

Секція 4. ХІМІЧНІ, ФІЗИЧНІ, МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

УДК 616-092.9:631.577

СУБХРОНІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСТРАКТІВ НА ОСНОВІ ХІТОЗАНУ ДЛЯ КІСТОЧКОВИХ ПЛІДІВ

А.А. Дубініна, Т.М. Летуга, В.В. Новікова

Проаналізовано одну з основних вимог щодо безпечності нових препаратів харчової промисловості та біологічно активних речовин – визначення субхронічної токсичності. За умов належного планування субхронічного дослідження можна отримати цінну інформацію про кумулятивні властивості речовини впливу на органи і системи, на загальну виживаність і стертність тварин до цієї речовини за невисоких або помірних доз у разі її введення протягом 90 діб. У ході експерименту всі три досліджувані композиції на основі фітоекстрактів у дозі 5 мл/кг не спричиняли загальних проявів токсичного впливу у щурів. Отримані дані свідчать про те, що тест-зразки є композиціями зі сприятливим токсикологічним профілем, які в разі тривалого введення не спричиняють загальнотоксикологічних ознак шкоди здоров'ю та загибелі піддослідних щурів.

Ключові слова: субхронічна токсичність, фітоекстракт, хітозан, кісточкові плоди.

СУБХРОНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРАКТОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА ДЛЯ КОСТОЧКОВЫХ ПЛОДОВ

А.А. Дубинина, Т.Н. Летуга, В.В. Новикова

Проанализировано одно из основных требований безопасности новых препаратов пищевой промышленности и биологически активных веществ – определение субхронической токсичности. При надлежащем планировании субхронического исследования можно получить ценную информацию о кумулятивных свойствах вещества влияния на органы и системы, на общую выживаемость и переносимость животными данного вещества при невысоких или умеренных дозах при его введении в течение 90 суток. В процессе эксперимента все три исследуемые композиции на основе фитоэкстрактов в дозе 5 мл/кг не вызвали общих проявлений токсичного воздействия у крыс. Полученные данные свидетельствуют о том, что тест-образцы являются композициями с благоприятным токсикологическим профилем, которые при длительном введении не вызывают общих токсикологических признаков вреда здоровью и гибели подопытных крыс.

Ключевые слова: *субхроническая токсичность, фитоэкстракт, хитозан, косточковые плоды.*

SUBCHRONIC RESEARCH OF EXTRACTS BASED ON CHITOSAN FOR STONE FRUITS

A. Dubinina, T. Letuta, V. Novikova

The article is devoted to the analysis of one of the main safety requirements of new products in the food industry, and biologically active substances – the definition of subchronic toxicity. Harmful effects after the additional introduction of the substance under research during a certain period of life of experimental animals are identified in order to determine its effect on the human body for approximately one month of its daily consumption. The subchronic toxicity of the combined agents was assessed in comparison with the reference test sample.

Objects of study:

- 1) ZRHCH – film-forming composition on the basis of chitosan and extracts of aloe leaves, chamomile bloom and bark of a fi-tree;*
- 2) ZRHV – film-forming composition on the basis of chitosan and extracts of eucalyptus leaves and grass of basil and thyme;*
- 3) ZRHA – film-forming composition on the basis of chitosan and extracts of leaves of balm, leaves of salvia and verbena grass;*
- 4) PTZY is the reference composition composed of iodine, calcium iodide, citric acid, amyloextrin, sulfonol, purified water is a solvent.*

With proper planning of a subchronic study, it is possible to obtain valuable information about the cumulative properties of the substance, its influence on organs and systems, as well as on the overall survivorship and tolerance of animals of a given substance at low or moderate doses under the conditions of its administration for 90 days. In the process of the experiment, all three studied compositions based on phytoextracts at a dose of 5 ml/kg did not show general toxicity in rats. The data obtained indicate that these test samples behave as compositions with a favorable toxicological profile, which, upon prolonged administration, do not cause common toxicological signs of harm to the health and do not cause death of experimental rats.

