

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський державний університет харчування та торгівлі

А. А. Дубініна, С. О. Ленерт, О. О. Хоменко, Н. І. Черевична

**ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ
СОРТІВ АРАХІСУ, АДАПТОВАНИХ ДО ВИРОЩУВАННЯ
В УКРАЇНІ**

Монографія

Харків
ХДУХТ
2017

УДК 54.021:634.58
ББК 36.91-3
Д70

Рецензенти:

д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри устаткування підприємств харчової і готельної індустрії ім. М.І. Беляєва Харківського державного університету харчування та торгівлі Г.В. Дейниченко,
д-р біол. наук, проф., професор кафедри фізіології та біохімії рослин Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна В.В. Жмурко

Рекомендовано до видання вченою радою ХДУХТ,
протокол № 16 від 03.07. 2017 р.

Д70 Дослідження хімічного складу та оцінка якості сортів арахісу, адаптованих до вирощування в Україні [Електронний ресурс]: монографія / А. А. Дубініна, С. О. Ленерт, О. О. Хоменко, Н. І. Черевична. – Електрон. дані. Х. : ХДУХТ, 2017. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

У монографії подано результати наукових досліджень загального хімічного складу сортів арахісу, поширених в Україні, їх стероїдного комплексу, а також аміно- та жирнокислотного складу. Наведено результати комплексного дослідження сортових особливостей арахісу до накопичення контамінантів і безпечні способи їх зниження.

Призначена для науковців, практичних працівників харчової промисловості, викладачів, аспірантів, студентів вищих навчальних закладів, які здійснюють підготовку фахівців для харчопереробної промисловості та торгівлі.

УДК 54.021:634.58
ББК 36.91-3

© Дубініна А. А., Ленерт С. О.,
Хоменко О. О., Черевична Н. І., 2017
© Харківський державний університет
харчування та торгівлі, 2017

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЧИННИКІВ, ЩО ФОРМУЮТЬ СПОЖИВНІ ВЛАСТИВОСТІ АРАХІСУ.....	5
1.1. Морфологічні ознаки та біологічні особливості арахісу.....	5
1.2. Хімічний склад, харчова та біологічна цінність арахісу.....	7
1.3. Моніторинг сортового впливу накопичення токсичних речовин у арахісі.....	16
Висновки за розділом 1.....	26
РОЗДІЛ 2. ТОВАРОЗНАВЧА ОЦІНКА ЯКОСТІ СОРТІВ АРАХІСУ, АДАПТОВАНИХ ДО ВИРОЩУВАННЯ В УКРАЇНІ.....	27
2.1. Визначення органолептичних показників якості сортів арахісу.....	27
2.2. Дослідження загального хімічного складу ядер бобів арахісу.....	33
2.3. Дослідження стероїдного комплексу арахісу.....	38
2.4. Дослідження амінокислотного складу білка ядер бобів арахісу та оцінка його біологічної цінності.....	39
2.5. Визначення жирнокислотного складу жиру ядер бобів арахісу.....	46
Висновки за розділом 2.....	48
РОЗДІЛ 3. СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ АРАХІСУ ДО НАКОПИЧЕННЯ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН.....	50
3.1. Аналіз забруднення арахісу важкими металами.....	50
3.2. Дослідження активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr в арахісі.....	52
3.3. Моніторинг вмісту афлатоксину В ₁ в арахісі.....	53
3.4. Накопичення нітратів арахісом залежно від сорту.....	54
3.5. Дослідження вмісту щавлевої кислоти в сортах арахісу.....	55
Висновки за розділом 3.....	57
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СПОСОБУ ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНИХ ТА АНТИПОЖИВНИХ РЕЧОВИН В АРАХІСІ.....	58
Висновки за розділом 4.....	62
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА КРИТЕРІЇВ ЯКОСТІ АРАХІСУ ДЛЯ ВИБОРУ НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ.....	63
Висновки за розділом 5.....	66
ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69
ДОДАТКИ.....	90

ВСТУП

Збалансоване за необхідними нутрієнтами харчування є однією з найбільш актуальних проблем людства в третьому тисячолітті. На сьогодні у всьому світі має місце гострий дефіцит повноцінних білків, поліненасичених жирних кислот, вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон та інших нутрієнтів.

Дуже цінним джерелом цих речовин є горіхоплідні. Але їх можливості ще не використано повною мірою для виробництва продуктів здорового харчування. Перспективною сировиною для розширення асортименту таких продуктів є арахіс. Найбільш важливою з точки зору харчової цінності в арахісі є олія, у якій переважають ненасичені кислоти, що робить цей горіх важливим продуктом у боротьбі з атеросклерозом та іншими серцево-судинними захворюваннями, а також сприяє зменшенню рівня зайвого холестерину в крові. Білки арахісу характеризуються високим вмістом незамінних амінокислот, що наближає їх до тваринних. Арахіс є джерелом вітамінів і мінеральних речовин, що позитивно впливає на діяльність нервової системи, серця, печінки та інших органів, прискорює ріст клітин. Волокниста структура арахісу, робить його корисним у профілактиці та запобіганні деяких форм ракових пухлин.

У запропонованій монографії велика увага приділяється аналізу хімічного складу та харчової цінності арахісу різних господарсько-ботанічних сортів; особливостям їх компонентного складу; теоретичним основам накопичення контамінантів. Експериментально встановлено закономірності хімічного складу сортів арахісу, поширених в Україні, їх стероїдного комплексу, а також аміно- та жирнокислотного складу; детально досліджено сортові особливості арахісу до накопичення токсичних та антипоживних речовин та розроблено безпечний спосіб їх зниження; подано комплексну оцінку якості досліджуваних сортів арахісу.

В основу монографії покладено матеріали дисертаційної роботи О.О. Хоменко, що виконана на кафедрі товарознавства та експертизи товарів Харківського державного університету харчування та торгівлі (ХДУХТ).

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ЧИННИКІВ, ЩО ФОРМУЮТЬ СПОЖИВНІ ВЛАСТИВОСТІ АРАХІСУ

1.1. Морфологічні ознаки та біологічні особливості арахісу

Арахіс – однорічна невисока трав'яниста рослина сімейства бобових, має кущові і сланкі форми. Вона різко відрізняється від інших видів сімейства бобових (сої, квасолі або гороху) пристроєм квітки і особливістю утворення плоду. Біологічною особливістю культурного арахісу, або земляного горіха, є те, що після запилення його зав'язь розростається і перетворюється в плодоносний пагін – гінофор, який спочатку росте вгору, а потім змінює напрям до ґрунту. Досягнувши його і заглибившись до вологого шару, гінофор формує плід, який розвивається в ґрунті [1]. Плоди арахісу – боби різної форми і величини (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Рослина з коренем, квітами та підземними плодами (бобами): 1 – стебло (надземна частина); 2 – квітка в поперечному розрізі; 3 – стиглий плід (боб); 4 – плід у поперечному розрізі; 5 – насіння; 6 – зародок (вид ззовні та після видалення сім'ядолі)

Плодова оболонка бобу жовтуватого-коричневого кольору, пухка, ламка, з внутрішньої сторони гладка, із зовнішньої – сітчаста. У бобі міститься насіння

1–5, частіше 2–3. Вміст плодової оболонки 21–25%. Насіння арахісу подовженої або дещо округлої форми, іноді циліндричні, покриті тонкою насінневою оболонкою, жовтуватою або яскраво-червоною. Вміст насінної оболонки становить 3–4% маси насіння [2].

Арахіс – дуже тепло- та вологолюбна, вимоглива до ґрунтової родючості культура. Зниження температури до -1°C викликає загибель сходів. Вегетаційний період 120–150 днів. Пізня просапна культура, сходи спочатку розвиваються дуже повільно, легко заглушаються бур'янами, тому під арахіс відводять чисті від бур'янів ділянки. Ґрунт ретельно обробляють, так як для кращого проникнення запліднених зав'язей і розвитку плодів необхідний його пухкий і вологий шар. Насіння арахісу сіють лущеним або цілими бобами, коли ґрунт прогріється до $14...15^{\circ}\text{C}$. Прибирання бобів проводять при пожовтінні гички і хорошій виповненості [3–4].

У промисловому виробництві культивуються чотири основних сорти арахісу: Спеніш, Раннер, Вірджинія і Валенсія. Вони можуть називатися по-іншому в різних країнах – виробниках арахісу [5].

Спеніш – має невеликі ядра, покриті рожево-коричневою оболонкою, використовується в основному для приготування арахісу в цукрі, солоних горішків і арахісової пасти (масла). У ядрах цього сорту міститься найбільший відсоток жиру, в порівнянні з іншими сортами. Сорт Спеніш має безліч похідних сортів в різних країнах: в Південній Африці – Натал і Селлі, в Китаї – Гуан Донг, в Парагваї – Парагвай Кенеля, в Аргентині – Лайтскін і Манфреді, в Індії – Ява.

Ядра Вірджинії мають найбільший розмір і використовуються в основному цілими. Цей сорт дуже широко поширений по всьому світу, в Єгипті його називають «Єгиптіан Гіаіт», в Китаї – «Ладж Сайз».

Раннер – це гібрид Спеніш і Вірджинії, ядра його більше ніж ядра Спеніш і більш довгасті. Арахіс цього сорту широко використовують для приготування арахісового масла (пасти). В Індії похідні цього сорту називаються «Бомбей болд», в Китаї – «Хсю-джі», в Судані «Ашфорд».

Спеніш, Раннер і Вірджинія мають світлу оболонку. На відміну від них сорт Валенсія має яскраво-червону оболонку, за що його називають ще «Редскін». Цей сорт широко поширений в Аргентині, Бразилії, Мексиці і Китаї.

Сортам Вірджинія і Спеніш потрібно близько 150 днів для повного дозрівання, завдяки досить короткому періоду росту і дозрівання ці сорти добре приживаються в областях, схильних до заморозків. Раннеру ж потрібно близько 200 днів для повного дозрівання, у зв'язку з чим, Раннер культивується в

областях несхильних заморозків. Чотири основних сорти арахісу підрозділяються також на кілька типів залежно від калібру ядер (кількість ядер на 1 унцію, 28,3 г). Так Спеніш і Валенсія мають максимальний калібр 50/60 ядер на унцію, Раннер – 38/42, Вірджинія – 21/25 ядер на унцію [6].

Світове виробництво арахісу на сьогодні становить більше 35 млн т на рік. Основним його постачальником є Китай (більше 45% загальносвітового врожаю). Друге місце займає Індія (майже 14% загальносвітового урожаю). У першу четвірку виробників також входять Нігерія й США. У сукупності всі чотири країни вирощують 70% світового врожаю арахісу. Наступні за ними М'янма, Аргентина, Індонезія, Сенегал збирають більше 1 млн т кожна [6; 7].

У Європі арахіс мало поширений, його вирощують в Іспанії (особливо Валенсії), на півдні Франції та Італії.

Український ринок горіхів сьогодні недостатньо насичений, але арахіс за частотою споживання серед них є лідером. Йому належить 80% всіх імпортованих горіхів. Орієнтиром розвитку горіхового ринку в Україні може слугувати максимальне наближення до європейських стандартів їх споживання (1,5 кг на рік) за нинішніх 0,36–1,36 кг на рік.

Із початку 60-х років і фактично до наших днів вирощуванням арахісу у фермерських господарствах майже ніхто не займається [8], а потреба населення в такій цінній сировині задовольняється лише за рахунок імпорту з Китаю, Індії та Узбекистану. У зв'язку із цим розвиток вітчизняного виробництва арахісу набуває особливої актуальності.

1.2. Хімічний склад, харчова та біологічна цінність арахісу

Арахіс вирощують у всьому світі в першу чергу як олійну культуру. Він має високу поживну цінність, пов'язану з наявністю високого рівня білків та жирів, що легко засвоюються. Слід зазначити, що жир арахісу містить близько 20% насичених жирних кислоті 80% ненасичених, серед яких найбільшу частку займають олеїнова і лінолева [9; 10].

Білковий склад ядер арахісу представлений глобулінами, а саме арахіном і конарахіном та глютенинами. Біологічна цінність білків арахісу пов'язана з вмістом у них незамінних амінокислот, які необхідні для життєдіяльності людини, але не можуть бути синтезовані самим організмом. Літературні дані свідчать, що амінокислотний склад білка арахісу здебільшого представлений такими амінокислотами, як аргінін, гліцин, лейцин, аланін і метіонін. Інші амінокислоти наявні в невеликих кількостях [11].

У світовому промисловому виробництві культивуються чотири основних сортотипи арахісу (Спеніш, Валенсія, Вірджинія та Раннер), які мають різні типи та підвиди. Але їх назви в деяких країнах можуть варіюватись. Ці сортотипи відрізняються за будовою, хімічним складом, харчовою та біологічною цінністю, а також напрямками використання.

На хімічний склад арахісу впливає сорт, ступінь зрілості, місце та умови вирощування, сезон, обробка та умови зберігання, зараженість хворобами тощо [12–14].

Вивченням хімічного складу бобів арахісу та кількості їх околоплідної оболонки займалися російські вчені [11; 15; 16], які встановили кількісне співвідношення основних речовин у сортах арахісу Краснодарець 13 і Краснодарець 14 (табл. 1.1), районованих в Краснодарському краї, та сортів Калина й Росиця.

Таблиця 1.1 – Характеристика бобів арахісу сортів Краснодарець 13 і Краснодарець 14

Показник	Значення показника для насіння арахісу сорту	
	Краснодарець 13	Краснодарець 14
Маса 1000 насінин, г	500–540	541–576
Лузжистість, %	21–24	20,8–22,7
Масова частка, вологи і летких речовин (%)	6,8–7,5	6,0–6,8
ліпідів	50,6–50,8	50,3–50,4
білків	24,0–24,3	24,5–24,6
Вуглеводів, у тому числі:	16,1–16,2	16,8–17,3
редуючих цукрів	0,1–0,2	0,06–0,1
дисахаридів	4,7–4,8	5,0–5,1
крохмалю	4,1–4,2	4,6–4,7
пентозанів	1,7–1,8	2,0–2,1
целюлози	2,0–2,1	2,2–2,3
пектинової кислоти	3,1–3,5	2,9–3,0
мінеральних речовин	1,8–1,9	1,6–1,7

Так, кількість околоплідної оболонки бобів арахісу цих сортів становить 2,0–3,5%, масова частка вологи в ядрі – 6,0–7,5%, білків – 15,4–30,2%, ліпідів –

48,0–50,8%, дисахаридів – 4,7–5,1%, крохмалю – 4,1–4,7%, клітковини – 1,3–2,3%, пектинової кислоти – 2,9–3,5%, пентозанів – 1,7–2,1%, золи – 2,0–2,2%. Причому ліпіди та білки більшою мірою локалізовані в ядрі, хоча ліпідний комплекс оболонки характеризується високим вмістом вільних жирних кислот. Амінокислотний склад білка містить 8 незамінних і 10 замінних амінокислот, що наближає його до тваринного. В ядрах містяться деякі мінерали й вітаміни В₁ та Е.

Аналіз основних характеристик насіння арахісу нових сортів Краснодарець 13 і Краснодарець 14 показує, що вони відрізняються від інших сортів досить високим вмістом високоякісного харчового невисихаючого масла, яке є одним з найбагатших рослинних джерел ненасичених жирних кислот. З погляду на це їх доцільно рекомендувати для виробництва хлібобулочних виробів функціонального призначення

Хімічний склад різних сортів арахісу, вирощеного в Гані, має значні відмінності. Арахіс сорто типу Вірджинія підвиду *Hypogaea* характеризується підвищеним вмістом жиру (49,7%) та низьким вмістом білка (22,78%) порівняно з арахісом сортотипів Іспанський і Валенсія (підвид *Fastigiata*), які містять 47,3% жиру та 25,69% білка. Сорт арахісу Bronifufuo іспанського типу відзначився високим вмістом білка (30,53%) та найменшим вмістом жиру (33,60%) [17]. Інші чотири сорти арахісу, а саме: Sinkarzie, F-mix, JL 24 і Manipintar, характеризувалися діапазоном мінливості білка від 23,62 до 28,88%, жиру – від 38,11 до 48,79%, вуглеводів – від 11,54 до 19,65% [18].

Учені Musa Özcan і Serap Seven дослідили сорти арахісу з Туреччини ÇOM та NC-7. Установлено, що вміст білка та жиру сорту ÇOM були вищими порівняно з NC-7, а саме: жиру – 44,09 і 31,52%, білка – 36,93 і 35,97% відповідно. Досліджено також жирнокислотний склад жиру, у якому ідентифіковано та кількісно визначено такі жирні кислоти: міристинова (0,13–0,33%), пальмітинова (8,70–13,03%), пальмітолеїнова (0,23–0,47%), стеаринова (3,77–4,53%), олеїнова (43,13–55,10%), лінолева (25,13–35,20%), ліноленова (0,20–0,30%), арахідонова (1,53–1,90%), гадолеїнова (0,40–1,37%) і бегенова (2,40–3,47%). У цих сортах також було вивчено вміст мінеральних елементів. Доведено, що ядра бобів арахісу сортів ÇOM і NC-7 багаті на такі мінеральні речовини, як Na, K, Ca, P, Fe, Zn, Cu, Mg, Mn, Al, B. Вміст мінералів (за винятком Cu, Al, Pb, Cr, і B) у ядрах сорту NC-7 був вищим порівняно з ÇOM [19].

Аргентинський учений N.R. Grosso зі співавторами займався комплексними дослідженнями хімічного складу сортів арахісу, що культивуються в Південній Америці. Досліджено сорто типи *Hypogaea L.* та

Tiirsuta Kohler (Уругвай), *Correntina*, *Durannensis*, *Monticola*, *Batizocoi* і *Cardenasii* та ще 46 сортів (Болівія, Аргентина), *Hypogaea*, *Fastigiata*, *Peruviana*, *Aequatoriana* (Перу), *Hypogaea*, *Hirsuta*, *Fastigiata*, *Peruviana* (Еквадор). Установлено діапазони вмісту основних речовин: волога – 5,5–5,7%; білок – 25,9–31,3%; жир – 44,0–54,7%; вуглеводи – 8,6–35,5%; зола – 2,4–2,7%. Найбільший вміст жиру було виявлено в арахісі сорту *Batizocoi*, білка – в сортах *Monticola* і *Durannensis*. Найбіднішим на білок є арахіс сорто типу *Hypogaea*. Також вивчено жирнокислотний склад жиру арахісу з Уругваю сортів 1Uv, 2Uv, 5Uv, 6Uv, 7Uv, 8Uv, 9Uv. Так, сорт 7Uv характеризується більш високим вмістом олеїнової кислоти (42,53%), а в сортах 2Uv та 5Uv був вищим відсоток лінолевої кислоти (43,67 і 43,40%, відповідно). Зразок 2Uv містив найменше пальмітинової кислоти – 9,33%, а більше всього виявлено її у зразку 1Uv (10,43%). Вміст інших кислот був таким: пальмітинова – (9,33–10,43%), бегенова – (2,23–3,40%), стеаринова – (2,33–2,60%), арахідонова – (1,0–1,17%) [10; 20–23].

