20; 3 – 30; 4 – 40; 5 – 50

Тенденція, яка була виявлена під час гравіметричних досліджень, що при збільшенні концентрації інгібітора у розчині кислоти захист стали 20 зменшується підтвердилась (криві 4 і 5). Протягом перших 2-3 годин спостерігали зменшення поляризаційного опору, яке у подальшому набувало сталих значень. На поверхні зразків утворився захисний матовий механічно міцний шар насиченого сірого кольору.

Отримані результати пояснюються наступним механізмом дії інгібітора. Компоненти рослинних екстрактів адсорбуються на поверхні сталі і можуть утворювати ковалентні зв'язки з катіонами металу за донорно-акцепторним механізмом або йонні. У результаті взаємодії утворюється захисна плівка, яка ізолює поверхню сталі від дії агресивного середовища. Речовинами порошку виноградних кісточок, які здатні суттєво впливати на корозійний процес, є дубильні речовини, вуглеводи, феноли, амінокислоти, альдегіди, терпени. У поліфенолах (катехін, кверцетин, кемпферол) на частку гідроксильних груп доводиться 15-30% молекулярної маси (рис. 5), які можуть утворювати хемосорбційні зв'язки з поверхнею металу.



Рис. 5. Структурні формули флаванолів

Від орієнтації молекул щодо поверхні сталі залежать інгібуючий захисний ефект. Можуть утворюватися стійкі хімічні зв'язки між гідроксильними групами поліфенолів і атомами феруму, якщо молекули розміщені плоско по відношенню до поверхні зразка. А при збільшенні концентрації – молекули можуть розміщуватися перпендикулярно і утворювати рухливі комплексні сполуки з іонами феруму. Дослідили незалежними методами, що при збільшенні концентрації інгібуючої добавки до 40 – 50 г/л захист дещо знижується.

Висновки. Таким чином, отримані екстракти виноградних кісточок проявляють інгібуючий ефект і забезпечують протикорозійний захист сталей як вуглецевих так і нержавіючих, які використовуються для виготовлення обладнання харчових підприємств. Оптимальна концентрація екстракту виноградних кісточок у 0,1 М розчині HCl складає 30 г/л, ступінь захисту набуває значень від 93,6 до 97,3 % в

залежності від виду сталі. Хроматографічні дослідження підтвердили наявність значної кількості речовин поліфенольної природи в екстрактах виноградних кісточок, які забезпечують утворення пасивного захисного шару на поверхні сталі.

Список джерел інформації / References

1. Тищенко Г.П. Корозія і захист від корозії в харчовій промисловості: Кн.1. Дніпропетровськ: УДХТУ, 2002. 457 с.

Tyshhenko G. P. Koroziya i zachyst vid koroziyi v xarchovij promyslovosti: Kн.1. Dnipropetrovsk: UDXTU, 2002. 457 s.

2. Стоєв П. І., Литовченко С. В., Гірка І. О., Грицина В. Т. Хімічна корозія та захист металів: навчальний посібник. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. 216 с.

Stoyev P. I., Lytovchenko S. V., Girka I. O., Grycyuna V. T. Ximichna koroziya ta zachyst metaliv: navchal'nyj posibnyk. Xarkiv: XNU imeni V. N. Karazina, 2019. 216 s.

3. Погребова І. С. Інгібітори корозії металів: Навчальний посібник. Київ: «Хай Тек Прес», 2012. 296 с.

Pogrebova I. S. Ingibitory koroziyi metaliv: Navchalnyj posibnyk. Kyiv: «Xaj Tek Pres», 2012. 296 s.

4. Роменский Н. П., Сологуб Н.А., Прейс Г.А. Повышение долговечности оборудования пищевой промышленности. Київ: Урожай. 1989. 160 с.

Romenskyu N. P., Solohub N. A., Preys H. A. Pidvyshchennya dovhovichnosti obladnannya kharchovoyi promyslovosti. Kyiv: Urozhay. 1989. 160 s.

5. Сиза О. ., Корольов О. О., Савченко О. М., Гаценко С. В., Пасічніченко І.В. Протикорозійні властивості продуктів переробки рослинної сировини. Фіз.-хім. механіка матеріалів. Спец. Випуск. 2006. № 5. С. 874-888.

Syza O. I., Korolov O. O., Savchenko O. M., Gacenko S. V., Pasichnichenko I.V. Protikorozijni vlastyosti produktiv pererobky roslynnoyi syrovyny. Fiz.-xim. mexanika materialiv. Specz. Vypusk. 2006. № 5. S. 874-888.

6. Сиза О. І., Савченко О. М., Квашук Ю. В. Деклараційний патент України на корисну модель № 70027. Інгібітор корозії. Заявл. 07.11.2011. Опубл. 25.05.2012, Бюл. № 10, МПК (2006.01), C23 F11/10.

Syza O. I., Savchenko O. M., Kvaschuk Yu. V. Deklaracijnyj patent Ukrayiny na korysnu model № 70027. Ingibitor koroziyi. Zayavl. 07.11.2011. Opubl. 25.05.2012, Byul. № 10, MPK (2006.01), S23 F11/10.

7. Syza O. I., Savchenko O. M., Kvaschuk Yu. V., Shtyl N. A., Chelyabieva V. M. New Inhibitors Based on Vegetable Raw Materials and the Regularities of Their Adsorption on the Steel Surface. Materials Science. 2016. Vol. 51, № 5. P. 627-637.

Syza O. I., Savchenko O.M., Kvaschuk Yu.V., Shtyl N.A., Chelyabieva V.M. New Inhibitors Based on Vegetable Raw Materials and the Regularities of Their Adsorption on the Steel Surface. Materials Science. 2016. Vol. 51, № 5. P. 627-637.