Keywords: *subchronic toxicity, phytoextract, chitosan, drupaceous fruit.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Однією з головних вимог до вивчення профілю безпеки нових засобів харчової промисловості та біологічно активних речовин є токсикологічні дослідження після повторного введення, що дають можливість оцінити їх небезпечність для здоров'я в умовах достатньо тривалої дії. Найбільш релевантним методом оцінки токсикологічних властивостей для засобів, що мають високу ймовірність потрапляти до організму людини в невеликих дозах упродовж тривалого часу, є вивчення субхронічної

токсичності. Уважається, що експеримент з вивчення субхронічної токсичності достатньо для передбачення токсичного впливу тривалого введення окремих речовин в низьких та помірних дозах [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення субхронічної токсичності засобів для сприскування кісточкових було проведено відповідно до стандартних вимог щодо токсикологічних досліджень на щурах обох статей двома шляхами введення. Дослідження токсикологічного профілю цих засобів у разі внутрішньошлункового введення дає можливість проаналізувати їх можливий негативний вплив на постійного споживача при недостатній санітарній обробці плодів перед уживанням упродовж тривалого періоду. Вивчення топікального (нашкірного) способу введення є найбільш доцільним, ураховуючи можливість тривалої контактної взаємодії робітників та споживачів із речовинами, випадкових ситуацій, які спричиняють нещасні випадки, суїцидальні та кримінальні отруєння, недотримання техніки безпеки під час роботи з речовиною та її виробництва тощо [2–4].

Належне планування субхронічного дослідження дає можливість одержувати цінну інформацію про кумулятивні властивості речовини, вплив на органи та системи, загальну виживаність та стерпність тваринами цієї речовини за невисоких або помірних доз за умов її введення протягом періоду 90 діб (для щурів), що не перевищує 10% тривалості життя відповідного виду експериментальної тварини. Вважається, що даних експерименту з вивчення субхронічної токсичності достатньо для передбачення токсичного впливу тривалого введення окремих речовин у низьких та помірних дозах [1].

Мета статті – визначення шкідливого впливу в разі повторного введення досліджуваних речовин протягом певного періоду тривалості життя експериментальних тварин для визначення впливу на організм людини впродовж приблизно одного місяця щоденного вживання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Субхронічну токсичність комбінованих засобів оцінювали порівняно з референтним тест-зразком.

Об'єкти дослідження:

- 1) ЗРХЧ – плівкоутворювальна композиція на основі хітозану та екстрактів листя алое, суцвіття ромашки та кори ялини;
- 2) ЗРХВ – плівкоутворювальна композиція на основі хітозану та екстрактів листя евкаліпту та трави базилика, чебрецю;
- 3) ЗРХА – плівкоутворювальна композиція на основі хітозану та екстрактів листя меліси та шавлії, трави вербени;

4) РТЗЙ – референтна композиція складу: йод, калій йодид, кислота лимонна, амілодекстрин, сульфенол, розчинник – вода очищена.

Токсикологічне дослідження було проведене на 120 білих нелінійних щурах обох статей з масою тіла 190–210 г. Перед дослідженням експериментальні тварини були розподілені на групи по 6 особин. Внутрішньошлункове введення тест-зразків здійснювали спеціальним металевим ентеральним зондом. Після введення композиції тварин ще дві години утримували без їжі з вільним доступом до питної води [3]. Тест-зразки наносили на ділянку шкіри, звільнену від шерсті та під шорстку, що за площею становила приблизно 10% від загальної поверхні тіла тварини. Депіляцію ділянок шкіри проводили за 24 години до початку експерименту та декілька разів продовж експерименту. Процедуру виконували обережно, без пошкоджень шкіри та травмування. Для нанесення досліджуваної речовини на шкіру використовували ватні палички. Оскільки досліджувані речовини є розчинами, вони використовувалися без попереднього розведення в очищеній воді [1; 2].