Дослідженнями хімічного складу сирого, сушеного та смаженого арахісу займалися вчені з Нігерії [24]. Результати їх досліджень засвідчили, що вміст вологи в сирому арахісі становив 7,4%, сушеному – 3,4%, смаженому – 1,07%. Зольність досліджених зразків становила 1,48, 1,38 та 1,41% відповідно. Кількість білка у сирому арахісі більше, ніж у сушеному та смаженому, а саме 24,7, 21,8 та 18,4% відповідно. Така ж тенденція прослідковується й з вмістом жиру: 46,1, 43,8 та 40,6% відповідно. Натомість теплова обробка на вміст вуглеводів впливає навпаки: сирій арахіс містить вуглеводів менше, ніж після теплової обробки (17,41, 27,19 та 36,11%). Вміст клітковини значно не відрізняється і становить 2,83, 2,43 та 2,41% відповідно.

Дослідження жиру арахісу інших сортів з Нігерії (*Boro Red*, *Boro Light*, *Mokwa*, *Ela*, *Camrara* і *Guta*) засвідчили досить високу концентрацію в ньому олеїнової та лінолевої кислот. Найвищим вмістом лауринової (8,1%), пальмітинової (4,85%), олеїнової (41,67%), лінолевої (19,58%), арахідонової (1,18%) і бегенової (1,14%) кислот характеризується сорт *Mokwa* [25].

Дослідженням арахісу, вирощеного в Судані, займався вчений М.А.У. *Abdualrahman* [26]. У ядрах бобів установлено вміст вологи – 5,90±0,01%, білка – 28,97±0,03%, золи – 3,64±0,01%, жиру – 47,94±0,01%, сирі клітковини – 3,17±0,02%, вуглеводів – 10,38±0,01%. Засвоюваність білка становила 92,65±0,02%. Основними амінокислотами арахісу, вирощеного в Судані, є глютамінова й аспарагінова кислоти (19,68 і 10,07 г/100 г білка відповідно), а амінокислотний склад білка за вмістом таких незамінних

амінокислот, як фенілаланін, лейцин, ізолейцин і валін перевищує склад ідеального білка ФАО/ВООЗ. Із мінеральних речовин було досліджено вміст натрію (2,1 мг/100 г), кальцію (59 мг/100 г), фосфору (254,5 мг/100 г), заліза (2,3 мг/100 г) і цинку (3,7 мг/100 г).

Група авторів [27–29] дослідила нові сорти арахісу, районаного в Мексиці (Col-24-Gro, Col-61-Gto, VA-81-B, Ranferi Díaz, NC-2 і Florunner) та виявлено, що арахіс містить 50–55% жиру, у якому загальна кількість насичених і ненасичених жирних кислот у середньому становить 17 і 79% відповідно, останні містять приблизно 30% лінолевої і 45% олеїнової кислоти. Особливий інтерес представляє О/Л-відношення (співвідношення олеїнової та лінолевої кислот), яке у цей час використовується як індекс стабільності, що впливає на термін придатності продуктів із арахісу. Чим вищий цей індекс, тим стабільніше жир. Дослідження довели, що О/Л-відношення залежить від таких факторів: тип ґрунту та вмісту ньому поживних речовин, кількість опадів, температура повітря, вегетаційний період. Амінокислотний склад цих сортів здебільшого містив глутамінову кислоту (177 мг/г білка), аспарагінову кислоту (114 мг/г білка) і аргінін (125 мг/г білка). Високий рівень лізину (43,5 мг/г білка) і треоніну (21 мг/г білка) було виявлено в сорті арахісу VA-81-B.

За допомогою газорідної хроматографії вченими із США було визначено вміст жирних кислот у жирі арахісу сорту NC2, вирощеного на різних ґрунтах Північної Кароліни, східної частини Карибського басейну та Ямайки. Доведено, що важливим фактором, який впливає на вміст лінолевої та стеаринової кислот у жирі арахісу є тип ґрунту. Жир арахісу із Сент-Вінсенту містить більше лінолевої кислоти порівняно з тим, який вирощений у Північній Кароліні та Ямайці. Арахіс, що культивується в Сент-Вінсенті на вулканічних суглинках, містить більшу частку насичених жирних кислот, зокрема стеаринової кислоти, та менше ненасичених жирних кислот, зокрема лінолевої кислоти, ніж зразки з вулканічних супісків. На відміну від цього, кількість олеїнової кислоти, незалежно від типу ґрунту та року вирощування, становила $57,4 \pm 0,77\%$ [30].

Під час вивчення арахісу сортів Florunner, Sunrunner, GK-7, Southern Runner, Sunbelt Runner, Okrun і Langley (США) були виявлені значні сортові відмінності в їх жирнокислотному складі. Так, вміст олеїнової кислоти у всіх зразках коливався від 49,2 до 56,3%, лінолевої – від 24,1 до 30,6%, стеаринової – від 1,4 до 1,9% [31].

Останнім часом спостерігається збільшення селекціонування високоолеїнового арахісу, у складі жиру якого вміст олеїнової та лінолевої кислот становить близько 80 і 2% відповідно, порівняно зі звичайним (52 і 27%) [32].

Високоолеїновий арахіс має високий спектр поживних речовин та покращені сенсорні й технологічні властивості (особливо підвищений термін придатності). Це пов'язано з О/Л-індексом, який приблизно в 10 разів вищий, ніж у звичайних сортів. Із точки зору біологічної цінності високоолеїновий арахіс може бути навіть менш алергенним, ніж звичайний. Відомо також, що регулярне вживання високоолеїнового арахісу може поліпшити ліпідний профіль і маркери контролю глікемії [33] та допомогти у боротьбі з ожирінням [34].

Результати досліджень восьми сортів арахісу (KKU72-1, KKU40, KKU1, Tainan9, Khonkaen5, Khonkaen6, Khonkaen60-1 і Khonkaen60-3) з Таїланду засвідчили, що жирнокислотний склад жиру сорту KK60-3 містив найбільшу кількість олеїнової кислоти (60,3%), вміст лінолевої, пальмітинової, стеаринової, бегенової, ліноленової, арахідонової був меншим. Високе О/Л-відношення виявлено в сортах KK6 (3,83%) і KK60-3 (3,66%) [35].

У Флориді проводилися дослідження арахісу 6-ти високоолеїнових (79-82% олеїнової кислоти) і 10-ти звичайних сортів на вміст жирних кислот і амінокислот. Як довели дослідження, масова частка глутамінової та аспарагінової кислот у білку арахісу цих сортів становить 36–40% від загального вмісту амінокислот, у меншій кількості наявні сірковмісні (цистеїн і метіонін) амінокислоти, а також треонін і лізин [36].

Авторами [37] досліджено амінокислотний склад арахісу сорту JL-24, адаптованого для вирощування в Індії, та виявлено, що його білок має найбільший вміст проліну (6,412 г/100 г білка), аспарагінової кислоти (3,459 г/100 г білка), аргініну (2,795 г/100 г білка). Кількість глутамінової кислоти, гліцину, аланіну, валіну, ізолейцину, лейцину, фенілаланіну коливалась у межах 1,792–1,001 г/100 г білка, а кількість треоніну, цистину, тирозину, гістидину, лізину, триптофану була незначною. Серин не був виявлений.

Учені [38] дослідили хімічний склад, зокрема й вміст амінокислот, в білку арахісу сортів Suwon 88, Daewon, Daekwang, Seonan, Saedeul, Satonoka і Pungan, вирощених в Кореї. Вміст білка та олії варіювалися в діапазоні 21,4–32,0% і 41,7–47,2%, відповідно.

Вітаміни – важливі поживні речовини необхідні для життя. Це природні органічні сполуки, які регулярно потрібні організму в малих дозах для підтримки нормальної життєдіяльності. Існують 13 вітамінів, необхідних для

нормального зростання, розвитку і функціонування організму. Літературні дані та результати наукових досліджень свідчать, арахіс і масло з нього містить майже половину з 13 необхідних вітамінів. В насінні бобів арахісу міститься значна кількість вітаміну В₁, вітаміну Е і невеликі кількості вітамінів РР і С, їх співвідношення наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Вміст вітамінів у арахісі

Вітамін	Вміст у арахісі, мг,
Холін	52,5
Вітамін РР	18,9
Вітамін Е (токоферол)	10,1
Вітамін С	5,3
Вітамін В ₉ (фолієва)	240
Вітамін В ₆ (піридоксин)	0,348
Вітамін В ₃ (пантотенова кислота)	1,767
Вітамін В ₂ (рибофлавін)	0,11
Вітамін В ₁ (тіамін)	0,74

Вітамінний склад арахісу характеризується наявністю в ньому вітаміну Е та вітамінів групи В, кількісний вміст яких в середньому такий: Е – 6,93 мг/100 г, В₁ – 0,438 мг/100 г, В₂ – 0,098 мг/100 г, В₃ – 13,5 мг/100 г, В₅ – 1,4 мг/100 г, В₆ – 0,256 мг/100 г та В₉ – 145 мкг/100 г [2; 39; 40].

У працях [41-45] доведено, що на рівень вмісту вітаміну Е в арахісі впливає сорт, генотип, умови й регіон вирощування, а також технологічна обробка й умови зберігання.

Основні токофероли представлені в арахісі α -, β - і γ -токоферолами. Зниження рівня α -токоферолу й підвищення рівня γ -токоферолу пов'язано зі зрілістю арахісу. Дослідження арахісу нових сортів (Туреччина) засвідчили, що найвищий вміст α -токоферолу був виявлений в сортотипі Col-61-Gto – 15,5 мг/100 г, а найнижчий – у VA-81-B – 9,3 мг/100 г. Кількість γ -токоферолу коливалась від 27,3 мг/100 г у сорті Ranferi Díaz до 56,8 мг/100 г у сорті Flugunner. Вміст β -токоферолу у всіх сортах був незначний (0,5–2,0 мг/100 г). Визначення зміни вмісту вітаміну Е під час обсмаження й зберігання арахісу з Кореї засвідчило таке: середній вміст α -токоферолу для сирого арахісу становив 8,2 мг/100 г, смаженого – 4,1 мг/100 г, арахісової олії – 9,4 мг/100 г.

Причому під час обсмажування протягом 20 хв за температури 140°C втрачається тільки 10% α -токоферолу, а за 160°C – 84%. Але ця термічна обробка значно зменшує окисну стабільність арахісу. Установлено, що ефективним засобом збереження вітаміну Е (особливо α -токоферолу) є вакуумна упаковка.

Одним із функціональних компонентів арахісу, який володіє потужними антиоксидантними, антиканцерогенними, гепатопротекторними й протизапальними властивостями, сприяє зниженню ризику онкологічних, серцево-судинних захворювань і хвороби Альцгеймера та затримує старіння, є ресвератрол. Це природна біологічно активна речовина групи поліфенолів, яка спочатку була виділена з винограду темних сортів і виноградних кісточок. Також було встановлено, що ресвератрол міститься в арахісі (у всіх його частинах, особливо в оболонці), какао-бобах, деяких ягодах і в корі сосни [46–48].

За даними американських учених [49], арахіс сортотипів Вірджинія, Раннер та Спеніш, вирощений у різних місцях, містить 0,02–1,79 мкг/г ресвератролу. Учені V.S. Sobolev та R.J. Cole проводили дослідження впливу термічної обробки на вміст ресвератролу. У сирому арахісі виявлено близько 0,01 мкг/г ресвератролу, у смаженому – 0,06 мкг/г, а у вареному – 5,14 мкг/г [50].

Доведено, що кількість ресвератролу в арахісі може збільшуватися під впливом зовнішніх факторів: ушкодження рослини (мікробне та механічне), УФ-опромінення світлом, ультразвук. Також встановлено, що цей фітоалексин міститься в більшій кількості в незрілому арахісі [51].

Досить значущою групою речовин хімічного складу арахісу є поліфеноли, які представлені здебільшого п-кумаровою, феруловою кислотами, етерифікованими похідними п-кумарової та гідроксибензойної кислот [52].

Дослідження [53–59] засвідчили залежність вмісту фенольних сполук і антиоксидантної активності не тільки від сорту арахісу, але й від його анатомічних частин. Так, вміст поліфенолів у ядрі становив 1,0–2,1 мг GAE/г сухої речовини, тоді як у оболонці середнє значення поліфенолів склало $8,6 \pm 1,3$ мг GAE/100 г. Значення антиоксидантної активності в ядрі коливалося на рівні 550–1550 мкг/мл IC50. Також у ядрі було виділено та ідентифіковано такі сполуки, як кавова кислота (1,22–4,00%), дигідроксифенол (1,67–5,43%), бузкова кислота (0,93–1,86%), п-кумарова кислота (2,18–6,35%), рутину тригідрат (2,29–6,79%), дигідратукверцетин (5,4%), а також етиловий ефір 3,4-дигідроксибензойної кислоти, хлорогенова та ферулова кислоти, епігалокатехін, епікатехін, катехінгалат і епікатехінгалат.

В арахісі містяться фітостероли – група вторинних одноатомних циклічних спиртів рослинного походження. Вони мають ту ж структурну циклічну основу, що й наявний в організмі людини холестерин, але відмінність полягає лише в будові кінцевих ланцюгів. Завдяки подібності хімічної структури фітостероли можуть заміщувати холестерин у міцелах, що утворюються під час всмоктування жирів у ентероцитах. Крім того, фітостероли володіють імуномодулюючою, протизапальною, протидіабетичною та антиоксидантною дією [60–67]. Також існує думка [68–70], що вони відіграють важливу роль у профілактиці онкологічних захворювань.

Середній рівень споживання рослинних стеринів у європейських країнах становить 150–450 мг на добу. Фізіологічна потреба у фітостеринах у Росії визначена методичними рекомендаціями «Норми фізіологічних потреб в енергії та харчових речовинах для різних груп населення РФ» у кількості 300 мг на добу. В Україні такої норми не встановлено [71].

Світовими дослідженнями встановлено, що надходження фітостеринів у організм у кількості від 1 до 3 г у складі продуктів сприяє зниженню рівня загального холестерину на 10–20%, холестерину ліпопротеїнів низької щільності – на 14–16%, а в поєднанні з низькожировою й низькохолестериновою дієтою – на 24% [72–74].

Одним із основних джерел фітостеролів є рослинна олія, зокрема соняшникова, соєва, кукурудзяна, ріпакова, оливкова [75–80], а також горіхи, які містять їх у кількості 30–220 мг/100 г [81; 82].

У дослідженнях [10; 20–22] арахісу з Болівії, Аргентини та Уругваю визначено його стероловий склад, у якому превалює β -ситостерин (55,4–63,7%). У меншій кількості містяться кампестерол (13,9–18,3%), Δ 5-авенастерол (8,6–13,8%), стигмастерол (8,2–13,0%), Δ 7-стигмастерол (0,7–1,6%), Δ 7-авенастерол (0,6–1,0%). Загальний вміст стеринів у арахісі сортотипів Іспанський, Раннер, Вірджинія, Тамспан-90 та OLIN (США) становив 127,5–138,5 мг/100 г [83].

Таким чином, встановлено, що хімічний склад арахісу був добре вивчений закордонними дослідниками. Проте інформації стосовно сортів, придатних до вирощування в Україні, виявлено не було. Аналіз загального хімічного складу арахісу засвідчує, що він багатий на біологічно активні речовини, що дає підставу рекомендувати його для використання під час виробництва продуктів здорового харчування. Але разом із поживними речовинами він має здатність до накопичення токсикантів, і цей факт необхідно враховувати під час його переробки.

1.3. Моніторинг сортового впливу накопичення токсичних речовин у арахісі

Усі харчові речовини корисні здоровому організму в оптимальних кількостях і оптимальному співвідношенні. Але в їжі завжди наявні мікрокомпоненти, які у відносно підвищених кількостях спричинюють негативний ефект. До них належать, по-перше, так звані природні токсиканти – натуральні, притаманні цьому виду продукту біологічно активні речовини, які можуть за певних умов споживання викликати токсичний ефект, по-друге, «забруднювачі» – токсичні речовини, що потрапляють у їжу з навколишнього середовища внаслідок порушення технології вирощування, виробництва або зберігання продуктів чи з інших причин.

До природних токсикантів у складі арахісу можна віднести щавлеву кислоту та її солі (оксалати), алергени та антипоживні речовини.

Щавлева кислота ($H_2C_2O_4$) – двохосновна насичена карбонова кислота, здебільшого міститься в продуктах рослинного походження. Вона впливає на формування смаку продукту, відповідає за біологічну стабільність клітинних мембран, але, разом із цим, здатна спричиняти токсичну й антипоживну дію на організм людини. Щавлева кислота всмоктується через стінки тонкого кишечника та проникає в кров. Її надлишок утворює нерозчинні солі (оксалати) кальцію й магнію, що формують ниркові камені. Оксалати кальцію можуть осідати в сітчатці ока, кістковому мозку, суглобах, спричиняючи захворювання на оксалоз [84–86]. Літературні дані свідчать про отруєння щавлевою кислотою не тільки людей, а й тварин [87; 88].

Оксалати в сечі походять із трьох джерел: 40–50% метаболізується з гліцину, 40–50% – з аскорбінової кислоти, а решта 10–20% залежить від раціону харчування [89; 90].

Дослідження [91; 92] засвідчили, що низький вміст кальцію та водночас підвищений вміст щавлевої кислоти в продуктах сприяє високій її біодоступності та призводить до більшого утворення й всмоктування оксалатів (до 80%), а за високих рівнів кальцію в продуктах біодоступність оксалатів знижується. Таким чином, для зменшення утворення оксалатів в організмі людини продукти харчування слід комбінувати з молочною сировиною, що є джерелом кальцію.

Високі дози солей щавлевої кислоти можуть викликати головний біль, судоми в м'язах, слабке й нерегулярне серцебиття, падіння артеріального тиску

й ознаки серцевої недостатності. Смертельна доза для дорослої людини становить від 5 до 30 г [89].

Найвищим вмістом щавлевої кислоти характеризуються шпинат (до 1330 мг/100 г), щавель, петрушка (до 500 мг/100 г), ревінь (765 мг/100 г) та карамболь (1000 мг/100 г) [93]. У горіхоплідних вміст цієї кислоти відносно високий [94]. Відомі результати досліджень її вмісту в мигдалі (447–491 мг/100 г), кеш'ю (260–263 мг/100 г), фундуці (221–223 мг/100 г), горіхах пекан (62–66 мг/100 г), фісташках (46–51 мг/100 г) і волоських горіхах (70–77 мг/100 г) [95].

За даними [96–99] арахіс також належить до продуктів із високим вмістом щавлевої кислоти, який варіюється в межах від 131 мг/100 г до 160 мг/100 г та навіть досягає 250 мг/100 г, що може призвести до нефропатії.

А.М. Finch зі співавторами [100] встановили, що у продуктів, які мають високий вміст жиру, середнє поглинання оксалатів було відносно високим (для арахісу й шоколаду 8,5 і 9,0% відповідно) порівняно зі шпинатом (середнє поглинання оксалатів 1,5%). Це пояснюється тим, що жири взаємодіють із кальцієм у шлунково-кишковому тракті, тим самим зменшуючи кількість кальцію, доступного для зв'язування з оксалатом. Таким чином, більше оксалатів усмоктується в організм.

Відомо, що на зниження вмісту щавлевої кислоти в рослинній сировині впливає попередня волого-теплова обробка, а саме замочування, варіння, бланшування. Установлено, що після бланшування загальна кількість оксалатів зменшується на 9–19%, під час варіння – до 50%, а також їхній вміст значно менший у консервованій продукції [101–105]. Це відбувається за рахунок того, що щавлева кислота має високу розчинність у воді й дифундує в розчин.

Автори [97] дослідили вплив обсмажування на зміну вмісту щавлевої кислоти в арахісі. Доведено, що цей вид обробки незначно знижує її вміст (до 7%). Це пояснюється частковим видаленням оболонки, яка містить незначну кількість цього токсиканту.