8. Savchenko O. N., Sizaya O. I., Chelyabieva V. N., Maksimenko A. A. Plant Extracts for Inhibitory Protection of Steel. Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2018. Vol. 54. № 3. P. 490-495.

Savchenko O. N., Sizaya O. I., Chelyabieva V. N., Maksimenko A. A. Plant Extracts for Inhibitory Protection of Steel. Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2018. Vol. 54. № 3. P. 490-495.

9. Чигиринец Е. Э., Липатов С. Ю. Исследование ингибирующих свойств водных экстрактов косточковых препаратов. Экотехнологии и ресурсосбережение. 2003. №6. С. 8-41.

Chyhugynets YE. E., Lipatov S. YU. Doslidzhennya inhibuyuchykh vlastyvostey vodnykh ekstraktiv kistochkovykh preparativ. Ekotekhnolohiyi ta resursozberezhennya. 2003. №6. С. 8-41.

10. Слободян З., Хабурский Я., Горак Ю. Экстракти дубової кори – «зелені» інгібітори корозії середньовуглецевих сталей у нейтральних та кислих середовищах. Вісник: ТНТУ. 2012. № 4 (68). С. 73-80.

Slobodyan Z., Haburskyj Ya., Gorak Yu. Ekstrakty dubovoyi kory – «zeleni» ingibitory koroziyi serednovuglecevykh stalej u nejtralnyx ta kyslyx seredovysyhax. Visnyk: TNTU. 2012. №4 (68). S. 73-80.

11. Сидоров Ю. І. Екстракція рослинної сировини. Львів: «Львівська політехніка», 2008. 336 с.

Sydorov Yu. I. Ekstrakciya roslynnoyi syrovyny. Lviv: «Lvivska politexnika», 2008. 336 s.

12. Мінаєва В. О. Хроматографічний аналіз: підручник. Черкаси: Вид. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. 284 с.

Skorobahaty Ya. P. Fizyko-khimichni metody analizu. Lviv: Kameniar, 1993.

13. Mirbagheri V. S., Alizadeh E., Elahi M. Y., Bahabadi S. E. Phenolic content and antioxidant properties of seeds from different grape cultivars grown in Iran. Natural product research. 2017. Vol. 32. Is. 4. P. 425-429.

Mirbagheri V. S., Alizadeh E., Elahi M. Y., Bahabadi S. E. Phenolic content and antioxidant properties of seeds from different grape cultivars grown in Iran. Natural product research. 2017. Vol. 32. Is. 4. P. 425-429.

14. Apak R., Gorinstein S., Böhm V., Schaich K. M., Özyürek M., Güçlü K. Methods of measurement and evaluation of natural antioxidant capacity/activity (IUPAC Technical Report) // Pure and Applied Chemistry: International Union of Pure and Applied Chemistry Journal. 2013. Vol. 85. Is. 5. P. 957-998.

Apak R., Gorinstein S., Böhm V., Schaich K. M., Özyürek M., Güçlü K. Methods of measurement and evaluation of natural antioxidant capacity/activity (IUPAC Technical Report) // Pure and Applied Chemistry: International Union of Pure and Applied Chemistry Journal. 2013. Vol. 85. Is. 5. P. 957-998.

Савченко О.М., к.т.н., доцент, доцент кафедри хімії, технологій та фармації, Національний університет "Чернігівський колегіум" імені Т.Г. Шевченка, Україна, savchenkolm68@ukr.net.

Savchenko O. M., Ph.D of Technical Sciences., docent, Docent of the Department of Chemistry, Technology and Pharmacy, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», savchenkolm68@ukr.net.

Сиза О.І., д.т.н., професор, професор кафедри хімії, технологій та фармації, Національний університет "Чернігівський колегіум" імені Т.Г. Шевченка, syza7@ukr.net.

Syza O.I., Sc.D in Tech., Professor, Professor of the Department of Chemistry, Technology and Pharmacy, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», syza7@ukr.net.

Корольов О.О., к.т.н., доцент, доцент кафедри хімії, технологій та фармації, Національний університет "Чернігівський колегіум" імені Т.Г. Шевченка, a4461461@online.ua.

Korolev O.O., Ph.D of Technical Sciences., associateprofessor, associateprofessorof the Department of Chemistry, Technology and Pharmacy, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», a4461461@online.ua.

Богомолв О.В., д.т.н., професор, завідувач кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, oiplxv@ukr.net.

Bogomolov A. V. Sc.D in Tech., Professor, Head of Department of Equipment and Engineering of Processing and Food Production State Biotechnological University, oiplxv@ukr.net.

УДК 631.362.

СЕПАРАЦІЯ НАСІННЯ ПРОСА ЗА ДАЛЬНІСТЮ ВІДСКОКУ ПІСЛЯ УДАРУ ОБ ПОХИЛУ ВІДБИВНУ ПОВЕРХНЮ

О.О. Богомолв

Розглянуто питання можливості сепарації насіння проса за траєкторією відскоку після удару об похилу поверхню від насіння бур'янів, мишій та курячого проса. Отримані залежності швидкості руху насіння після удару від висоти падіння на ударну поверхню та критичної швидкості. Аналіз варіаційних кривих дальності відскоку після удару свідчить про те, що перекриваються вони не суттєво і є велика вирогідність можливості очищення основної культури від насіння важковідокремлюваних домішок.

Ключові слова. Насіння, пружність, просо, мишій, куряче просо, сепарація, дальність польоту, удар.