Із даних літературних джерел відомо, що екстракти, які входять до складу досліджуваних тест-зразків, мають сприятливий токсикологічний профіль, а летальні дози виготовлених комбінованих засобів на сьогодні не встановлені або знаходяться за межами допустимого для введення об'єму. Через велику кількість активних інгредієнтів у складі рослинних екстрактів стандартизація засобів, отриманих на основі їх комбінацій, викликає певні складнощі. Таким чином, для малотоксичних комбінованих речовин установити середньосмертельні дози (LD_{50}) не має технічної можливості, найвища доза для хронічного й субхронічного експерименту обирається з урахуванням особливостей діючих сполук речовини та технічних можливостей уведення максимально допустимих кількостей. У цьому експерименті під час планування добових доз визначено щоденне введення 1/4 максимально допустимого об'єму рідини (для щурів), що рекомендовано як одна з релевантних доз для вивчення малотоксичних речовин згідно з вимогами методичних рекомендацій О.В. Стефанова та співавторів [4]. За ентерального способу введення для щурів доза всіх комбінованих засобів становила 5 мл/кг, а для нашкірного нанесення застосовували кількість засобів, необхідну для покриття 10% тіла тварини, що відповідало 1,0–1,5 мл на тварину (залежно від площі поверхні тіла та ваги тварини) [1; 3].

Під час спостереження за піддослідними тваринами реєстрували виживаність, динаміку маси тіла, оцінювали їх фізіологічний стан.

Оцінку фізіологічного стану кожної тварини проводили один раз на добу перед введенням засобу, особливу увагу приділяли інтегральним показникам (загальний стан, зміни положення тіла, стан шкіри, колір слизових оболонок, температура тіла) та окремим симптомам токсикологічного ураження органів і систем (міоз, сльозотеча, саливація, діарея, зміни кольору сечі та фекалій, сонливість, тремор, судоми та ін.). Під час топікального нанесення засобів у першу чергу оцінювали стан шкіри (колір, васкуляризація, наявність запалень, наявність ерітеми, ознаки алергійного дерматиту). У цьому субхронічному дослідженні як показники системного відгуку використовували виживаність тварин, динаміку маси тіла та масові коефіцієнти органів [2; 3].

Визначення індивідуальної маси тіла тварин проводили перед введенням препарату в динаміці: на початку дослідження та на 1-й, 2-й і 3-й місяці експерименту. Наприкінці експерименту евтаназію тварин здійснювали шляхом дислокації шийного хребця під інгаляційним наркозом, після чого проводили лапаротомію та макроскопічне обстеження внутрішніх органів, які видалляли, зважували та розраховували їх масові коефіцієнти (МК). Процедура зважування проводили на лабораторних електронних вагах (EJ-6100, AnD, Японія), масові коефіцієнти внутрішніх органів обчислювали в перерахуванні на 100 г маси тіла тварини. Усі етапи дослідження проводилися відповідно до директиви Ради ЄС 86/609 ЄЕС від 24 листопада 1986 р. про дотримання законів, постанов та адміністративних положень держав ЄС із питань захисту тварин, що використовуються для експериментальної та іншої наукової мети [3].

Отримані експериментальні дані статистично обробляли методом варіаційної статистики за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу ANOVA із застосуванням стандартного пакета програми MS Excel 2007. Для визначення результатів розраховували середнє арифметичне та його стандартну похибку. Статистично вірогідною вважали відмінність на рівні значущості $p < 0,05$ [4].