Арахіс є одним із найпоширеніших харчових алергенів. Він входить до переліку продуктів, перерахованих у Додатку III законодавства Європейської комісії як алергенний інгредієнт, наявність якого обов'язково повинна вказуватися на етикетці [106]. Практично будь-яка їжа може викликати алергію, але більше 90% харчової алергії ініціює вісім продуктів: молоко, яйця, арахіс, горіхи, молюски, риба, пшениця і соя [107].

Алергія на арахіс проявляється у багатьох людей, і її поширеність швидко зростає. У західних країнах і США у дітей вона збільшилася з 0,4% в 1997 році

до 1,4% в 2008 році [108]. Фізичні симптоми алергічної реакції можуть включати: свербіж, кропив'янку, екзему, набряки обличчя, астму, біль у животі, зниження артеріального тиску, зупинку серця й анафілаксію [106; 109; 110].

На сьогодні ідентифіковано 13 алергенів арахісу (Ara h 1–Ara h 13), які зафіксовано в номенклатурі алергенів підкомітету Міжнародного союзу імунологічних товариств (International Union of Immunological Societies). Ці алергени походять із 7 сімейств білків [111]. Установлено, що основними алергенами арахісу, які несуть найбільшу загрозу, є Ara h 1, Ara h 2 і Ara h 3 [112–114].

Ara h 1 являє собою глікопротеїн, що належить до сімейства біциліну (7S), становить 12–16% від загального білка арахісу та викликає алергічні реакції у 35–95% сенсibiliзованих до арахісу пацієнтів [110; 115; 116].

Ara h 2 також є глікопротеїном, який становить 5,9–9,3% від загального білка арахісу [117]. Це альбумін 2S, відомий також як конглютин, функціонує як інгібітор трипсину [118]. Понад 95% страждаючих на алергію на арахіс у США мають непереносимість цього алергену. Також установлено, що Ara h 2 більш потужний, ніж Ara h 1 [119–121].

Ara h 3 – глобулін, що належить до сімейства легуміну (11S) та є також інгібітором трипсину. Антитіла до цього алергену проявляються у 50% пацієнтів [122–125].

Ara h 4 є ізоформою алергену Ara h 3. На сьогодні він більше не вважається окремим алергеном і перейменований на Ara h 3.02 [111; 126].

Ara h 5 належить до сімейства профіліну й регулює полімеризацію актину [111; 127]. В арахісі його вміст низький і провокує алергію у 13% пацієнтів [127; 128].

Ara h 6 – білок, що належить до сімейства конглютину і має схожу алергенність з Ara h 2. Він стійкий до теплової обробки та протеолітичних ферментів [129–132].

Ara h 7 належить до сімейства конглютину (2S) [133]. Він найменш вивчений алерген, хоча дослідження [127] засвідчили, що 43% пацієнтів з алергією на арахіс були чутливими до цього алергену [127].

Ara h 8 належить до сімейства білків PR-10. Він термолабільний та не стійкий до протеолітичного розщеплення [125; 134; 135].

Ara h 9 – неспецифічний білок, переносник ліпідів [136]. Ara h 10 і Ara h 11 належать до сімейства олеозину. Ara h 12 і Ara h 13 – до сімейства дефенсину [111].

Учені плідно працюють над способами зниження алергенності арахісу. Було встановлено, що за допомогою теплової обробки (варіння, смаження) можна знизити його алергенний вплив. Але в працях [128; 137] виявлено посилення алергенних властивостей горіху під час високотемпературної термічної обробки за рахунок перебігу реакції Майєра. Дослідження *in vivo* на мишах довели, що арахіс сухого обсмаження, ймовірно, більш алергенний, ніж сирий (сухе обсмаження викликає хімічну модифікацію білків арахісу, які активізують імунну систему) [138]. Тим не менше, Vissers зі співавторами [139] виявили, що після нагрівання протягом 20 хв за 145°C алерген Arah 2/6 дегранулює.

Автоклавування арахісу за 2,56 атм. протягом 30 хв також значно зменшує його алергенність [140]. Але для цього методу витрачається велика кількість енергії та потрібне дороге обладнання.

Імпульсне ультрафіолетове світло є ще одним ефективним методом для зниження алергенності арахісу. Опромінення УФ-променями призводить до зниження рівня Arah 1, Arah 2 та Arah 3 на 6,7–12,9% [141]. Також встановлено, що ступінь скорочення алергічного потенціалу (тобто зв'язування імуноглобуліну Е (IgE) алергенів) обробленого ядра арахісу імпульсним світлом склав 80% порівняно з необробленим [142]. Але, як і всі інші технології опромінення, цей метод не сприймається як абсолютно безпечний.

Також можна зменшити алергенність арахісу за допомогою магнітних гранул, що створюють алерген-Fe³⁺-комплекси, та їх відокремлення на магнітному пристрої [143].

Селекційні методи сприяють виведенню нових малоалергенних сортів арахісу [144], але, ураховуючи велику кількість алергенів, прогрес цього методу дуже повільний.

Мутаційна селекція (опромінення важкими іонами (НІВІ)) є потужним засобом отримання гіпоалергенного арахісу. Ця технологія призводить до інактивації одного або декількох генів в рослині, тим самим утворюючи стійкі мутанти, та має низку переваг: низький рівень радіаційного випромінювання, висока швидкість мутації, практична відсутність клітинних пошкоджень [145–147]. Однак використання НІВІ в харчовому виробництві є досить небезпечним.

Великих успіхів у видаленні алергенів з арахісу було досягнуто за допомогою генної інженерії [148; 149], хоча ця технологія має свої недоліки. До них належать, по-перше, неоднозначне ставлення до генної інженерії у

людства, по-друге, видалення всіх алергенів може змінити смак арахісу, оскільки вони становлять 20–30% від загального білка.

Використання ферментів (пероксидази, трансглютамінази) для зшивання алергенів білків знищує їх епітопи (частини макромолекули, що розпізнаються імунною системою) [150]. Авторами [151; 152] запропоновано також використання алкалази, що дає неоднозначний результат.

Установлено, що ультразвукова обробка з подальшою ферментацією значно збільшує розчинність білка арахісу і знижує в ньому концентрацію алергенів Ara h 1 і Ara h 2 [153].

Ученими з США [154] запропоновано метод десенсибілізації арахісу, що зменшує його алергенність при прямому застосуванні ферментативного розчину під час обсмаження чи бланшування [155].

У працях [155–157] доведено, що ферментація арахісу може знижувати його алергенність майже на 70%. Цей напрям досліджень все ще знаходиться на ранній стадії розвитку, хоча вже успішно зарекомендував себе під час зменшення алергенності соєвого шроту та сироваткових білків великої рогатої худоби.

Рафінування арахісової олії дозволяє позбутися алергенних білків [158], тим самим роблячи її безпечною для споживання.

Олійні рослини сімейства бобових, до якого належить арахіс, відрізняються високим вмістом інгібіторів трипсину й хімотрипсину. Загалом інгібітори ферментів складають близько 6% від вмісту білків. Арахіс містить як високомолекулярні (інгібітор Кунітца з масою 21,5 кДа), так і низькомолекулярні інгібітори (інгібітори Баумана-Бірк, С-П, Д-П, Е-1 з молекулярною масою 12–14 кДа) [5].

Із трипсином і хімотрипсином інгібітори Баумана-Бірк і Д-П утворюють потрійний комплекс: хімотрипсин-інгібітор-трипсин. Інгібітор Кунітца утворює з трипсином подвійний комплекс: інгібітор-трипсин. У складі таких комплексів протеолітичні ферменти повністю позбавлені каталітичної активності, тому засвоєння білків арахісу організмом різко знижується. Інактивацію зазвичай проводять шляхом теплової денатурації білків-інгібіторів.

У дослідженні [159] описано проведення різних видів обробки ядер арахісу (варіння, мікрохвильове випромінювання, автоклавування й обсмажування) та порівняно їх ефективність. Установлено, що всі види теплової обробки дозволяють знизити вміст фітинової кислоти на 3,8–24,7%, танінів – на 6,7–68,5%, лектинів – на 75–100% і покращення перетравності

білка на 21,4–100%. Автоклавування, варіння, обсмаження із засолуванням і обсмаження у фритюрі виявилися найбільш ефективними.

Ядра бобів арахісу містять активні ліпоксигеназу, пероксидазу, поліфенолоксидазу, уреазу [160]. Наявність активної ліпоксигенази небажана насамперед тому, що вона викликає окиснювальне псування продуктів, призводить до втрати каротиноїдів у складі олії і окиснення лінолевої кислоти.

Інтенсивний розвиток різних галузей промислового виробництва, засобів пересування призводить до значного забруднення середовища хімічними речовинами. Найбільш розповсюдженими контамінантами, що потрапляють у продукти в результаті впливу забрудненого навколишнього середовища, за умов порушення норм вирощування рослин, їх технологічної обробки або умов зберігання, є важкі метали, радіонукліди, нітрати та мікотоксини.

Найбільш небезпечним джерелом забруднення є важкі метали. Кумулятивний характер їх накопичення призводить до того, що з кожним роком зростає шкідливий ефект на навколишнє середовище. Надмірне потрапляння важких металів до організму людини може спричинити хворобу нирок, ураження нервової системи, онкологічні захворювання та розумову відсталість [161]. Найбільш шкідливими для організму людини є солі свинцю, кадмію, цинку та міді.

На сьогодні актуальною для всього світу є проблема накопичення важких металів арахісом. Так, учені N. Rahbar та Z. Nazari проводили дослідження щодо накопичення арахісом, який вирощується в Ірані, солей свинцю і кадмію. Результати засвідчили досить високу їх кількість. Середній рівень солей кадмію становив 0,015–0,16 мг/кг, солей свинцю – 0,012–0,384 мг/кг [162].

Результати досліджень арахісу із Судану, Китаю, Ірану та Іраку [163] довели, що найвищий вміст солей кадмію в арахісі з Ірану (0,07 мг/кг), а найнижчий – 0,025 мг/кг – в арахісі з Іраку. Найнижчий вміст солей свинцю зареєстровано в зразках арахісу з Ірану (0,48 мг/кг). В арахісі із Судану виявлено 0,98 мг/кг солей свинцю, китайський арахіс містив 1,0 мг/кг цього елемента, іракський – 1,19 мг/кг.

Австралійські вчені, що досліджували арахісове масло, сирі, обсмажені та подрібнені ядра арахісу різних виробників, встановили, що вони містять в цілому низький рівень кадмію – 0,013–0,031 мг/кг. Ці значення нижчі за гранично допустиму норму, встановлену в Австралії (0,05 мг/кг) [164].

Учені виявили, що рН ґрунту впливає на надходження мікроелементів до рослини арахісу. Так, рН ґрунту від 5,7 до 6,0 є оптимальним для мінерального живлення арахісу. Низьке значення рН ґрунту може призвести до молібденової

недостатності та накопичення Mn, Zn в арахісі, а дуже високе рН (>6,5) – до нестачі останніх [165].

У сільськогосподарському університеті міста Пловдив (Болгарія) вченими було досліджено хімічний розподіл Pb, Cd і Zn в різних промислово забруднених ґрунтах та центри їх накопичення у вегетативних і репродуктивних органах арахісу. Мобільність і біологічну доступність цих металів можна розподілити в такій послідовності: Cd>Pb>Zn. Результати засвідчили, що їх накопичення в коренях арахісу й насінній оболонці залежить здебільшого від вмісту металів у ґрунті. Основна частина Pb, Cd і Zn накопичувалась у підземних органах арахісу (коренях і насінній оболонці), у стеблах ця кількість була значно нижчою, що є доказом обмеженої рухливості важких металів по рослині. Вміст Zn в оболонці і в ядрах був практично однаковий, на відміну від Pb і Cd. Більше Pb містилося в насінній оболонці, а Cd – навпаки. Це доводить, що насіння оболонка діє як селективний фільтр у разі накопичення солей важких металів в ядрі арахісу [166].

У дослідженнях [167; 168] встановлено, що вирощування арахісу на ґрунтах, забруднених важкими металами, призводить до значного зменшення вмісту білка в ядрі. Такі елементи, як Cr, Cu і Zn накопичуються більше в коренях і листі арахісу.

Доведено [169], що вапнування ґрунтів зменшує надходження Cd до рослини. Так, сорт арахісу Florunner є найбільш чутливим до накопичення Cd. Вибір сорту, типу ґрунту, місця вирощування та внесення добрив є ефективними шляхами зведення до мінімуму кількості Cd в ядрі арахісу.

Найкращим способом зниження рівня важких металів у рослинній сировині є гідротермічна обробка (варіння, бланшування, припускання). У результаті втрати цих мінеральних речовин можуть досягати 60% [170–175].

Вивчення здатності рослини до накопичення важких металів з огляду на сорт є важливим завданням для виявлення сортів, які меншою мірою акумулюють важкі метали. На жаль, в Україні ця проблема досі не досліджувалась.

Аварії на атомних об'єктах і випробування ядерної зброї призвели до радіоактивного забруднення значних територій земної кулі. Радіоактивні речовини, що надійшли в навколишнє середовище після аварії на ЧАЕС, представлені ізотопами цезію-137 і стронцію-90, які знаходяться в глибокому шарі ґрунту й надходять у рослини кореневим шляхом. Характер і ступінь їх нагромадження в рослинах залежать від багатьох факторів, у тому числі рівня забруднення ґрунту, його типу й біологічних особливостей культури (сорт),

тривалості вегетаційного періоду, морфологічної частини рослини [176]. Установлено також, що внесення мінеральних добрив може призводити до збільшення у землях сільськогосподарського використання хімічних елементів з природною радіоактивністю. У ґрунт із простим суперфосфатом надходить значна кількість стабільного стронцію [177].

Так, в південній частині Туреччини вчені проводили вимірювання концентрації природної радіоактивності в зразках арахісу з використанням гамма-спектрометрії. У складі досліджених зразків ідентифіковано такі радіоактивні ізотопи: ^{40}K , ^{226}Ra і ^{232}Th [178].

Знизити вміст радіоактивних ізотопів найкраще можна за допомогою варіння. При цьому значна частина радіонуклідів (10–60%) залишається у відварі [179–182].

Досліджень щодо вмісту радіоактивних ізотопів у вітчизняному арахісі знайдено не було, тому необхідним є вивчення цього питання задля доцільності подальшого використання арахісу в продуктах здорового харчування.

Одним із видів забруднювачів харчових продуктів є грибкові метаболіти. Пліснява вражає продукти як рослинного, так і тваринного походження на будь-якому етапі їх отримання, транспортування та зберігання, у виробничих і домашніх умовах. Несвоєчасний збір врожаю, недостатнє сушіння, зберігання й транспортування продуктів за неповного захисту від вологи призводять до розмноження мікроміцетів і утворення токсичних речовин.

Серед мікотоксинів, що є небезпечними для здоров'я людини і тварин, найбільш поширені афлатоксини, що володіють сильними канцерогенними властивостями. Це токсичні вторинні метаболіти, що продукуються здебільшого *Aspergillus flavus* A. Parasiticus [183]. Їх токсичність зумовлена взаємодією з нуклеофільними ділянками ДНК, РНК і білків, що призводить до порушення проникності мембран субклітинних структур і придушення синтезу ДНК і РНК [184]. Найтоксичнішим є афлатоксин В₁, який у кількості 1,7 мг/кг за короткий період часу може призвести до незворотних пошкоджень печінки й раку, а за 75 мг/кг – до летального результату [185; 186].

Афлатоксинами забруднюються здебільшого зерно, кукурудза, соя, пшениця, рис і горіхи, такі як арахіс, мигдаль, бразильські горіхи, фундук, волоський горіх, кеш'ю, пекан і фісташки [187–191]. Саме арахіс є хорошим субстратом для росту *Aspergillus* і продукування афлатоксинів [192]. Факторами, що спричиняють високий рівень забруднення, є недосконалі сільськогосподарські засоби садіння, збирання, сушіння, транспортування та зберігання продукту [193].

Кодекс Аліментаріус (ФАО/ВООЗ) регламентує допустиму межу загального афлатоксину в арахісі – 5 мкг/кг [194]. Огляд наукової літератури засвідчив, що арахіс і продукти з нього мають високий ступінь зараження афлатоксинами у всьому світі.

Так G. Yentür зі співавторами проаналізували 20 зразків арахісового масла в Туреччині і виявили, що всі вони містять афлатоксину кількості 2,06...63,72 мкг/кг [195].

C.A.F. Oliveira зі співавторами встановили, що 44,2% зразків арахісу з Бразилії містили афлатоксини у межах від 0,5 до 103,8 мкг/кг [193].

Учений з Кореї J.W. Park проаналізував 40 зразків арахісу і 30 зразків арахісового масла. Афлатоксин В₁ у кількості 12 мкг/кг було знайдено в 5 зразках арахісового масла, а 19...32 мкг/кг – у 10 зразках арахісу [196].

За результатами досліджень 1260 продуктів з арахісу (Кенія), було відзначено, що 38% всіх випробуваних зразків були безпечними відповідно до нормативних обмежень ЄС. Найбільш забрудненим продуктом було арахісове борошно, рівень афлатоксину якого складав більше 10 мкг/кг [197].

Арахіс із Македонії містив сумарну кількість афлатоксинів у межах 1,5–289,2 мкг/кг, закуски з арахісу – 16,3 мкг/кг, арахісові палички – 8,0 мкг/кг. В арахісовому маслі афлатоксинів виявлено не було [198].

У Пакистані дослідження засвідчили, що афлатоксини були наявні в більшості дослідних зразків (82%) в концентраціях від 14,25 до 98,80 мкг/кг [199].

Під час дослідження вчені із Республіки Конго виявили, що рівні афлатоксину В₁ коливаються від 1,5 до 390 мкг/кг в суху погоду і від 12 до 937 мкг/кг – у дощову. Але 70% зразків арахісу з обох сезонів перевищили максимальну межу афлатоксину (5 мкг/кг), встановлену ВООЗ [200].

Найкращими шляхами запобігання розвитку плісняви на всіх стадіях заготівлі рослинної сировини є контроль вологості під час висушування та використання антигрибкових препаратів [201].

Ще одним контамінантом, що забруднює рослинну сировину, є нітрати – солі азотної кислоти, що знаходяться в ґрунті, воді та є хімічною складовою частиною рослин, продуктами обміну речовин в організмі людини й тварин.

Нітрати є обов'язковою частиною продуктів харчування, але кількість їх має бути в допустимих межах концентрацій. До факторів, які можуть призвести до підвищеного накопичення нітратів у рослинних сільгосппродуктах, належать: дефіцит світла, спека й холод у період вегетації рослин, засуха й постійне перезволоження, велика та недостатня кількість таких елементів як

азот, калій, фосфор у ґрунті, біологічна активність ґрунту, кислотність ґрунту, захворювання ґрунту та інші. Проте головним чинником є нераціональне застосування азотних добрив, порушення агротехніки обробки сільськогосподарських культур [202–205].

Нітрати у великих кількостях у травному тракті частково відновлюються до нітритів, які за умови потрапляння в кров можуть спричиняти метгемоглобінемію; з нітритів за наявності амінів можуть утворюватися N-нітрозаміни, що володіють канцерогенною активністю [206; 207].

Усі рослинні продукти, залежно від здатності накопичувати нітрати, поділяються на три групи: низько-, середньо- та високонітратні. До високонітратних рослин (700–2000 мг/кг) належать коренеплоди (морква, столові буряки, редька, редис), а також городня зелень: салат, шпинат, селера, петрушка, ревінь; до середньонітратних (від 180 до 700 мг/кг) – картопля, томати, баклажани, цибуля, часник, цвітна капуста, квасоля, огірки; до низьконітратних (до 180 мг/кг) – фрукти й ягоди.

Відомо, що горіхи у своєму складі практично не містять нітратів [208] і на сьогодні випадків отруєнь нітратами з горіхоплідних не виявлено. Проте в науковій літературі не знайдено даних про їх кількість в арахісі. У зв'язку з тим, що боби арахісу вирощуються в землі, є загроза накопичення в них токсичних речовин, зокрема нітратів, що потрапляють разом із добривами. Тому актуальним є вивчення цього питання.

Таким чином, огляд літератури засвідчив, що ядра бобів арахісу можуть містити як природні токсиканти (щавлева кислота та її солі, алергени, інгібітори ферментів), так і контамінанти, які потрапляють у рослину під час вирощування, збирання врожаю, зберігання й переробки та є потенційною небезпекою для здоров'я (солі важких металів, радіонукліди, афлатоксини, нітрати).

Учені продовжують працювати над розробкою способів вилучення токсикантів із рослинної сировини, але варто враховувати специфічність цих методів для кожного виду продукту, зокрема арахісу. На сьогодні в науковій літературі не знайдено даних про вміст токсичних речовин у арахісі, який вирощується в Україні. Тому доцільним є дослідження цього питання для виявлення сортів, здатних до мінімальної їх акумуляції та розробки способів зниження їх кількості.

Висновки за розділом 1

1. У світі арахіс займає практично половину площі насаджень горіхоплідних культур та є другою за важливістю після сої бобовою культурою. Сьогодні арахіс росте на всіх континентах у тропічному, субтропічному й помірному поясах. Провідні країни-виробники арахісу – Китай, Індія, Нігерія, США, М'янма, Аргентина, Індонезія, Сенегал.

В Україні попит на арахіс задовольняється здебільшого імпортом із Китаю, Індії та Узбекистану, адже вирощуванням арахісу в українських господарствах майже ніхто не займається.

2. Дослідження закордонних учених дали можливість установити, що багатий хімічний склад і висока поживна цінність арахісу пов'язана, у першу чергу, з високим вмістом легкозасвоюваних жирів (близько 50%) та більше 20% білків. Жирнокислотний склад жиру арахісу характеризується підвищеним вмістом ненасичених жирних кислот, а якісний амінокислотний склад білка наближає його до тваринного.

Крім того, арахіс є джерелом вітамінів, мінеральних речовин, поліфенолів, фітостеринів, ресвератролу та інших БАР, що робить його незамінним продуктом для повноцінного й здорового харчування. На сьогодні практично немає інформації щодо хімічного складу та вмісту БАР сортів арахісу, адаптованих до вирощування в Україні.

3. До складу арахісу також входять шкідливі речовини, які здатні проявляти антипоживну та токсичну дію. Це такі речовини, як щавлева кислота та її солі, алергени, інгібітори ферментів, нітрати, солі важких металів, радіонукліди, мікотоксини.

Аналіз літератури щодо їх вмісту в арахісі, що вирощується в Україні, вказує на недостатню повноту таких досліджень, що не дає можливості безпечного використання вітчизняного арахісу в продуктах здорового харчування та потребує пошуку шляхів його деконтамінації.

РОЗДІЛ 2

ТОВАРОЗНАВЧА ОЦІНКА ЯКОСТІ СОРТІВ АРАХІСУ, АДАПТОВАНИХ ДО ВИРОЩУВАННЯ В УКРАЇНІ

Аналіз наукової літератури засвідчив, що вивченням хімічного складу арахісу займалися вчені багатьох країн світу та дослідження у цьому напрямі продовжуються. Поява нових видів сортів та їх генотипів, а також нових технологій, що активно впроваджуються в сільське господарство, вимагає встановлення особливостей хімічного складу саме тих сортів, які адаптовані до конкретних ґрунто-кліматичних умов України. Усе це дасть змогу сформувати оптимальні напрями використання вітчизняних сортів для виробництва екологічно безпечної продукції здорового харчування з високими біохімічними показниками.

2.1. Визначення органолептичних показників якості сортів арахісу

Товарознавча оцінка органолептичних показників дає змогу виявити навіть незначні зміни якості продуктів. Порівняння одержаних результатів під час аналізу даних із вимогами стандартів дозволяють зробити висновки про дотримання параметрів зберігання, транспортування продукції.

Боби арахісу повинні мати зовнішній вигляд, форму характерні для даного виду. Боби мають бути чистими, світло-коричневими, кремово-коричневими або червоно-коричневими. Смак – чистий, солодкий, без сторонніх присмаків, запах – приємний, чистий, відповідний арахісу. Колір однорідний, відповідний сорту.

Під час проведення експертизи бобів арахісу треба ураховувати, що за даними нормативної документації не допускається до реалізації арахіс усіх видів з дефектами смаку, аромату та смітною домішкою.

Результати органолептичної оцінки досліджуваних зразків бобів арахісу наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Органолептична оцінка бобів арахісу

Сорт бобів арахісу	Показник					
	Зовнішній вигляд	Смак і запах	Колір насінневої оболонки	Смітна домішка, %	Мінеральна, органічна домішка	Насіння дикорослих культурних рослин
1	2	3	4	5	6	7
Краснодарець 13	Боби валькувато-циліндричні, середнього розміру, зі слабким перехватом, двонасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста, киль сильно виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середньої міцності	Не солодкий смак, з добре вираженим гірким після смаком. Запах властивий	Рожевий	0,4	0,2	-
Краснодарець 14	Боби середнього розміру та великі, валькувато-циліндричні та горбатовалькуваті, зі слабким, перехватом, дво- та тринасінневі. Поверхня бобів комірчаста, киль добре виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середньої міцності	Солодкий, ледь помітний гіркий після смак. Запах властивий	Блідо-рожевий	0,4	0,3	-
Краснодарський 14	Боби середньої величини та великі, валькувато-циліндричні, зі слабо вираженим перехватом, переважно двонасінневі, рідше зустрічаються тринасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста, киль невиражений	Ніжно-солодкий. Запах властивий	Блідо-рожева	0,6	0,2	-
Краснодарський 15	Боби середньої величини, валькувато-циліндричні, двонасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста зі слабким перехватом. Киль слабо виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор міцне	Слабо виражений гіркуватий смак. Запах властивий, горіховий	Блідо-рожевий, неоднорідний	0,1	0,03	-

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7
AR 1	Боби великі і дуже великі, здуті, деякі горбато-валькуваті, з сильним перехватом, двонасінневі. Поверхня бобів комірчаста, кіль слабо виражений. Розташування бобів близьке до компактного, прикріплення до гінофор середньої міцності	Солодкий, добре виражений. Запах властивий даному насінню без сторонніх ароматів	Блідо-рожевий	0,6	0,2	-
AR 2	Боби середньої величини та дрібні. Коконоподібні без перехвату, але зустрічаються й горбато-валькуваті з сильним перехватом, двонасінневі. Поверхня бобів майже гладка, кіль слабо виражений. Розташування бобів рихле, прикріплення до гінофор середньої міцності	Властивий з ледь помітним солодкуватим відтінком. Запах горіховий	Блідо-рожевий	0,6	0,1	-
AR 3	Боби середньої величини, циліндричні та валькувато-циліндричні, зі слабким перехватом, дво-, рідше тринасінневі. Поверхня бобів комірчаста, кіль слабо виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середньої міцності	В міру солодкий, з гірчинкою. Запах солодко – гіркий	Рожевий	0,4	0,2	-
AR 4	Боби циліндричні або коконо-подібні зі слабким перехватом, дво-, і рідше однонасінневі. Поверхня бобів гладка, кіль середньо і сильно виражений. Розташування бобів рихле, прикріплення до гінофор середнє	Легко виражений гіркий смак, не солодкий. Запах властивий, без сторонніх включень	Блідо-рожевий, майже білий	0,1	0,07	-
AR 5	Боби циліндричної форми, великі, зі слабким перехватом, дво- та тринасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста, кіль сильно виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор міцне	Чітко виражений солодкий смак, без гіркоти. Запах властивий	Блідо-рожевий.	0,4	0,2	-

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7
AR 6	Боби середні та великі, циліндричної (іноді коконоподібної) форми, з невираженим перехватом, дво- та тринасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста, кіль слабо виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середне	Солодкий смак, без сторонніх включень. Запах властивий солодкий	Червоно-коричневий	0,3	0,2	-
ВНДІОК 14	Боби великі, циліндричні і валькуваточиліндричні, з середнім чи слабо вираженим перехватом, дво- та тринасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста, кіль сильно виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середньої міцності	Ледь помітний гіркий смак, з солодким після смаком. Запах відповідний	Блідо-рожевий	0,3	0,03	-
ВНДІОК 15	Боби середньої величини та дрібні, коконоподібні, зі слабо вираженим перехватом, двонасінневі. Поверхня бобів комірчаста, кіль слабо виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середньої міцності	Відразу помітний гіркий присмак. Запах чистий	Світло-коричневий	0,6	0,2	-
Рожевий великий	Боби середнього розміру, коконоподібні, з невираженим перехватом, двонасінневі. Поверхня слабокомірчаста, кіль слабо виражений. Розташування бобів рихле, прикріплення до гінофор слабке	Нижній та приемний смак з арахісовим запахом	Рожевий	0,3	0,05	-
Малиновий	Боби великі за розміром, циліндричні, без перехвату, три- та чотиринасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста, кіль не виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середньої міцності	Солодкий, добре відчутний смак. Запах чистий, властивий арахісу	Червоний	0,4	0,2	-

1	2	3	4	5	6	7
Блідо-рожевий 1	Боби валькувато-циліндричні переважно середнього розміру (іноді зустрічаються великі), з середнім перехватом, двонасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста, киль слабо виражений. Розташування бобів близьке до компактного, прикріплення до гінофор сильне	Чистий солодкий, без сторонніх включень. Запах властивий даному виду горіха	Блідо-рожевий	0,3	0,05	-
Блідо-рожевий 2	Боби середнього розміру та дрібні, валькувато-циліндричні, зі слабким перехватом (іноді зустрічаються з сильним перехватом), двонасінневі. Поверхня бобів комірчаста, киль слабо виражений. Розташування бобів близьке до компактного, прикріплення до гінофор сильне	Смак притаманний, солодко – гіркуватий. Запах чистий, відповідний	Блідо-рожевий	0,1	0,08	-
Блідо-рожевий 3	Боби середньої величини та дрібні, коконоподібні без перехвату та горбато-валькуваті з сильним перехватом, дво-, рідше тринасінневі. Поверхня бобів комірчаста, киль слабо виражений. Розташування бобів хаотичне, прикріплення до гінофор середнє	Дещо виражений гіркуватий присмак. Запах приємний, чистий	Блідо-рожевий	0,6	0,3	-
Темно-червоний	Боби середнього розміру, циліндричні, зі слабо вираженим перехватом, двонасінневі. Поверхня бобів гладка, киль слабо виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середньої міцності	Не солодкий, різко гіркий. Запах властивий	Рожево-червоний	0,4	0,2	-
Клинський (різновидність <i>anthocyanica</i> Z. Lus (тип валенсія)	Боби видовжено-циліндричної форми, зустрічаються горбато-валькуваті, гладкі, великі, дво-, три- та чотиринасінневі. Киль сильно виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення бобів міцно	Солодкий, ледь помітний гіркий після смак. Запах властивий	Буро-червоний	0,1	0,1	-
Вимоги ДСТУ	Боби великі, круглі циліндричної форми, без перехоплень і майже без кіля	Злегка солодкий, з невираженою гіркотою	Від світло-до темно-червоного	1,0	0,5	Не допускаться

Боби різних розмірів: дрібні, великі, середнього розміру, циліндричної та коконоподібної форм. У сорті AR 1 перехват виражений сильно, у всіх інших сортах він слабкий. А у таких як AR 2, AR 6, Рожевий великий, Блідо-рожевий 3 та Малиновий перехвату взагалі виявлено не було. Боби в основному двонасінневі, рідше тринасінневі, а у сортах Малиновий та Клиньский відмічені чотиринасінневі. Розташування бобів на кореневищі компактне або близьке до компактного, іноді рихле (боби сортів AR 2, AR 4, Рожевий великий) іноді хаотичне (Краснодарський 14, Блідо-рожевий 3). Прикріплення бобів всіх 19 сортів міцне, та середньої міцності.

Смак та запах досліджуваних зразків, характерні, без сторонніх запахів, без затхлості та прогіркання і відповідають вимогам ГОСТ 27988–88. Такі сорти, як Краснодарський 14, AR 1, AR 2, AR 5, AR 6, Блідо-рожевий 1 та Малиновий мали солодкий смак без гіркоти, у зразках як Блідо-рожевий 3, ВНДІОК 15, Краснодарський 15, AR 4 відчувалася гіркий смак. Всі інші сорти мали солодко-гіркий чи гіркувато-солодкий присмак. Колір був відзначений від блідо-рожевого (Краснодарець 14, Краснодарський 14, AR 1, AR 2, AR 5, ВНДІОК 14, Блідо-рожевий 1, Блідо-рожевий 2, Блідо-рожевий 3) майже білого (сорт AR 4) до рожевого (сорт Краснодарець 13, AR 3, Рожевий великий), а також від червоного (сорт Малиновий) до буро-червоного (сорт Клиньский). В одному із зразків відмічено світло-коричневий колір (ВНДІОК 15).

Боби арахісу містять смітну домішку, яка коливається в межах від 0,1 до 0,6%, що не перевищує вимоги стандарту – не більше 1,0%. Також було перевірено вміст мінеральної (пісок, грудочки землі, пил) та органічної домішок (подові та насінневі оболонки, плодоніжки, частини стеблин, пил), які були в межах від найменшого, сорти ВНДІОК 14, Краснодарський 15 – 0,03% до найбільшого, сорт Блідо-рожевий 3 – 0,3%.

Органічна домішка є носієм величезної кількості мікрофлори і, як правило, має вологість і інтенсивність дихання більшу, ніж основна маса насіння арахісу. Наявність смітної органічної домішки також веде до виникнення вогнищ самозігрівання, запліснявіння і призводить до псування насіння. Насіння дикорослих і культурних рослин в 19-ти досліджуваних зразках відмічено не було.

В цілому з проведених досліджень можна зробити висновки, невідповідностей виявлено не було, тому усі зразки за органолептичними показниками відповідають вимогам ДСТУ 4822–2007 «Боби арахісу. Технічні умови».

2.2. Дослідження загального хімічного складу ядер бобів арахісу

Відсутність інформації стосовно хімічного складу сортів арахісу, адаптованих до вирощування в Україні, вимагає вирішення цього завдання на даному етапі досліджень.

Об'єктами досліджень були 19 сортів арахісу колекції Інституту олійних культур УААН (м. Запоріжжя) урожаю 2011–2013 років (додаток А): Краснодарець 13, Краснодарець 14, Краснодарський 14, Краснодарський 15, AR 1, AR 2, AR 3, AR 4, AR 5, AR 6, ВНДІОК 14, ВНДІОК 15, Рожевий великий, Блідо-рожевий 1, Блідо-рожевий 2, Блідо-рожевий 3, Темно-червоний, Малиновий, Клиньський, які відрізняються між собою формою та розміром бобів та ядер, кольором насінневої оболонки. Зразки вирощувалися на Півдні України, у степовій посушливій зоні на нейтральних ґрунтах. На етапі вирощування всі об'єкти знаходилися в однакових кліматичних і агротехнічних умовах.

У таблицях 2.2, 2.3 наведено усереднені дані хімічного складу дослідних зразків.

Аналіз таблиць засвідчив, що здебільшого арахіс містить невелику кількість вологи, яка коливається в межах від 3,0 до 9,6%. Завдяки цьому арахіс відносять до продуктів тривалого терміну зберігання.

Прослідковується залежність вмісту основних харчових речовин від сорту дослідних зразків арахісу. Так, у середньому вміст білка в більшості сортів арахісу коливається в межах 21,2–24,7%. Найбільшим вмістом (26,8%), характеризується сорт Темно-червоний, найменшим відзначилися сорти Краснодарський 14, AR 2 та Рожевий великий (20,0, 19,6 та 17,6% відповідно).

Із дослідних сортів найбільший вміст жиру, а саме 56–59% характерний для сортів Краснодарський 14, AR 1, Рожевий великий, AR 2, ВНДІОК 15, AR 6 та Блідо-рожевий 2. Сортами із середнім вмістом жиру є Краснодарець 14, AR 3, AR 4, AR 5, Блідо-рожевий 3, Темно-червоний, Малиновий, Клиньський та Краснодарський 15 – 52–55%. Найменше жиру знайдено в сортах арахісу ВНДІОК 14, Краснодарець 13 та Блідо-рожевий 1 (48, 35 та 34% відповідно).

Таблиця 2.2 – Характеристика хімічного складу арахісу різних сортів, % (n = 3, P ≥ 0,95, ε ≤ 5)

Сорт	Волога	Білок	Жир	Цукри	Крохмаль	Клітковина	Пектинові речовини	Зола
Краснодарець 13	9,6	23,8	35	6,7	9,8	4,3	6,4	3,2
Краснодарець 14	3,3	22,5	54	3,0	5,9	3,2	4,3	2,8
Краснодарський 14	3,3	20,0	59	2,6	4,6	2,9	4,1	2,6
Краснодарський 15	3,6	23,0	52	3,0	7,1	3,3	4,0	2,9
AR 1	3,0	22,5	58	4,2	3,7	2,5	2,7	2,5
AR 2	3,0	19,6	57	2,3	7,8	3,4	3,0	2,8
AR 3	3,3	22,3	53	3,8	7,8	2,8	3,2	2,7
AR 4	3,3	24,1	54	3,7	5,8	2,3	3,1	2,8
AR 5	3,3	21,9	55	3,2	6,2	2,5	4,3	2,6
AR 6	3,5	24,7	56	2,8	3,9	3,3	2,0	2,8
ВНДІОК 14	6,7	24,2	48	4,1	5,6	3,2	4,6	2,7
ВНДІОК 15	3,0	22,1	57	3,1	6,1	2,8	2,3	2,6
Рожевий великий	3,0	17,6	58	3,6	6,9	3,6	3,1	3,0
Блідо-рожевий 1	9,4	24,2	34	8,0	9,7	4,2	6,3	3,1
Блідо-рожевий 2	3,1	23,4	56	2,6	4,3	3,2	3,9	2,5
Блідо-рожевий 3	3,6	21,2	54	4,5	5,6	3,5	3,8	2,8
Темно-червоний	3,6	26,8	54	2,0	3,8	2,9	3,1	2,9
Малиновий	6,3	24,2	55	3,8	2,9	2,2	1,9	2,7
Клинський	3,2	23,4	54	3,9	4,3	3,2	4,3	2,7

Таблиця 2.3 – Вітамінний і мінеральний склад арахісу, мг/100 г (n = 3, P ≥ 0,95, ε ≤ 5)

Сорт	Вітаміни						Мінеральні речовини						
	B ₁	B ₂	PP	E	β-каротин	C	Na	K	Ca	P	Mg	Mn	Fe
Краснодарець 13	0,58	0,07	14,22	6,21	–	5,3	26	736	100,0	360	175	1,94	4,01
Краснодарець 14	0,64	0,12	13,87	7,72	0,03	4,2	22	650	99,0	356	182	2,20	5,02
Краснодарський 14	0,74	0,08	12,89	9,45	–	4,7	21	694	86,4	358	152	1,77	3,60
Краснодарський 15	0,82	0,09	12,70	6,87	–	5,8	23	658	75,0	354	154	1,99	3,49
AR 1	0,75	0,13	13,67	7,88	0,02	5,3	23	660	98,0	347	174	1,93	2,18
AR 2	0,62	0,14	13,75	7,32	0,01	5,7	24	702	98,0	398	161	2,55	4,08
AR 3	0,60	0,08	13,82	6,42	–	4,9	23	656	98,0	388	178	2,02	3,90
AR 4	0,74	0,11	14,84	7,34	0,04	4,2	23	730	85,0	302	172	2,28	2,50
AR 5	0,68	0,14	14,39	7,04	–	5,6	25	732	75,0	325	172	2,07	3,25
AR 6	0,80	0,15	12,66	7,68	0,02	4,3	23	700	89,0	380	171	1,74	2,59
ВНДІОК 14	0,88	0,09	13,19	6,34	0,02	5,7	20	694	102,0	386	185	2,42	4,12
ВНДІОК 15	0,79	0,14	14,82	8,95	0,04	6,0	19	674	90,0	336	184	1,98	2,09
Рожевий великий	0,72	0,09	13,22	9,05	–	4,4	25	734	62,0	322	152	1,73	2,68
Блідо-рожевий 1	0,60	0,10	12,41	6,00	0,05	4,2	23	722	87,0	357	180	1,76	3,21
Блідо-рожевий 2	0,68	0,15	14,22	7,90	–	4,5	21	698	106,0	388	188	2,65	3,91
Блідо-рожевий 3	0,76	0,13	13,20	7,66	0,01	4,0	18	705	92,9	345	170	1,69	4,02
Темно-червоний	0,78	0,10	13,63	7,58	0,03	5,5	20	687	86,0	333	188	2,27	3,00
Малиновий	0,75	0,08	14,28	7,87	–	5,7	22	683	65,4	340	164	2,41	2,74
Клинський	0,65	0,09	13,60	6,12	–	5,3	20	702	92,0	376	168	1,93	4,54

Вміст вуглеводів у досліджених сортах арахісу коливався: цукрів – від 2,0 до 8,0%, крохмалю – від 2,9 до 9,8%, клітковини – від 2,2 до 4,3%, пектинових речовин – від 1,9 до 6,4%.