Унаслідок щоденного внутрішньошлункового введення та нашкірного нанесення щурам експериментальних зразків ЗРХЧ, ЗРХВ, ЗРХА і РТЗЙ упродовж 90 діб не виявлено жодних фізіологічних ознак інтоксикації: усі інтегральні показники візуально не відрізнялися від аналогічних показників у тварин групи інтактного контролю. Усі щури обох статей були охайними, активними, мали нормальний апетит, адекватно реагували на звукові та світлові подразники; процеси уринації та дефекації не відхилялися від норми, порушення дихання та судом не було. Під впливом досліджуваних засобів поведінкові реакції

тварин, зокрема пов'язані зі споживанням води та їжі, не відрізнялися від реакцій інтактних тварин. Під час дослідження виживання впродовж експерименту в кожній з дослідних груп не було зареєстровано передчасної загибелі тварин (табл. 1).

Таблиця 1

Виживання щурів у дослідженні субхронічної токсичності

Шлях уведення препарату	Стать	ЗРХЧ	ЗРХВ	ЗРХА	РТЗЙ
		Загибель тварин, що вижили			
Внутрішньо-шлунковий	Самці	0/6	0/6	0/6	0/6
	Самиці	0/6	0/6	0/6	0/6
Нашкірний	Самці	0/6	0/6	0/6	0/6
	Самиці	0/6	0/6	0/6	0/6

Унаслідок аналізу результатів динаміки маси тіла щурів обох статей упродовж 90 днів за двох шляхів уведення з'ясовано, що тест-зразки ЗРХЧ, ЗРХВ та ЗРХА не викликали статистично значущих змін маси тіла на момент контрольних зважувань порівнянно з відповідними значеннями в групах інтактного контролю.

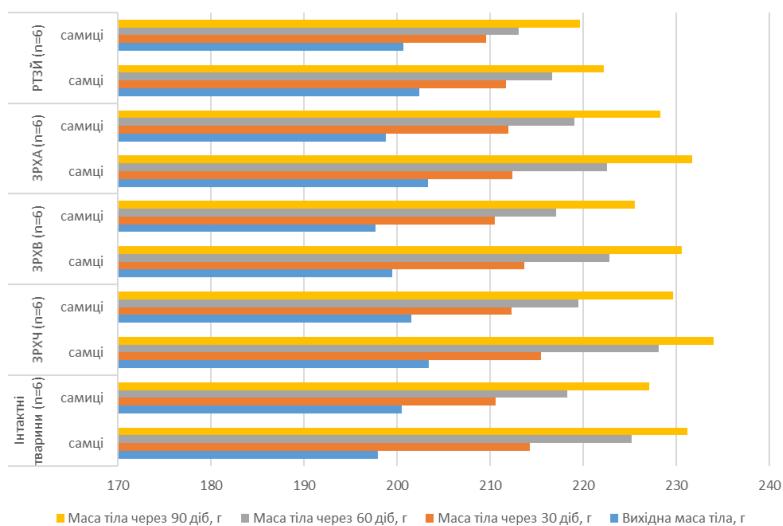


Рис. 1. Динаміка маси тіла тварин за умови внутрішньошлункового введення досліджуваних тест-зразків

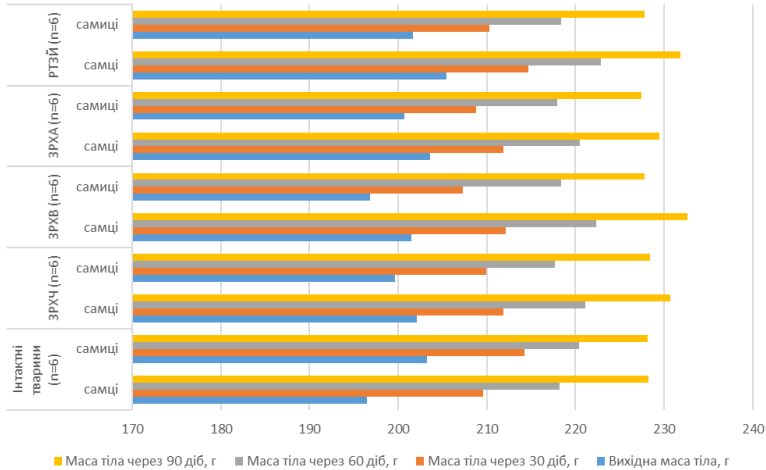


Рис. 2. Динаміка маси тіла тварин за умови нашкірного нанесення досліджуваних тест-зразків