За вмістом золи сорти арахісу значно не відрізняються один від одного. Так, найбільший вміст золи характерний для сорту Краснодарець 13 і становить 3,2%. Найменше золи знайдено в сортах AR 1 та Блідо-рожевий 2 – по 2,5%. Значення цього показника дає уявлення про загальну кількість мінеральних речовин, які надходять із ґрунту.

Щодо вітамінного складу арахісу, то найбільша питома вага припадає на жиророзчинний вітамін Е. Він належить до групи антиоксидантів та сповільнює старіння клітин, спричинене згубною дією вільних радикалів. Добова потреба в цьому вітаміні для дорослої людини становить 15–20 мг. За даними наших досліджень, найбільша кількість його міститься в сортах Краснодарський 14 та Рожевий великий – 9,45 та 9,05 мг/100 г. У інших сортах вміст коливається в межах від 6,0 мг/100 г (сорт Блідо-рожевий 1) до 8,95 мг/100 г (сорт ВНДІОК 15). Тобто 100 г арахісу може задовольнити добову потребу в цьому вітаміні на 40–60%.

Іншим, не менш вагомим вітаміном в арахісі є вітамін В₁, найбільшим вмістом якого відзначилися сорти ВНДІОК 14 (0,88 мг/100 г), Краснодарський 15 (0,82 мг/100 г), AR 6 (0,80 мг/100 г). У всіх інших зразках вітаміну В₁ виявлено в межах від 0,58 мг/100 г (сорт Краснодарець 13) до 0,79 мг/100 г (сорт ВНДІОК 15), тобто ця кількість вітаміну може задовольняти добову потребу на 40–50%.

Із водорозчинних вітамінів арахіс також багатий на вітамін РР. Його вміст у дослідних сортах коливався в межах від 12,41 мг/100 г (сорт Блідо-рожевий 1) до 14,84 мг/100 г (сорт AR 4), задовольняючи добову потребу в середньому на 50%.

У невеликій кількості в складі арахісу міститься вітамін В₂. Його вміст коливався від 0,07 мг/100 г (сорт Краснодарець 13) до 0,15 мг/100 г (сорт AR 6 та Блідо-рожевий 2). Очевидно, що арахіс не є джерелом вітаміну В₂, оскільки задовольняє потребу організму лише до 5–10%.

Вітамін С був виявлений також у невеликій кількості, усього від 4,0 до 6,0 мг/100 г. Ця кількість не має вагомого впливу на задоволення потреб у цьому вітаміні. β-каротин у досліджених сортах арахісу виявлено в незначній кількості (від 0,01 до 0,05 мг/100 г), а в таких сортах, як Краснодарець 13, Краснодарський 14, Краснодарський 15, AR 3, AR 5, Рожевий великий, Блідо-рожевий 2, Малиновий та Клиньський він зовсім відсутній.

Із мінеральних речовин в арахісі у великій кількості міститься магній, який відіграє значну роль в організмі – він необхідний для нормального функціонування близько 300 ферментів. Разом із кальцієм і фосфором магній бере участь у формуванні здорових кісток. Найбільшим вмістом цього елемента (188 мг/100 г) відзначаються сорти Темно-червоний та Біло-рожевий 2. Також багато Магнію містять сорти ВНДІОК 14, ВНДІОК 15 та Краснодарець 14 (185 мг/100 г, 184 мг/100 г та 182 мг/100 г відповідно). Найменше магнію виявлено в сорті Краснодарський 14 та Рожевий великий – по 152 мг/100 г. Відомо, що добова потреба в магнії – 350–400 мг. Таким чином, порція арахісу у кількості 100 г може задовольнити потребу організму в цьому мінералі на 40–50%.

Добова потреба в кальції становить 800–1000 мг. Здебільшого цей мінерал міститься в молочних продуктах, але він також є і в арахісі. Результати наших досліджень засвідчують, що вміст кальцію в дослідних сортах лежить у межах від 62,0 мг/100 г (сорт Рожевий великий) до 106,0 мг/100 г (сорт Біло-рожевий 2), забезпечуючи тим самим добову потребу в кальції на 7–13%.

Вміст фосфору в зразках арахісу коливається у межах від 302 до 398 мг/100 г. Найбільший його вміст у сорті AR 2, найменший – в AR 4. Добова потреба в цьому елементі – 1200 мг, вживання арахісу задовольняє її на 30%.

До переліку продуктів, багатих на марганець, можна віднести й арахіс, вміст марганцю в якому варіюється від 1,69 до 2,65 мг/100 г. Найбільшим вмістом марганцю характеризуються сорти Біло-рожевий 2, AR 2, ВНДІОК 14, Малиновий, Темно-червоний, AR 4, Краснодарець 14. Добова потреба в марганці (5–10 мг) за рахунок арахісу задовольняється в середньому на 40–50%.

Найбільше заліза містить сорт арахісу Краснодарець 14 – 5,02 мг/100 г, а найменше – арахіс сорту ВНДІОК 15 – 2,09 мг/100 г. За рахунок вмісту цього металу в кількості майже 50% від добової потреби організму, арахіс також можна вважати джерелом цього мінерального елемента.

Натрій в арахісі міститься в невеликій кількості, тому добову потребу в Натрії (400–600 мг) він покриває лише на 4,5–6,5%. Найбільше його виявлено в сорті Краснодарець 13 (26 мг/100 г), а найменше – у сорті Біло-рожевий 3 (18 мг/100 г).

На відміну від натрію, вміст калію в досліджених зразках більш значний. Найбільше його виявлено в сортах Краснодарець 13, AR 4, AR 5, Біло-рожевий 1 (736, 730, 732 та 722 мг/100 г відповідно). Узагалі всі досліджені сорти арахісу забезпечують організм калієм на 26–30%.

Таким чином, арахіс має високий вміст поживних та біологічно активних речовин, зокрема, таких як білок, жир, вітаміни та мінерали, що робить цей горіх перспективною сировиною для використання в продуктах оздоровчого харчування.

2.3. Дослідження стероїдного комплексу арахісу

На сьогодні перспективним є виробництво функціональних харчових продуктів, збагачених фітостеринами, завдяки низці їх лікувально-профілактичних властивостей, наведених у розділі 1. До складу продуктів їх вводять як у вигляді рецептурних компонентів, які багаті на фітостероли, так і у формі препаратів фітостеролів. Тому актуальним є пошук рослинної сировини, яка може слугувати джерелом фітостеролів.

Відомо, що найбільш багаті на фітостероли жировмісні продукти, до яких належить і арахіс. У цьому блоці досліджень нами було вивчено кількісний вміст стероїдів у ядрах бобів арахісу на прикладі 5-ти сортів арахісу з найбільшим вмістом жиру (Краснодарський 14), із середнім (AR 6, Темно-червоний, ВНДІОК 14) та найменшим (Блідо-рожевий 1). Газові хроматограми визначення стероїдних сполук з дослідних зразків наведено в додатку Б.

Стероїдний комплекс арахісу представлений такими стеринами (табл. 2.4): холестерин, кампестерин, стигмастерин, β -ситостерин, $\Delta 5$ -авеностерин, $\Delta 7$ -стигмастерин, $\Delta 7$ -авеностерин.

Найвищим вмістом фітостеролів характеризується сорт арахісу AR 6 – 604,6 мг/100 г. Найменшу кількість фітостеролів зафіксовано в сорті арахісу Краснодарський 14–172,7 мг/100 г.

Установлено, що основним компонентом фітостеролів арахісу є β -ситостерин, що становить 66–78% від їх сумарної кількості. Найвища його кількість установлена в арахісі сорту AR 6 – 472,2 мг/100 г.

У всіх сортах арахісу зафіксовано також високий вміст кампестерину (6,5–14,7%) та $\Delta 5$ -авеностерину (3,9–14,9%). Найбільшу кількість кампестерину містить сорт арахісу AR 6 та ВНДІОК 14 (89 та 62,1 мг/100 г відповідно), а $\Delta 5$ -авеностерину – сорти ВНДІОК 14 та Блідо-рожевий 1 (51,9 та 61,4 мг/100 г відповідно).

Таблиця 2.4 – Стероїдний комплекс арахісу, мг/100 г (n = 3, P ≥ 0,95, ε ≤ 10)

Стероїди	Краснодарський 14	AR 6	ВНДІОК 14	Блідо-рожевий 1	Темно-червоний
Холестерин	0,06	–	–	–	–
Кампестерин	21,4	89,0	62,1	26,9	55,6
Стигмастерин	13,9	18,5	26,7	18,9	23,8
β-ситостерин	115,6	472,2	366,1	289,1	283,4
Δ5-авеностерин	18,9	23,6	51,9	61,4	40,2
Δ7-стигмастерин	2,4	–	9,7	5,6	7,4
Δ7-авеностерин	0,5	1,3	5,6	8,9	–
Сумарний вміст, мг/100 г	172,7	604,6	522,1	410,8	410,4

Вміст стигмастерину становить від 3 до 8% від загальної кількості фітостеролів в арахісі. Найбільша його кількість зафіксована в сорті ВНДІОК 14 – 26,7 мг/100 г.

Такі стероли, як Δ7-стигмастерин та Δ7-авеностерин, серед загальної кількості фітостеролів складають не більше ніж 2%. У сорті арахісу AR 6 не було виявлено Δ7-стигмастерину, а в сорті Темно-червоний був відсутній Δ7-авеностерин.

На відміну від інших, сорт арахісу Краснодарський 14 у незначній кількості містить холестерин (0,06 мг/100 г).

Таким чином, результати досліджень зразків арахісу підтверджують дані наукової літератури щодо високого вмісту фітостеролів у цих горіхах. Включення в щоденний раціон харчування українців продуктів із арахісу, багатих на фітостерини, сприятиме зниженню розвитку захворювань, пов'язаних із підвищеним рівнем холестерину.

2.4. Дослідження амінокислотного складу білка ядер бобів арахісу та оцінка його біологічної цінності

За кількісним вмістом білок є другим компонентом хімічного складу арахісу. Відомо, що амінокислотний склад білків арахісу дуже багатий та складається з 18 амінокислот. Таку кількість можна порівнювати тільки з білком продуктів тваринного походження [11; 15; 16].

У 19 досліджених сортах арахісу було ідентифіковано та кількісно визначено 8 незамінних (валін, лейцин, ізолейцин, лізин, метіонін, фенілаланін,

триптофан, треонін) та 10 замічних амінокислот: аспарагінова кислота, цистин, серин, тирозин, аргінін, глутамінова кислота, гліцин, пролін, гістидин та аланін (табл. 2.5).

Аналізуючи таблицю, можна зробити висновок, що найбільшу кількість незамінних амінокислот містять сорти арахісу AR 1 (33,6 г/100 г білка), AR 6 (30,5 г/100 г білка) та AR 4 (30,2 г/100 г білка), в інших зразках вона коливалася в межах від 27,8 (сорт ВНДІОК 15) до 20,8 г/100 г білка (сорт Темно-червоний).

За вмістом замічних амінокислот лідирують сорти арахісу AR 3 та Блідо-рожевий 1 – по 78,3 г/100 г білка. В інших сортах цей показник складав від 77,3 (сорт Краснодарський 14) до 64,8 г/100 г білка (сорт AR 1).

Переважною кількістю в складі замічних амінокислот білка арахісу відрізняється глутамінова кислота, вміст якої коливається від 14,4 до 21,0 г/100 г білка. Також в арахісі міститься багато аргініну (8,7–17,7 г/100 г білка) та аспарагінової кислоти (7,3–13,0 г/100 г білка). Дещо менше арахіс містить проліну (4,2–11,9 г/100 г білка), гістидину (1,5–4,8 г/100 г білка), аланіну (3,2...7,6 г/100 г білка), гліцину (4,4–7,5 г/100 г білка) та серину (2,8–6,4 г/100 г білка).

Білок арахісу містить амінокислоти, кожна з яких в організмі людини відіграє важливу роль [208]. Для оцінки якісного складу білка за біологічною цінністю було розраховано амінокислотний скор, який дозволяє отримати дані за кожною амінокислотою, коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору (КРАС) і величину біологічної цінності (БЦ) кожного з досліджених сортів арахісу. При цьому враховувалася сума сірковмісних амінокислот, оскільки метіонін в організмі перетворюється на цистин, і сума ароматичних амінокислот, так як фенілаланін трансформується в тирозин. Результати наведено у табл. 2.6–2.7.

Розрахований амінокислотний скор засвідчує, що білки всіх сортів арахісу є цінним джерелом фенілаланіну та тирозину. Тирозин – антидепресант, сприяє функціонуванню надниркової та щитоподібної залози, бере участь у біосинтезі адреналіну. Фенілаланін стимулює ЦНС, покращує пам'ять і увагу, підвищує працездатність, знижує апетит. Значення скору за цими амінокислотами наближається до «ідеального білка» в сортах AR 3, AR 2 та Блідо-рожевий 1 – 95, 93 та 75% відповідно, а в інших сортах арахісу навіть його перевищує, у тому числі в сорті AR 1 – майже в 2 рази.

Таблиця 2.5 – Амінокислотний склад білка досліджуваних зразків арахісу, г/100 г білка (n = 3, P ≥ 0,95, ε ≤ 10)

Амінокислота	Краснодарець 13	Краснодарець 14	Краснодарський 14	Краснодарський 15	AR 1	AR 2	AR 3	AR 4	AR 5	AR 6	ВНДЮК 14	ВНДЮК 15	Рожевий великий	Біло-рожевий 1	Біло-рожевий 2	Біло-рожевий 3	Темно-червоний	Малиновий	Клинський
	Незамінні амінокислоти																		
Валін	42	49	32	30	58	60	42	64	32	50	31	48	20	37	51	30	35	50	54
Лейцин	46	53	65	61	89	54	42	58	54	93	49	54	74	43	51	44	51	57	43
Ізолейцин	29	25	15	30	44	12	27	20	1,1	49	2,6	29	32	2,2	23	2,1	1,5	2,6	2,7
Лізин	53	25	13	30	35	1,6	1,5	4,6	2,7	2,2	5,0	3,9	4,0	2,7	2,3	3,4	1,8	2,3	2,7
Метіонін	0,8	1,4	1,0	1,5	0,6	0,8	1,1	1,8	1,1	1,3	0,6	1,0	2,4	0,5	1,4	0,7	0,8	1,4	1,6
Фенілаланін	42	32	39	44	70	32	31	58	48	47	35	39	44	27	28	37	38	54	38
Триптофан	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0
Треонін	48	46	35	1,7	24	28	31	29	32	22	20	48	20	37	28	30	35	14	43
Усього	27,9	25,4	21,9	23,7	33,6	22,0	20,9	30,3	22,5	30,6	22,7	27,7	26,4	20,8	22,8	21,3	21,1	24,8	25,8
Замінні амінокислоти																			
Аспарагінова кислота	9,1	9,3	12,5	10,2	84	9,6	13,0	73	10,5	7,7	8,6	9,7	11,1	124	10,1	9,6	12,7	8,8	124
Серин	6,4	5,8	5,2	5,1	3,9	6,0	4,04	2,9	4,7	2,8	4,9	4,4	3,2	4,4	4,3	4,7	5,0	3,6	5,4
Глутамінова кислота	16,7	14,4	21,0	19,0	17,9	19,0	19,2	15,7	21,0	16,4	17,8	17,0	17,2	21,0	18,3	19,5	19,0	20,9	17,2
Пролін	6,9	7,1	9,5	8,0	4,2	11,5	10,9	6,6	9,0	10,0	11,9	8,2	11,9	10,8	10,1	10,8	10,6	9,8	8,1
Гліцин	9,1	7,1	6,5	5,1	7,0	6,8	7,2	6,3	6,4	44	6,2	6,3	6,3	6,2	5,6	6,6	7,5	6,2	5,4
Аланін	6,4	5,0	4,5	4,0	5,0	4,0	7,6	6,6	4,3	3,8	3,8	4,8	3,2	3,8	5,6	4,0	4,9	4,5	5,4
Гістидин	2,3	1,8	2,6	2,1	3,9	4,8	1,5	4,6	2,7	2,2	2,2	1,9	3,2	2,5	1,7	3,0	2,2	2,6	4,6
Аргінін	10,9	17,7	9,4	15,0	9,5	12,0	11,2	13,3	11,0	15,7	16,0	14,0	11,9	144	11,3	11,9	10,9	9,7	8,7
Цистин	1,4	2,5	2,7	1,1	1,0	1,2	1,0	1,1	1,2	1,3	1,1	2,4	1,0	1,0	3,1	1,1	1,0	1,1	2,7
Тирозин	2,6	2,8	3,5	3,2	4,0	2,4	2,7	4,6	4,3	44	3,1	3,4	4,4	1,9	4,7	3,4	3,3	4,5	2,7
Усього	71,8	73,5	77,4	72,8	64,8	77,3	78,34	69,0	75,1	68,7	75,6	72,1	73,4	78,4	74,8	74,6	77,1	71,7	72,6

Відомо, що триптофан регулює функції імунної та центральної нервової системи, сприяє хорошему сну, стимулює ріст волосся, покращує травлення. Амінокислотний скор за триптофаном у всіх сортах арахісу відповідає «ідеальному білку» і коливається від 100 до 105%.

Валін необхідний організму для підтримки потрібного рівня обміну азоту. Він метаболізується в м'язову тканину, стимулює розумову діяльність. Амінокислотний скор цієї амінокислоти перевищує «ідеальний білок» у сортах арахісу AR 4 – 127, AR 2 – 119,6, AR 1 – 115, Клинський – 108, Блідо-рожевий 2 – 102%. У сортах арахісу Краснодарець 14, AR 6, ВНДІОК 15, Малиновий вміст цієї амінокислоти наближається до вмісту в «ідеальному білку». В арахісі сорту Рожевий великий ця амінокислота є лімітуючою, її амінокислотний скор становить 39%.

Лейцин є джерелом енергії, сприяє відновленню м'язів та кісток, знижує підвищений рівень цукру в крові при діабеті. У сортах арахісу AR 1, AR 6 та Рожевий великий амінокислотний скор цієї амінокислоти перевищує «ідеальний білок». Розрахований амінокислотний скор лейцину в сортах AR 3, Блідо-рожевий 1, Блідо-рожевий 3, Клинський засвідчив, що вміст цієї амінокислоти найменший (60–62,1%).

Ізолейцин регулює рівень цукру в крові, бере участь у синтезі гемоглобіну, підвищує витривалість організму, розщеплює холестерин. Найбільший скор за ізолейцином зареєстровано в сортах AR 1 та AR 6 – 110 та 121% відповідно, найменший – у сортах Краснодарський 14 (37,5%), Темно-червоний (37%), AR 2 (29%), AR 5 (26%). Вміст ізолейцину в сортах AR 4 та AR 5 є лімітуючим.

Лізин необхідний для росту кісткової тканини, підтримки жіночої статевої функції. Він бере участь в обміні азоту в організмі, має протівірусну дію, стимулює розумову діяльність. Найбільший скор за лізином відзначено в сортах Краснодарець 13 (96,3%) та ВНДІОК 14 (90,7%). Лізин у сортах Краснодарець 14, Краснодарський 14, AR 2, AR 3, AR 6, ВНДІОК 15, Блідо-рожевий 2, Темно-червоний та Клинський є лімітуючим.

Відомо, що метіонін покращує травлення, сприяє засвоєнню жиру, розщеплює холестерин, запобігає випадінню волосся. Цистин, у свою чергу, активізує імунну систему, покращує мозкову діяльність, виконує роль антиоксиданту. Амінокислотний скор метіоніну та цистину в досліджених сортах арахісу коливається від 45,1 (Блідо-рожевий 1) до 130,2% (сорт Блідо-рожевий 2).

Таблиця 2.6 – Оцінка якості білка (за амінокислотним скором і КРАС) і біологічна цінність білка арахісу

Незамінна амінокислота	Еталон ФАО/ВОЗ	Краснодарець 13		Краснодарець 14		Краснодарський 14		Краснодарський 15		AR 1		AR 2		AR 3		AR 4		AR 5		AR 6	
		С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС
Валін	5,0	83,2	21,8	97,8	52	64	41	59	16	115	68,7	119,6	91,6	84	57	127	77	63	37	99	60
Лейцин	7,0	65,7	4,3	76,1	31	93	70	87	44	127,1	80,8	77,1	49,1	60	33	82	32	76,8	50,8	133	94
Ізолейцин	4,0	72,2	10,8	62,3	17	37,5	14,5	75	32	110	63,7	29	1	66	39	50*	0	26*	0	121	82
Лізін	5,5	96,3	34,8	45,3*	0	23*	0	54	11	63	16,7	28*	0	27*	0	82	32	48	22	39*	0
Метіонін + цистин	3,5	61,4*	0	111,4	66	105,7	82,7	73,4	30,4	46,3*	0	57,7	29,7	62	35	80,8	30,8	65,1	39,1	73,7	34,7
Фенілаланін+ тирозин	6,0	113,5	52,1	100,7	55	123	100	126	83	183,3	137	93	65	95	68	173	123	150	124	150	111
Триптофан	1,0	105	43,6	102	57	100	77	100	57	102	55,7	102	74	103	76	104	54	100	74	101	62
Треонін	4,0	118,7	57,3	115,5	70	87	64	43*	0	61	14,7	69	41	76	49	71	21	79	53	54	15
ΣΔРАС			224,7		348		449,2		273,4		437,3		351,4		357		369,8		399,9		458,7
КРАС			28,0		43,5		56,1		34,2		54,6		43,9		44,6		46,2		49,9		57,3
БЦ			72,0		56,5		43,9		65,8		45,4		56,1		55,4		53,8		50,1		42,7

Примітки:

* – перша лімітуюча кислота;

С – амінокислотний скор, %;

ΔРАС – розбіжність амінокислотного скору, %;

КРАС – коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору, %;

БЦ – біологічна цінність.

Таблиця 2.7 – Оцінка якості білка (за амінокислотним скором і КРАС) і біологічна цінність білка арахісу

Незамінна амінокислота	Еталон ФАО/ВОЗ	ВНДЮК 14		ВНДЮК 15		Рожевий великий		Блідо-рожевий 1		Блідо-рожевий 2		Блідо-рожевий 3		Темно-червоний		Малиновий		Клинський	
		С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС	С	ΔРАС
Валін	5,0	62	13,4	96	26	39*	0	74	28,9	102	61	60	10	70	38	99	64	108	59
Лейцин	7,0	69,3	20,7	77	7	105	66	61	15,9	72	31	62,1	12,1	72	40	80	45	61	12
Ізолейцин	4,0	64,3	15,7	73	3	79	40	54	8,9	56	15	52,5	2,5	37	5	64	29	67	18
Лізин	5,5	90,7	42,1	70*	0	72	33	49,0	3,9	41*	0	61	11	32*	0	41	6	49*	0
Метіонін + цистин	3,5	48,6*	0	95,4	25,4	98	59	45,1*	0	130,2	89,2	50*	0	52,2	20,2	71,1	7	123	74
Фенілаланін + тирозин	6,0	110	61,4	121	51	145	106	75	29,9	125	84	118	68	117	85	165	130	108	59
Триптофан	1,0	103	54,4	104	34	102	63	103	57,9	103	62	104	54	105	73	103	68	103	54
Треонін	4,0	50	1,43	121	51	49	10	92	46,9	70	29	75	25	87	55	35*	0	108	59
ΣΔРАС			209,1		197,4		377		192,3		371,2		182,6		316,2		349		335
КРАС			26,1		24,7		47,1		24,0		46,4		22,8		39,5		43,6		41,9
БЦ			73,9		75,3		52,9		76,0		53,6		77,2		60,5		56,4		58,1

Примітки:

* – перша лімітуюча кислота;

С – амінокислотний скор, %;

ΔРАС – розбіжність амінокислотного скору, %;

КРАС – коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору, %;

БЦ – біологічна цінність.

Найбільший амінокислотний скор метіоніну та цистину мають сорти Блідо-рожевий 2, Клинський, Краснодарець 14, Краснодарський 14, що перевищує «ідеальний білок». Метіонін і цистин є лімітуючими біологічну цінність білка в зразках Краснодарець 13, AR 1, ВНДІОК 14, Блідо-рожевий 1, Блідо-рожевий 3, Темно-червоний.

Треонін є однією з незамінних амінокислот, яка активізує імунну систему, сприяє росту тканин, допомагає засвоювати харчовий білок. Розрахований амінокислотний скор треоніну засвідчив, що вміст цієї амінокислоти лімітуючий у сортах Краснодарський 15 (43%) та Малиновий (35%). Білок арахісу сортів Краснодарець 13, Краснодарець 14, ВНДІОК 15 та Клинський за вмістом треоніну перевищує «ідеальний білок».

Таким чином, встановлено сортові особливості якісного та кількісного амінокислотного складу білка арахісу. Із 19 досліджених сортів помітно вирізняються за вмістом окремих амінокислот такі: Краснодарець 13 – за лізином (5,3 г/100 г білка) та треоніном (4,8 г/100 г білка); AR 1 – за лейцином (8,9 г/100 г білка) та фенілаланіном (7,0 г/100 г білка); AR 6 – за лейцином (9,3 г/100 г білка), ізолейцином (4,9 г/100 г білка); ВНДІОК 15 – за треоніном (4,8 г/100 г білка). Можна зробити припущення, що ці сорти арахісу свідомо були селекціоновані на високий вміст даних амінокислот за принципами біофортифікації, стратегія якої полягає у створенні рослин з підвищеним рівнем вмісту певних елементів та сполук, що поглинаються з ґрунту або синтезуються в рослині. В основі реалізації цієї стратегії є гібридизація, радіаційний та хімічний мутагенез, селекція, методи молекулярної генетики [209].

Під час оцінювання біологічної цінності білка арахісу важливим є не тільки наявність в ньому всіх незамінних амінокислот та їх високий вміст, а й кількісна збалансованість відповідно до фізіологічної норми ФАО/ВОЗ у вигляді амінокислотної шкали ідеального білка.

Було визначено, що досить високою БЦ білка володіють сорти арахісу Блідо-рожевий 3 – 77,2, Блідо-рожевий 1 – 76,0, ВНДІОК 15 – 75,3, ВНДІОК 14 – 73,9 та Краснодарець 13 – 72,0%. Найменшою біологічною цінністю білка відзначилися сорти AR 1 – 45,4, Краснодарський 14 – 43,9 та AR 6 – лише 42,7%. Таку низьку БЦ можна пояснити дуже великою розбіжністю значень амінокислотного скору за деякими амінокислотами, зокрема, в сорті AR 6 перша лімітуюча кислота лізин становить 39%, а амінокислотний скор фенілаланіну та тирозину – 150%. Сорт арахісу Краснодарський 14 характеризується низьким вмістом лізину (23%) і одночасно високим вмістом

фенілаланіну та тирозину (123%). У сорті AR 1 сірковмісних амінокислот (метіонін + цистин) найменше – 46,3%, у той час як фенілаланін і тирозин наявні в дуже великій кількості – 183,3%.

Досить високий показник біологічної цінності білка арахісу наближає його до тваринного (БЦ білка яловичини становить 87%, свинини – 84% [210]), що має велике значення, зокрема, для вегетаріанців, які не вживають білків тваринного походження і мають більш зважено ставитися до вибору його джерел, щоб отримати комбінований білок із достатньо високою БЦ.

Таким чином, завдяки високій біологічній цінності білків вищевказаних сортів арахісу, їх можна запропонувати використовувати в харчуванні населення як альтернативу білку тваринного походження, що за собівартістю в 2–3 рази дорожчий за рослинний. Сорти арахісу з меншою БЦ доречно використовувати для створення комбінованих продуктів здорового харчування із заданим амінокислотним складом.

2.5. Визначення жирнокислотного складу жиру ядер бобів арахісу

Біологічна цінність жирів для людського організму значною мірою визначається вмістом у них поліненасичених жирних кислот: лінолевої і арахідонової (ω -6) та ліноленої (ω -3). Відомо, що вони ефективно забезпечують засвоєння організмом білкових речовин, мінеральних солей (особливо кальцієвих), вуглеводів, а також регулюють водний обмін [211].

Узагальнюючи вищезазначене, доцільним було вивчення фракційного складу жирних кислот жиру арахісу для подальшого використання його у виробництві продуктів здорового харчування. Результати досліджень наведено в табл. 2.8. Газові хроматограми жирнокислотного складу жиру досліджених зразків наведені в додатку В.

З отриманих даних видно, що жирнокислотний склад жиру арахісу досліджених сортів характеризується високим вмістом ненасичених жирних кислот, а саме олеїнової та лінолевої.

За кількістю олеїнової кислоти сорти AR 2 (30,57 г/100 г), AR 4 (29,59 г/100 г), Краснодарський 14 (29,44 г/100 г), ВНДІОК 15 (27,78 г/100 г) та Краснодарський 15 (26,2 г/100 г) перевищують усі інші сорти, у яких вміст олеїнової кислоти коливається в межах від 14,08 до 25,5 г/100 г. Найменшим вмістом олеїнової кислоти (15,35–14,08 г/100 г) характеризуються сорти арахісу AR 6, Краснодарець 13 та Біло-рожевий 1.

Таблиця 2.8 – Жирнокислотний склад жиру досліджених сортів арахісу (n = 3, P ≥ 0,95, ε ≤ 10)

Сорт	Назва та вміст жирних кислот, г/100 г							
	Лауринова (C12:0)	Міристинова (C14:0)	Пальмітинова (C16:0)	Пальмітоолеїнова (C16:1)	Стеаринова (C18:0)	Олеїнова (C18:1)	Лінолева (C18:2)	Ліноленова (C18:3)
Краснодарець 13	сліди	сліди	1,95	0,07	0,84	15,24	12,81	0,04
Краснодарець 14	0,05	0,25	2,50	0,10	1,29	22,09	25,10	0,05
Краснодарський 14	0,09	0,22	2,69	0,11	1,42	29,44	23,73	0,06
Краснодарський 15	0,06	0,30	2,40	0,10	1,25	26,20	18,10	0,05
AR 1	сліди	0,70	3,85	0,12	1,39	22,79	25,65	0,06
AR 2	0,17	0,76	2,67	0,11	1,37	30,57	17,83	0,06
AR 3	сліди	сліди	4,20	0,11	1,27	23,87	19,89	0,05
AR 4	сліди	сліди	6,47	0,11	1,30	29,59	12,95	0,05
AR 5	0,39	0,14	3,65	0,11	1,32	24,74	21,08	0,06
AR 6	0,10	0,17	2,0	0,11	1,34	15,35	33,38	0,06
ВНДЮК 14	сліди	сліди	2,88	0,10	1,15	22,63	17,49	0,05
ВНДЮК 15	0,06	0,24	2,78	0,11	1,37	27,78	21,14	0,06
Рожевий великий	0,23	0,76	4,58	0,12	1,39	22,91	24,44	0,06
Блідо-рожевий 1	сліди	сліди	2,13	0,07	0,79	14,08	12,79	0,03
Блідо-рожевий 2	0,10	0,27	2,73	0,11	1,34	25,50	23,23	0,06
Блідо-рожевий 3	0,10	0,33	2,85	0,11	1,30	23,05	22,63	0,05
Темно-червоний	0,26	1,22	8,08	0,11	1,30	25,28	14,16	0,05
Малиновий	0,11	0,47	3,03	0,11	1,32	21,78	24,62	0,06
Клинський	0,06	0,27	2,49	0,11	1,30	21,29	24,89	0,05

Із мононенасичених кислот у складі жиру досліджених сортів арахісу також присутня пальмітоолеїнова кислота. У найбільшій кількості (0,12 г/100 г) вона міститься в сортах арахісу AR 1 та Рожевий великий, у найменшій (0,07 г/100 г) – в арахісі сортів Краснодарець 13 та Біло-рожевий 1.

Високим вмістом лінолевої кислоти характеризуються сорти арахісу AR 6 (33,38 г/100 г), AR 1 (25,65 г/100 г) та Краснодарець 14 (25,1 г/100 г). Найменший вміст (12,79–19,89 г/100 г) виявлено в сортах AR 3, Краснодарський 15, AR 2, ВНДІОК 14, Темно-червоний, AR 4, Краснодарець 13 та Біло-рожевий 1. У незначній кількості арахіс містить ліноленову кислоту (0,03–0,06 г/100 г арахісу).

Із насичених жирних кислот переважає пальмітинова, але її вміст незначний і коливається в межах від 1,95 (Краснодарець 13) до 8,08 г/100 г (Темно-червоний).

Вміст стеаринової кислоти в досліджених сортах арахісу знаходиться в діапазоні 0,79 (Біло-рожевий 1) – 1,42 г/100 г (Краснодарський 14).

Також у складі досліджених сортів арахісу було ідентифіковано такі насичені жирні кислоти, як лауринова та міристинова. Показано, що їх вміст не перевищує 1,22 г/100 г, а в деяких сортах вони містяться в слідовій кількості.

Відомо, що за рахунок жиру в їжі потрібно забезпечити 30% добової енергетичної цінності раціону. Згідно з рекомендаціями Європейського бюро ВООЗ, співвідношення НЖК:МНЖК:ПНЖК в ньому має становити 1:1:1 [208].

Характеризуючи жирнокислотний склад жиру досліджених сортів арахісу, можна стверджувати, що за умови вживання в їжу 100 г бобів (залежно від сорту) задовольняється добова потреба організму в середньому в НЖК – на 9–33%, МНЖК – на 43–93%, ПНЖК – на 39–100%.

Висновки за розділом 2

1. Під час дослідження якості арахісу було відмічено, що боби мали задовільні органолептичні показники і за всіма критеріями відповідали вимогам ДСТУ 4822:007 «Боби арахісу. Технічні умови».

2. Вивчено загальний хімічний склад арахісу різних сортів, адаптованих до вирощування в Україні. Основною його частиною є жир – 34–59% та білок – 17,6–26,8%. Вуглеводи представлені моно- і дисахарами (2,0–8,0%), крохмалем (2,9–9,8%), клітковиною (2,2–4,3%) та пектиновими речовинами (1,9–6,4%). Вміст вологи незначний і становить 3,0–9,6%.

Особливістю вітамінного складу є високий вміст жиророзчинного вітаміну Е (6,0–9,45 мг/100 г) та водорозчинних В₁ (0,58–0,88 мг/100 г) та РР (12,41–14,84 мг/100 г). Мінеральні речовини здебільшого представлені калієм (650–736 мг/100 г), магнієм (152–188 мг/100 г), фосфором (302–398 мг/100 г), марганцем (1,69–2,65 мг/100 г) та залізом (2,09–5,02 мг/100 г). Також у невеликій кількості містяться натрій та кальцій.

3. Установлено, що досліджені сорти арахісу є джерелом фітостеролів, серед яких переважаючим є β -ситостерин. Також в їх складі ідентифіковано кампестерин, стигмастерин, Δ 5-авеностерин, Δ 7-стигмастерин, Δ 7-авеностерин та в одному зразку у мізерній кількості холестерин. Сумарний вміст стероїдів коливається в межах 172,7–604,6 мг/100 г та є найвищим у сорті АР 6. Вміст фітостеролів у досліджених сортах арахісу на 58–202% задовольняє добову норму.

4. Досліджено амінокислотний склад білка арахісу, у якому переважну більшість займає глютамінова кислота (14,4–21,0 г/100 г білка). Найменше білок арахісу містить метіоніну (0,5–2,4 г/100 г білка) та цистину (1,0–3,1 г/100 г білка). В амінокислотному складі білка досліджених сортів простежується значне розходження (у 3–4 рази) за вмістом деяких амінокислот, а саме за ізолейцином, лізином та треоніном, що можна пояснити сортовою специфічністю їх біохімічного складу.

Розраховані амінокислотний скор, коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору й величина біологічної цінності засвідчують, що найвищу біологічну цінність, а саме 72–77,2% мають сорти Блідо-рожевий 1, Блідо-рожевий 3, ВНДІОК 14, ВНДІОК 15 та Краснодарець 13. Ці сорти найбільш збалансовані за амінокислотним складом порівняно з іншими.

5. У жирнокислотному складі жиру арахісу залежно від сорту ідентифіковано гліцериди восьми жирних кислот: лауринової, міристинової, пальмітинової, пальмітоолеїнової, стеаринової, олеїнової, лінолевої та ліноленової і встановлено суттєві відмінності за кількістю насичених і ненасичених жирних кислот. Визначено, що основними компонентами жирнокислотного складу жиру є пальмітинова, олеїнова та лінолева кислоти, які представляють основу біологічної цінності цих сортів арахісу. Лідируючим за вмістом олеїнової кислоти є сорт арахісу АР 2 (30,57 г/100 г), лінолевої – АР 6 (33,38 г/100 г). Найменший вміст цих кислот характерний для сорту Блідо-рожевий 1 (14,08 та 12,79 г/100 г відповідно).