Маса тіла тварин, яким нашкірно наносили РТЗЙ упродовж трьох місяців експерименту також не відрізнялася від аналогічних показників інтактного контролю на всіх етапах спостереження. Проте в шурів обох статей, що отримували референтний засіб внутрішньошлунково на 90-ту добу дослідження відзначалося статистично вірогідне зменшення маси тіла. Імовірно, це пов'язано з надходженням надлишкового йоду та прискоренням метаболічних процесів, опосередкованих йодовмісними гормонами щитівки (рис. 1, 2).

Евтаназію тварин, розтин та вилучення внутрішніх органів здійснювали на 90-ту добу експерименту. Внутрішні органи зважували та робили макроскопічне дослідження їх стану. Ураховуючи той факт, що досліджувані комбіновані засоби в перспективі мають використовуватися в харчовій та сільськогосподарській промисловості, а потенційні організми для токсичного впливу для цих засобів раніше не вивчалися, то для макроскопічного аналізу токсичного ефекту вилучали стандартний набір внутрішніх органів: головний мозок, печінку, серце, нирки та гонади. У тварин обох статей інтактною та дослідних груп, що отримували досліджувані засоби з рослинної сировини (ЗРХТ, ЗРХП, ЗРХБ) та референтний зразок внутрішньошлунково та нашкірно, внутрішні органи за розміром, кольором, консистенцією та розташуванням не виходили за межі фізіологічної норми й не відрізнялися між собою. У групах РТЗЙ особливу увагу приділяли огляду щитівки, однак вірогідних візуальних відмінностей із відповідними інтактними групами помічено не було. Оскільки щитівка мала нормальний розмір і щільно з'єднана з групою

сусідніх тканин, що утворюють трахею, її вилучення та зважування є технічно необґрунтованим.

Таблиця 2

Масові коефіцієнти внутрішніх органів самців білих щурів за умови внутрішньошлункового введення досліджуваних тест-зразків (M±m)

Масовий коефіцієнт органу г/100 г	Експериментальні групи				
	Інтактний контроль (n=6)	ЗРХЧ (n=6)	ЗРХВ (n=6)	ЗРХА (n=6)	РТЗЙ (n=6)
Печінка	4,456±0,136	4,481±0,144	4,409±0,159	4,433±0,121	4,468±0,150
Головний мозок	1,321±0,049	1,308±0,057	1,296±0,053	1,287±0,046	1,312±0,059
Нирки	0,801±0,053	0,792±0,061	0,814±0,049	0,821±0,065	0,815±0,045
Серце	0,458±0,032	0,463±0,038	0,449±0,033	0,452±0,029	0,569±0,037*
Сім'яник	1,253±0,039	1,231±0,032	1,234±0,035	1,241±0,037	1,229±0,040

* Наявність значущої відмінності проти інтактного контролю.

Таблиця 3

Масові коефіцієнти внутрішніх органів самців білих щурів за умови нашкірного нанесення досліджуваних тест-зразків (M±m)

Масовий коефіцієнт органу г/100 г	Експериментальні групи				
	Інтактний контроль (n=6)	ЗРХЧ (n=6)	ЗРХВ (n=6)	ЗРХА (n=6)	РТЗЙ (n=6)
Печінка	4,428±0,135	4,415±0,123	4,426±0,154	4,399±0,147	4,469±0,143
Головний мозок	1,398±0,063	1,392±0,051	1,379±0,062	1,384±0,056	1,380±0,065
Нирки	0,812±0,038	0,790±0,051	0,788±0,043	0,794±0,039	0,806±0,046
Серце	0,455±0,030	0,462±0,035	0,468±0,038	0,451±0,028	0,460±0,034
Сім'яники	1,239±0,032	1,240±0,036	1,236±0,030	1,245±0,035	1,242±0,035