РОЗДІЛ 3

СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ АРАХІСУ ДО НАКОПИЧЕННЯ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН

3.1. Аналіз забруднення арахісу важкими металами

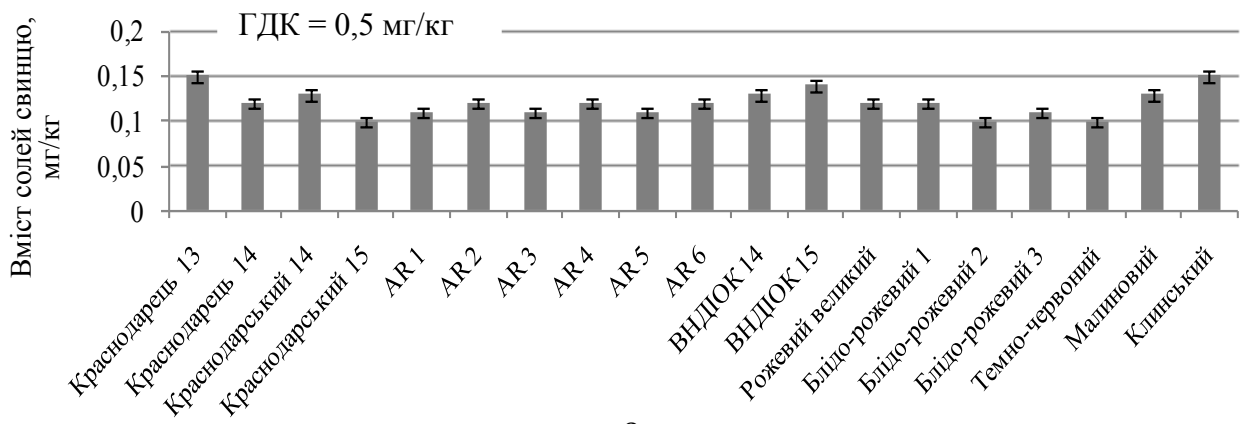
Акумуляція арахісом солей важких металів може бути зумовлена різною реакцією культури на умови навколишнього середовища, режимом мінерального харчування та сортовою специфікою [165–169]. Ураховуючи те, що арахіс дозріває безпосередньо в землі, вважали необхідним дослідити здатність до накопичення ним солей важких металів.

Аналіз результатів дослідження вмісту солей важких металів в арахісі, наведений на рис. 3.1, свідчить про те, що кількість солей свинцю в усіх сортах значно менша за ГДК (0,5 мг/кг) і коливається від 0,1 (Краснодарський 15, Біло-рожевий 2, Темно-червоний) до 0,15 мг/кг (Краснодарець 13 та Клинський).

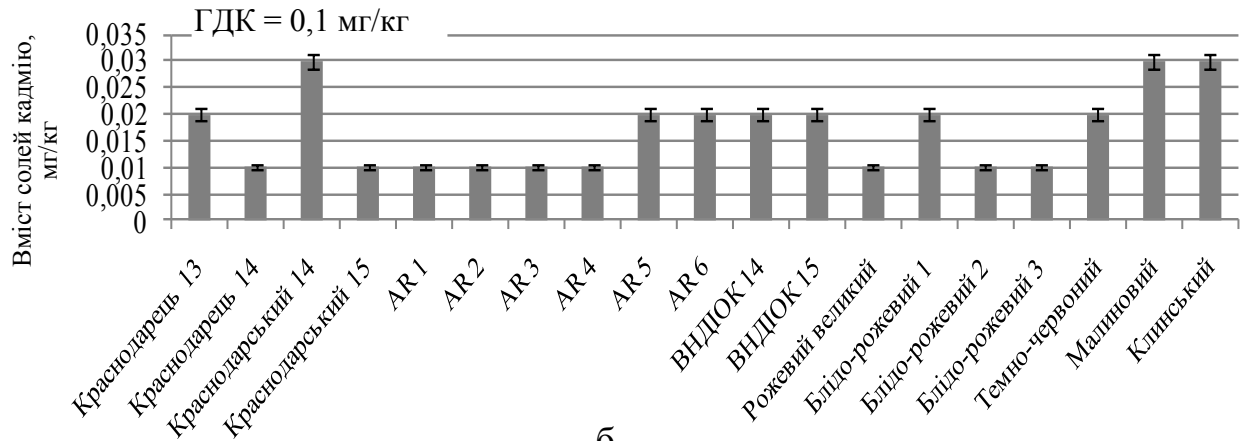
Солі кадмію в арахісі також містяться в кількостях, значно менших гранично допустимих концентрацій (0,1 мг/кг). Найбільше солей кадмію містять такі сорти арахісу, як Краснодарський 14, Малиновий та Клинський – по 0,03 мг/кг. Інші сорти мали однакову їх кількість – 0,01–0,02 мг/кг.

Результати досліджень свідчать про те, що солей міді найбільше накопичують такі сорти: Біло-рожевий 2 (19,47 мг/кг), AR 2 (18,45 мг/кг) та AR 4 (17,60 мг/кг). Ці значення перевищують гранично допустиму її концентрацію, яка становить 15 мг/кг. Вміст солей міді в усіх інших зразках коливається від 11,12 (AR 6) до 14,28 мг/кг (Краснодарський 15).

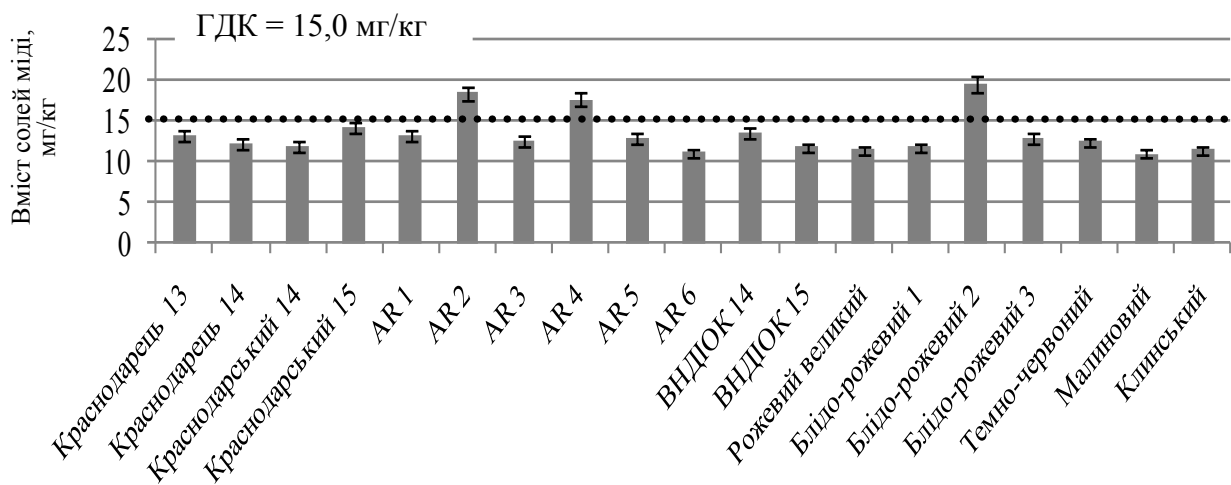
Здатність до накопичення солей цинку у арахісі значно різниться залежно від сорту. Так, найменшу кількість накопичують сорти Біло-рожевий 2 (21,22 мг/кг), AR 1 (24,54 мг/кг) та Темно-червоний (25,7 мг/кг). Найбільшим вмістом цинку відзначилися такі сорти: AR 6 (44,35 мг/кг), Рожевий великий (42,50 мг/кг), Краснодарський 14 (42,0 мг/кг) та Малиновий (40,0 мг/кг). Отже, досліджені сорти арахісу не перевищують рівень ГДК (100 мг/кг) за цинком.



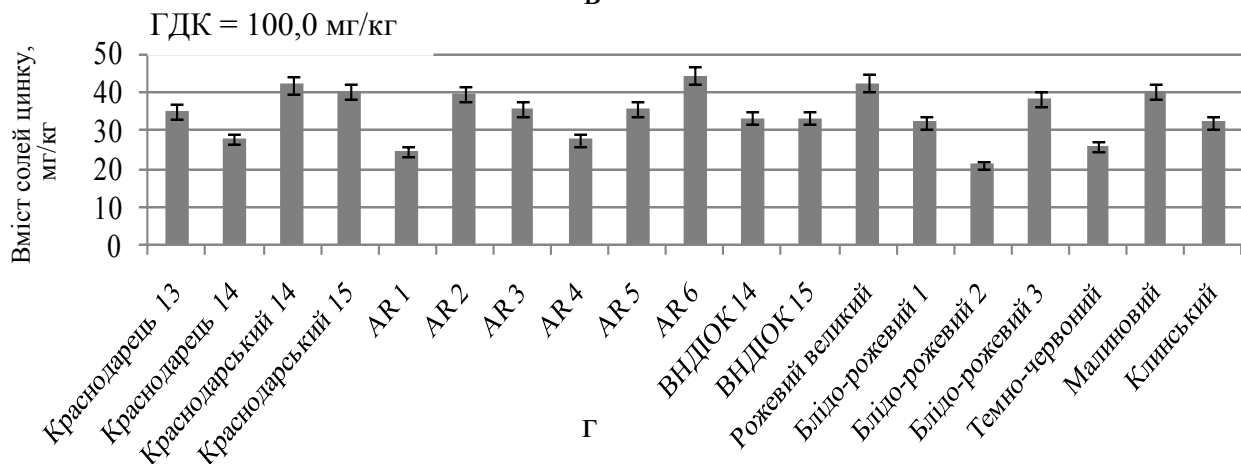
а



б



в



г

Рисунок 3.1 – Загальний вміст солей важких металів у сортах арахісу:

а) свинцю; б) кадмію; в) міді; г) цинку

Узагальнюючи вищевикладене, слід зазначити, що більшою мірою арахіс здатен до накопичення солей цинку та міді. Меншою мірою арахіс акумулює солі кадмію та свинцю, але ці ксенобіотики мають виражені мембранотоксичні властивості, впливають на активність ферментів і перебіг біохімічних процесів, здатні до накопичення в тканинах і за тривалої дії спричинюють негативні ефекти. Тому ризик для здоров'я людини зростає навіть у разі надходження їх в організм у незначній кількості.

3.2. Дослідження активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr в арахісі

У рослини радіонукліди надходять в результаті безпосереднього забруднення і з ґрунту. За ступенем вмісту радіонуклідів рослини можуть бути розташовані в ряд: капуста – буряк – картопля – пшениця – природна трав'яна рослинність.

За швидкістю листової абсорбції водорозчинні радіонукліди можна розташувати в ряд: Cs–Ba–Sr–Pu. З ґрунту рослини поглинають ті радіонукліди, які розчиняються у воді. За ступенем надходження з ґрунту радіонукліди можна розташувати в ряд: Sr–I–Ba–Cs–Pu–Ce–Zn–Nb–Po.

Радіоактивні речовини вражають імунну систему, що призводить до слабкості й підвищеної схильності до захворювань організму людини. Іонізуюча радіація може викликати злоякісні пухлини в людини. Радіонукліди концентруються переважно в коренеплодах, кореневих і прикореневих частинах рослин [51].

В Україні вміст радіонуклідів в усіх харчових продуктах, у тому числі і ядрах бобів арахісу, суворо нормується, і для виявлення їх забрудненості досліджують вміст нестабільних ізотопів цезію-137 та стронцію-90. Саме для них і встановлені відповідні нормативи.

Питома активність радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у досліджених сортах арахісу, показник відповідності, а також значення абсолютної похибки визначення наведені у табл. 3.1.

Видно, що всі сорти арахісу накопичують стронцію більше, ніж цезію. Найчистішими сортами за вмістом радіонуклідів є Краснодарець 14, AR 1, AR 3 та Клиньський. Найбільшою питомою активністю радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr характеризуються такі сорти арахісу: AR 2, AR 4, Біло-рожевий 1, Біло-рожевий 2, Біло-рожевий 3, Малиновий. Слід відзначити, що вміст радіонуклідів у всіх досліджених зразках менше гранично допустимих

концентрацій і критерій оцінки на предмет їх придатності до використання знаходиться у межах від 0,57 до 0,97 (за вимоги ≤ 1).

**Таблиця 3.1 – Радіологічні показники досліджених сортів арахісу
(n = 3, P \geq 0,95, $\epsilon \leq$ 40)**

Сорт	Питома активність ^{137}Cs , Бк/кг	Питома активність ^{90}Sr , Бк/кг	Показник відповідності В, відн. од.	Похибка $\Delta\text{В}$, відн. од.	Критерій оцінки
Краснодарець 13	4,3	5,8	0,64	0,25	0,79
Краснодарець 14	2,5	5,0	0,53	0,21	0,66
Краснодарський 14	5,0	6,0	0,67	0,27	0,83
Краснодарський 15	3,0	5,7	0,61	0,24	0,75
AR 1	2,2	4,3	0,46	0,19	0,57
AR 2	5,4	7,2	0,79	0,30	0,97
AR 3	2,4	4,9	0,52	0,21	0,64
AR 4	6,3	7,0	0,79	0,30	0,96
AR 5	5,3	6,2	0,69	0,27	0,85
AR 6	3,3	6,4	0,68	0,26	0,84
ВНДІОК 14	4,4	6,3	0,69	0,28	0,85
ВНДІОК 15	3,3	6,4	0,68	0,28	0,85
Рожевий великий	3,0	5,9	0,63	0,25	0,78
Блідо-рожевий 1	5,8	6,6	0,74	0,29	0,91
Блідо-рожевий 2	5,1	6,9	0,76	0,30	0,94
Блідо-рожевий 3	5,3	6,8	0,75	0,30	0,93
Темно-червоний	3,3	6,5	0,69	0,29	0,86
Малиновий	5,0	6,9	0,76	0,30	0,94
Клинський	2,3	4,8	0,51	0,21	0,63
Допустимі рівні та умови за ГН 6.6.1.1-130-2006	70	10	—	$\Delta\text{В} \leq 0,4$	$\text{В} + 0,6\Delta\text{В} \leq 1,0$

Отже, усі досліджені сорти арахісу за радіологічними показниками відповідають Державним гігієнічним нормативам «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді» [212].

3.3. Моніторинг вмісту афлатоксину В₁ в арахісі

На здатність до контамінації арахісом афлатоксинів впливає безліч факторів, зокрема умови навколишнього середовища, місце вирощування, пора року, кількість разів вирощування арахісу на одній і тій самій ділянці, склад ґрунту, якість води для поливу, щільність насадження, хвороби, терміни та умови збирання врожаю, транспортування, зберігання тощо [213]. Тому,

безперечно, актуальним є визначення культурних сортів арахісу, перспективних для вирощування саме в умовах кліматичних зон України, що характеризуються стійкістю до ушкодження бактеріями та грибами, які можуть здійснювати вплив на безпеку та якість арахісу.

Для дослідження здатності до ураження афлатоксином В₁ арахісу залежно від сорту нами були використані такі сорти: Краснодарський 14, AR 6, ВНДЮК 14, Біло-рожевий 1, Темно-червоний, які вирощені в однакових кліматичних умовах, на однакових ґрунтах та крапельному зрошенні. Критерієм відбору цих сортів була їх «чистота» стосовно акумуляції токсичних речовин, що були досліджені вище.

Результати довели, що в усіх зразках вміст афлатоксину В₁ був менший, ніж 0,001 мг/кг (межа чутливості методу), при ГДК = 0,005 мг/кг. Це свідчить про те, що були дотримані всі вимоги щодо вирощування, збирання та зберігання ядер арахісу.

3.4. Накопичення нітратів арахісом залежно від сорту

Під час проведення досліджень здатності до накопичення нітратів арахісом нами виявлене значне коливання за цим показником в окремих сортах, що різняться в 1,2–3,6 разів.

Отримані результати досліджень вмісту нітратів в арахісі наведено на рис. 3.2.

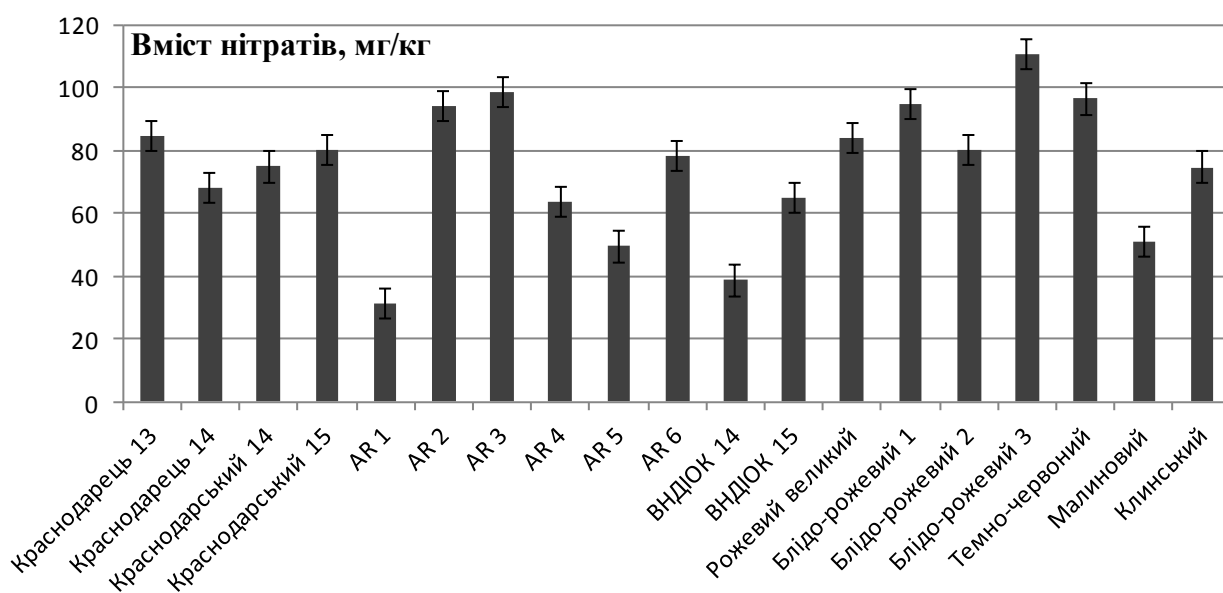


Рисунок 3.2 – Вміст нітратів у різних сортах арахісу

Видно, що найбільшу кількість нітратів містить сорт Блідо-рожевий 3 – 110,8 мг/кг. Сорти AR 1, ВНДІОК 14 та AR 5 накопичують найменшу їх кількість (до 50 мг/кг). Діюча нормативна документація на ядра бобів арахісу (ДСТУ 4504:2005 «Ядра бобів арахісу. Технічні умови») чітких норм щодо вмісту нітратів не встановлює [214], тому за результатами досліджень можемо стверджувати, що арахіс належить до низьконітратних продуктів (до 180,0 мг/кг) і не несе загрози нітратного отруєння.