Таблиця 4

Масові коефіцієнти внутрішніх органів самиць білих щурів за умови внутрішньошлункового введення досліджуваних тест-зразків (M±m)

Масовий коефіцієнт органу г/100 г	Експериментальні групи				
	Інтактний контроль (n=6)	ЗРХЧ (n=6)	ЗРХВ (n=6)	ЗРХА (n=6)	РТЗЙ (n=6)
1	2	3	4	5	6
Печінка	4,318±0,092	4,288±0,076	4,297±0,083	4,305±0,085	4,285±0,073
Головний мозок	1,303±0,049	1,312±0,053	1,286±0,051	1,299±0,057	1,308±0,043

Продовження табл. 4

1	2	3	4	5	6
Нирки	0,783±0,051	0,778±0,043	0,792±0,054	0,806±0,047	0,785±0,053
Серце	0,490±0,031	0,487±0,042	0,504±0,035	0,495±0,035	0,591±0,029*
Яечники	0,077±0,006	0,071±0,003	0,073±0,004	0,073±0,005	0,070±0,003

* Наявність значущої відмінності проти інтактного контролю.

Таблиця 5

Масові коефіцієнти внутрішніх органів самиць білих щурів за умов нашкірного нанесення досліджуваних тест-зразків (M±m)

Масовий коефіцієнт органу г/100 г	Експериментальні групи				
	Інтактний контроль (n=6)	ЗРХЧ (n=6)	ЗРХВ (n=6)	ЗРХА (n=6)	РТЗЙ (n=6)
Печінка	4,315±0,098	4,283±0,085	4,279±0,074	4,302±0,092	4,273±0,081
Головний мозок	1,304±0,061	1,286±0,068	1,312±0,072	1,293±0,061	1,306±0,073
Нирки	0,774±0,058	0,803±0,060	0,791±0,042	0,786±0,057	0,796±0,043
Серце	0,482±0,038	0,477±0,041	0,491±0,033	0,488±0,037	0,493±0,036
Яечники	0,074±0,005	0,074±0,004	0,071±0,004	0,073±0,006	0,072±0,005

Примітка 1. Статистичне порівняння вибірок щодо показників групи інтактного контролю ($p < 0,05$) за допомогою критерію ANOVA.

Примітка 2. n – кількість тварин у групі.

Розрахунок масових коефіцієнтів внутрішніх органів засвідчив, що ці показники за всіма вилученими органами не відрізняються у тварин інтактного контролю та дослідних груп ЗРХЧ, ЗРХВ, ЗРХА та РТЗЙ (лише для нашкірного способу введення) у межах однієї статії. Проте у тварин обох статей, які ентєральнє отримували РТЗЙ, виявлено статистично значуще збільшення МК серця, що також може бути однією з ознак гіпертиреозу (табл. 2–5).

Висновки. Проаналізовано результати комплексу досліджень із вивчення субхронічної токсичності комбінованих засобів на основі екстрактів з рослинної сировини з хітозаном та референтної вже існуючої рецептури, що розроблені для використання в сільськогосподарській та харчовій промисловості для сприскування кісточкових плодів з метою подовження часу їх зберігання та уникнення інвазії шкідливими мікроорганізмами. Визначено, що досліджувані комбіновані засоби мають оптимальний токсикологічний профіль та не виявляють загальнотоксичних властивостей за умов субхронічного введення. Референтний засіб не спричинив загибелі

тварин, але в разі внутрішньошлункового введення призвів до вірогідного зменшення середньої маси тіла до третього місяця дослідження та вірогідного збільшення МК серця у тварин обох статей. Ураховуючи наявність йоду в складі цього засобу, зареєстровані зміни можуть відповідати симптомам гіпертиреозу, проте визначення детального токсикологічного механізму таких змін потребує подальших поглиблених специфічних досліджень тіла тварин.

Список джерел інформації / References

1. Parasuraman, S. (2011), "Toxicological screening", *Journal of Pharmacology & Pharmacotherapeutics*, Vol. 2, No 2. pp. 74-79.
2. Tarjinder, Sahota, Meindert, Danhof, Oscar, Della Pasqua (2016), "Pharmacology-based toxicity assessment: towards quantitative risk prediction in humans", *Mutagenesis*, Vol. 31, Issue 3, pp. 359-374.
3. Доклінічні дослідження лікарських засобів. Методичні рекомендації / за ред. АМН України О. В. Стефанова. – Київ : Авіцена 2001. – С. 74–97.
Stefanova, O. (ed.) (2001), *Pre-clinical research of drugs. Methodical recommendations* [Doklinichni doslidzhennya likars'kyx zasobiv. Metodychni rekomendaciyi], Avicena, Kyiv, pp. 74-97.
4. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. Ремедиум / под ред. Р. Ю. Хабриева. – Москва : Медицина, 2000. – С. 349–354.
Khabriev, R. (ed.) (2000), *Manual on experimental (preclinical) study of new pharmacological substances. Remedium* [Rukovodstvo po eksperymental'nomu (doklyny'cheskomu) y'zucheny'yu novyx farmakology'chesky'h veshhestv. Remedy'um], Medicine, Moscow, pp. 349-354.

Дубініна Антоніна Анатоліївна, д-р техн. наук, проф., кафедра товарознавства та експертизи товарів, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-48; e-mail: tovaroved206@ukr.net.

Дубинина Антонина Анатольевна, д-р техн. наук, проф., кафедра товароведения и экспертизы товаров, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-48; e-mail: tovaroved206@ukr.net.

Dubinina Antonina, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Commodity Research and Expertise of Goods, Kharkiv State University of Nutrition and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-48; e-mail: tovaroved206@ukr.net.

Летуга Тетяна Миколаївна, канд. техн. наук, доц., кафедра товарознавства та експертизи товарів, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0679524443; e-mail: lettanya@ukr.net.

Летуга Татьяна Николаевна, канд. техн. наук, доц., кафедра товароведения и экспертизы товаров, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0679524443; e-mail: lettanya@ukr.net.

Letuta Tatiana, PhD, Associate Professor, Department of Commodity Research and Expertise of Goods, Kharkiv State University of Nutrition and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0679524443; e-mail: lettanya@ukr.net.

Новікова Віра Валеріївна, асп., кафедра товарознавства та експертизи товарів, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0671229733, e-mail: novikova_vera@ukr.net.

Новикова Вера Валерьевна, асп., кафедра товароведения и экспертизы товаров, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0671229733; e-mail: novikova_vera@ukr.net.

Novikova Vira, Postgraduate Student, Department of Commodity Research and Expertise of Goods, Kharkiv State University of Nutrition and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0671229733; e-mail: novikova_vera@ukr.net.

DOI: 10.5281/zenodo.3263755

УДК 519.85

ЗАДАЧА МІНІМІЗАЦІЇ СУМАРНОЇ ПЛОЩІ ПОПАРНИХ ПЕРЕТИНІВ ЗА ЛІНІЙНОГО РОЗТАШУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Ю.М. Тормосов, Є.Ю. Стоян, Є.М. Якушенко

Розглянуто окремий клас задач призначення геометричних об'єктів. Наведено формальну постановку задачі призначення геометричних об'єктів у вигляді задачі оптимізації на булівських змінних. Запропоновано один із наближених методів пошуку мінімуму сумарної площі попарних перетинів об'єктів, який можна використовувати й під час заповнення складських приміщень, і під час розміщення вузлів у складних технологічних апаратах.

Ключові слова: задачі призначення, булівські змінні, мінімізація.