3.5. Дослідження вмісту щавлевої кислоти в сортах арахісу

У процесі обміну речовин, будови проміжних продуктів окиснення та гідролізу в рослині можуть утворюватися шкідливі сполуки, які називають природними токсикантами. До них належить щавлева кислота та її солі (оксалати). Вміст щавлевої кислоти в рослинній продукції може значно варіюватися в рослинах одного виду та залежить від клімату, якості ґрунту, ступеня зрілості або навіть від анатомічних частин [96].

За результатами досліджень вмісту щавлевої кислоти та оксалатів в арахісі встановлено, що їх кількість коливається залежно від сорту і знаходиться в межах від 139 до 252 мг/100 г (табл. 3.2).

Так, сортова специфічність значно впливає на вміст оксалатів в арахісі. Сорти Блідо-рожевий 2, Малиновий, Краснодарський 14, Краснодарський 15, AR 6, AR 5, AR 4 мають у своєму складі найвищий вміст щавлевої кислоти (201–252 мг/100 г). Сорти арахісу Краснодарець 13, Краснодарець 14, AR 1, AR 2, AR 3, ВНДІОК 14, ВНДІОК 15, Рожевий великий, Блідо-рожевий 1, Блідо-рожевий 3, Темно-червоний та Клиньський відзначилися найнижчою кількістю щавлевої кислоти та оксалатів, яка коливалася від 139 (сорт Клиньський) до 179 мг/100 г (сорт AR 2).

Із даних дослідження видно, що кількість щавлевої кислоти в арахісі перевищує загальну допустиму норму для пацієнтів, які хворіють на нирковокам'яну хворобу (>10 мг оксалату на порцію, із загальним споживанням не більше 50–60 мг на добу) [215]. Згідно із цим жоден з горіхів [94; 95], у тому числі й арахіс, не може бути рекомендований для хворих із проблемою каменів у нирках.

Щавлева кислота здатна проявляти як токсичну, так і антипоживну дію на організм людини. Вона створює дефіцит необхідних для організму речовин, тим самим знижуючи харчову цінність продукту. Антипоживну дію оксалатів

можна передбачити, з огляду на співвідношення оксалат/кальцій (оксалатний індекс). Якщо воно більше одиниці, то продукт має антипоживні властивості [216].

Таблиця 3.2 – Вміст щавлевої кислоти та оксалатів у різних сортах арахісу (n = 3, P ≥ 0,95, ε ≤ 5)

Сорт	Вміст щавлевої кислоти та оксалатів, мг/100 г	Оксалатний індекс $\frac{\text{оксалат}}{\text{Кальцій}} \leq 1$
Краснодарець 13	174	174/100,0 = 1,7
Краснодарець 14	173	173/99,0 = 1,7
Краснодарський 14	245	245/86,4 = 2,8
Краснодарський 15	239	239/75,0 = 3,2
AR 1	170	170/98,0 = 1,7
AR 2	179	179/98,0 = 1,8
AR 3	166	166/98,0 = 1,7
AR 4	220	220/85,0 = 2,6
AR 5	201	201/75,0 = 2,7
AR 6	232	232/89,0 = 2,6
ВНДІОК 14	175	175/102,0 = 1,7
ВНДІОК 15	159	159/90,0 = 1,7
Рожевий великий	151	151/62,0 = 2,4
Блідо-рожевий 1	143	143/87,0 = 1,6
Блідо-рожевий 2	252	252/106,0 = 2,4
Блідо-рожевий 3	159	159/92,9 = 1,7
Темно-червоний	146	146/86,0 = 1,7
Малиновий	208	208/65,4 = 3,2
Клинський	139	139/92,0 = 1,5

Результати наших досліджень засвідчили, що найменший оксалатний індекс має сорт Клинський (1,5). Зважаючи на те, що оксалатний індекс усіх сортів арахісу становить більше 1 (1,5–3,2), їх можна віднести до високооксалатних продуктів, які мають антипоживні властивості. Це потребує пошуку технологічних прийомів переробки арахісу, здатних знижувати вміст у них оксалатів.

Висновки за розділом 3

1. Доведено, що найменшою мірою накопичують солі важких металів сорти арахісу Краснодарець 14, Краснодарський 15, AR 1, AR 3, AR 4, AR 5, Блідо-рожевий 3 та Темно-червоний. Сорти арахісу Блідо-рожевий 2, AR 2 та AR 4 за вмістом солей міді перевищують гранично допустимі концентрації.

2. Установлено, що вміст радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr в арахісі значно менший гранично допустимих концентрацій, і критерій оцінки на предмет його придатності до використання коливається в межах від 0,57 до 0,97 (за вимоги ≤ 1). При цьому загальним для всіх сортів є накопичення стронцію більше, ніж цезію.

3. Визначено, що вміст афлатоксину B_1 в арахісі не перевищує гранично допустимих концентрацій, і небезпеки отруєння мікотоксинами немає.

4. Визначено, що кількість нітратів в арахісі не перевищує 110,8 мг/кг, що дозволяє віднести цю культуру до низьконітратних продуктів.

5. Установлено, що всі дослідні сорти арахісу характеризуються підвищеною здатністю до накопичення щавлевої кислоти та її солей – 139–252 мг/100 г та високим оксалатним індексом (1,5–3,7), що свідчить про антипоживні властивості арахісу та обмежує коло його споживачів.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА СПОСОБУ ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНИХ ТА АНТИПОЖИВНИХ РЕЧОВИН В АРАХІСІ

Для зниження токсичних речовин у продуктах рослинного походження застосовують багато способів, зокрема миття, очищення, вимочування, бланшування, варіння, консервування тощо. За рахунок цих операцій можна знизити вміст токсикантів до 90% [104; 175; 217–222].

Як довели результати наших досліджень, арахіс у своєму складі містить досить високу кількість щавлевої кислоти та солей міді. Для створення на основі арахісу продуктів високої якості необхідно звести до мінімуму вміст у ньому цих токсичних та антипоживних речовин.

Для вирішення цього завдання нами було обрано фізичний метод – гідротермічну обробку, а саме варіння з наступним обсмажуванням. Цей вибір зумовлено результатами попередніх досліджень учених (підрозділ 1.2). Гідротермічна обробка одночасно впливає на зменшення щавлевої кислоти та її солей, солей важких металів за рахунок дифузії у розчин. До того ж теплова обробка призводить до інактивації інгібіторів трипсину та хімотрипсину, за рахунок чого білок арахісу легше засвоюється. Разом із цим обсмажування впливає на покращення органолептичних показників якості горіху.

Для проведення досліджень був обраний сорт арахісу Блідо-рожевий 2, який порівняно з іншими містить найбільше токсичних речовин.

Метою цього блоку досліджень було встановлення оптимальної тривалості гідротермічної обробки задля кращого вилучення токсикантів із плоду горіху. Для цього нами був обраний інтервал тривалості обробки, який становив 10–60 хв. Вміст токсичних речовин фіксували кожні 10 хв.

Ядра бобів арахісу разом з насінневою оболонкою відварювали у дистильованій воді (співвідношення арахіс:дистильована вода становило 1:3). Для оцінки ефективності запропонованих способів вивчали зміни вмісту щавлевої кислоти та солей міді після варіння оброблених зразків. Як контроль був обраний арахіс без гідротермічної обробки. Результати проведеного експерименту наведені на рис. 4.1.

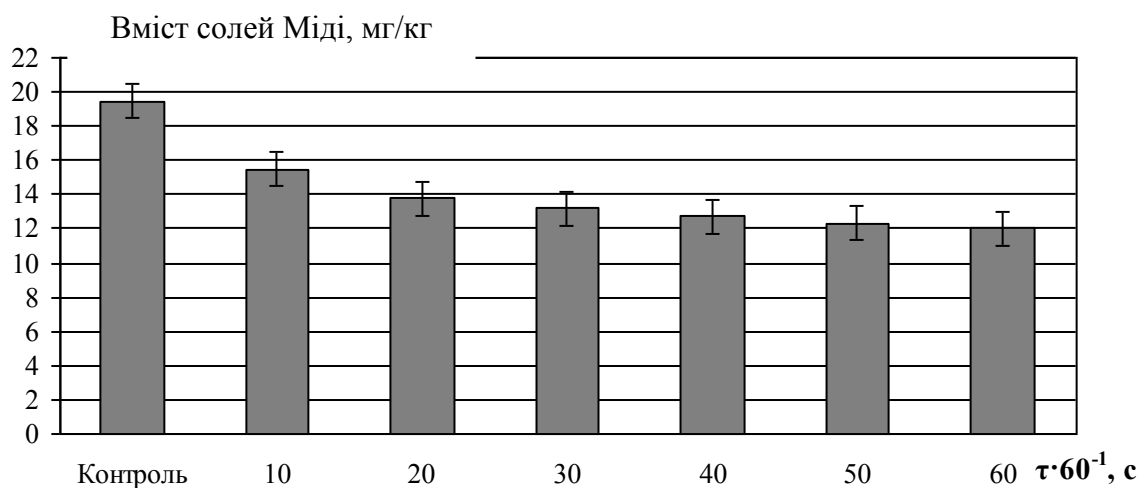


Рисунок 4.1 – Залежність вмісту щавлевої кислоти та оксалатів (а) і солей міді (б) в ядрах бобів арахісу від тривалості гідротермічної обробки

Видно, що процес варіння значно впливає на зниження вмісту щавлевої кислоти та солей міді в арахісі. Під час гідротермічної обробки протягом перших 10 хв вміст щавлевої кислоти та її солей знижується на 34,0–40,3%, а солей міді – на 16,4–24,4%. Тривалість гідротермічної обробки (20 хв) дає можливість зменшити вміст токсикантів на 58,1–62,1% і 25,6–32,7% відповідно, через 30 хв – на 67,2–70,3% та 28,8–35,6%, а через 40 хв – на 73,5–76,0% та 31,5–38,0%. Кількість щавлевої кислоти та солей міді під час подальшої теплової обробки має також тенденцію до зниження, але дещо з меншою швидкістю. Досягнення концентрації солей міді в дослідному зразку, нижчої за

ГДК (15 мг/кг), спостерігалось вже після 20 хв обробки, а зниження вмісту щавлевої кислоти до рівня оксалатного індексу ≤ 1 досягається через 30 хв. Але для сортів арахісу з високим вмістом щавлевої кислоти та низьким вмістом кальцію цієї тривалості обробки може бути недостатньо для усунення антипоживної дії. Тому раціональна тривалість гідротермічної обробки –30–40 хв, під час якої знижується вміст щавлевої кислоти та її солей на 67,2–76,0%, а солей міді – на 28,8–38,0%. Тривалість гідротермічної обробки більше 40 хв є недоцільною, оскільки є енерговитратною та сприятиме втраті біологічно активних речовин, що містяться в арахісі.

Однією з найважливіших технологічних операцій під час приготування продуктів з арахісу є його обсмаження у духовій шафі з конвекцією повітря за температури 120°C. Така температура обсмаження обумовлена попередніми дослідженнями авторів, які встановили, що обсмаження за температури 120...145°C сприяє підвищенню гіпоалергенних властивостей арахісу, а обсмаження за більш високих температур (150...170°C), навпаки, підвищує алергенність арахісу за рахунок перебігу реакції Майяра [139; 352]. Під час цієї операції з арахісу видаляють насінневу оболонку, при цьому покращуються органолептичні показники та знижується загроза розвитку мікробіального псування.

Тривалість обсмаження арахісу контролювали візуально та за кількісними характеристиками кольору зразків. Був використаний метод МКО. Спектральні характеристики отримували в діапазоні 380–780 нм з кроком у 10 нм та з кількістю циклів накопичення – 20.

За допомогою вбудованого програмного забезпечення SFScan визначали кольорові характеристики дослідних зразків у системах CIE XYZ. Отримані питомі координати x і y за допомогою кольорового графіку у вигляді одиничної площини ($x + y + z = 1$) тривимірного колірному простору дозволяють визначити такі показники – домінуючий тон (домінуючу довжину хвилі λ), чистоту кольору $P, \%$; яскравість $T, \%$ (табл. 4.1).

Як свідчать отримані дані, параметри «домінуюча довжина хвилі», «чистота кольору» і «яскравість» зразка, термін обсмаження якого становить 25 хв, суттєво не впливає на зміну кольору порівняно з контролем (без обсмаження). Зростання терміну обробки зразків до 30–35 хв характеризується зсувом параметру (λ , нм) у червону область спектру з 573,0 для контролю до 581,3 нм і 582,5 нм для зразків № 2 і № 3 відповідно, колір яких візуально характеризується як жовто-оранжевий із коричневим відтінком.

Таблиця 4.1 – Вплив тривалості обсмаження на кольоропараметричні характеристики арахісу (n = 3, P ≥ 0,95, ε ≤ 5)

Дослідний зразок	Домінуюча довжина хвилі	Чистота кольору	Яскравість	Візуальна оцінка кольору зразків
	λ, нм	P, %	T, %	
Контроль (без обсмаження)	573,0	19,9	40,4	Світло-сірий із жовтим відтінком
№1 (обсмаження протягом 25 хв)	573,5	21,3	38,9	Сірий із жовтим відтінком
№2 (обсмаження протягом 30 хв)	581,3	36,0	38,1	Жовто-оранжевий із коричневим відтінком
№3 (обсмаження протягом 35 хв)	582,5	35,9	37,1	Жовто-оранжевий із коричневим відтінком
№4 (обсмаження протягом 40 хв)	590,9	25,4	23,3	Темно-коричневий

Подальше зростання терміну обробки призводить до суттєвого потемніння зразка № 4, що негативно впливатиме на формування кольору готового продукту. Утім, зменшення параметра «чистота кольору» для зразка № 4 до 25,4% та параметра «яскравість» до 23,3% дозволяє зробити висновок, що відбувається потемніння кольору вказаного зразка і він наближається до ахроматичних кольорів за рахунок внесення чорного кольору. Візуальна оцінка характеризує колір вказаного зразка як темно-коричневий. За смаковими характеристиками зразку № 1 був притаманний злегка бобовий присмак, що характеризує недостатню тривалість обсмаження. Зразок № 4 мав гіркуватий присмак за рахунок надмірного обсмаження та пригорілості. Найкращі смакові характеристики визначені у зразків № 2 та № 3 (обсмаження протягом 30 та 35 хв): відчувався приємний присмак смаженого горіху.

Таким чином, отримані дані дозволили встановити раціональний режим обсмаження арахісу – за температури 120°C протягом 30–35 хв. При цьому кольоропараметричні характеристики обсмажених ядер арахісу мали такі значення: домінуюча довжина хвилі – 581,3–582,5 нм, чистота кольору – 35,9–36,0%, яскравість – 37,1–38,1%.

За даними, наведеними в розділі 1, теплова обробка також значно покращує перетравність травними ферментами білків арахісу за рахунок інактивації інгібіторів трипсину та хімотрипсину, тому нами було досліджено вплив гідротермічної обробки на перетравність білків арахісу. Результати досліджень наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Перетравність білків *in vitro* контрольного і дослідних зразків арахісу (n = 3, P ≥ 0,95, ε ≤ 5)

Зразок	Кількість розчинних продуктів гідролізу білка, мг тирозину на 1 г білка в продукті		
	пепсиноліз	трипсиноліз	пепсиноліз + трипсиноліз
Арахіс до гідротермічної обробки (контроль)	0,0	39,6	39,6
Арахіс після гідротермічної обробки протягом 30–40 хв	3,3	48,7	52,0
Арахіс після гідротермічної обробки протягом 30–40 хв та обсмажування (30–35 хв)	6,6	53,0	59,6

Як свідчать дані таблиці, перетравність білка арахісу, що піддавали гідротермічній обробці протягом 30–40 хв, зросла на 12,4 мг тирозину, а під час додаткового обсмажування протягом 30–35 хв зросла до 20 мг тирозину на 1 г білка. Усе це свідчить про покращення ферментативної атакованості білків і засвоюваності поживних речовин.

Оскільки з літературних джерел [223–227] відомо, що варіння арахісу у воді (100...110°C) і обсмажування (120...145°C) приводить також до втрати алергенних білків Ara h 1, Ara h 2, Ara h 3, Ara h 6 і Ara h 7 і зменшення реактивності імуноглобуліну (IgE) до арахісу, можна припустити, що запропонований нами вид обробки ядер арахісу дозволить не тільки підвищити перетравність білків, знизити вміст щавлевої кислоти та її солей, а також солей міді до рівня, нижчого за ГДК, а й знизити алергенність цього горіху. Це дасть змогу використовувати арахіс для подальшої переробки, тим самим підвищити рівень якості продуктів із нього.

Висновки за розділом 4

Із метою зниження вмісту токсичних та антипоживних речовин запропоновано спосіб теплової обробки арахісу (гідротермічна обробка протягом 30–40 хв з наступним обсмажуванням за температури 120°C протягом 30–35 хв), який забезпечує зниження вмісту щавлевої кислоти та її солей на 67,2–76,0%, а солей міді – на 28,8–38,0%. Перетравність білка підвищується на 20 мг тирозину.

РОЗДІЛ 5

РОЗРОБКА КРИТЕРІЇВ ЯКОСТІ АРАХІСУ ДЛЯ ВИБОРУ НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ

За результатами комплексного дослідження хімічного складу та здатності до накопичення токсичних речовин арахісом різних сортів нами було встановлено, що вихідний матеріал за цими показниками характеризується різноманітністю й потребує узагальнення та систематизації для пошуку шляхів його раціонального використання в харчовій промисловості. Для різних технологічних цілей до сировини висуваються й різні вимоги. Тому наступним етапом роботи була розробка критеріїв якості арахісу для вибору напряму використання.

За напрямом використання арахіс поділено на 3 групи, а саме для виробництва олії; для переробки в арахісову пасту; для халви, цукерок, тортів та снекової продукції.

Для обробки інформації, отриманої за результатами досліджень, застосовували метод кластерного аналізу.

Загальний алгоритм розподілу дослідних сортів арахісу на функціонально подібні групи, які передбачаються для подальшого використання шляхом технологічної переробки, може бути представлений таким чином. Створюється й вводиться в ПК інформація про «ідеальні показники» груп, на які треба поділити загальний масив даних. Потрібна кількість груп визначається шляхом попереднього аналізу. Також вводяться дані про реальні показники сортів, що були отримані в процесі дослідження, які передбачається поділити на групи з метою подальшого дослідження.

Для кожного «ідеального» представника групи також було визначено допустиме максимальне значення відхилення $\rho_{i,\max}$ від «ідеального» значення:

$$\rho_{i,\max} = \sqrt{\sum_{j=1}^k \left(\frac{a_j - \Delta_j}{a_j} \right)^2},$$

де $\Delta_j = 0,5\Delta_{j,\max}$, $\Delta_{j,\max}$ – максимальна межа відхилення j -го «ідеального» показника, що аналізується.

Таким чином, коли виконується умова $\rho_i \leq \rho_{i,\max}$, то i -й представник може бути включений у цю групу для продовження досліджень.

Аналізуючи вираз, можна бачити, що допустиме значення ρ_i знаходиться у межах $0 \leq \rho_{\max}$. Таким чином, чим менше значення ρ_i , тим об'єкт дослідження ближче наближається до сукупності показників, які вважаються «ідеальними».

Аналіз об'єктів дослідження за наведеною формулою виконується програмою Mathcad з використанням відповідних програм [227–229].

Згідно із цим, для кожного класифікаційного угруповання були розроблені власні критерії.

Для угруповання сортів арахісу за напрямом використання висувалися такі вимоги:

- для виробництва олії: вміст жиру та олеїнової кислоти має коливатися в межах від середнього до максимального за сортом; вміст солей важких металів, радіонуклідів, афлатоксину В₁ – менше ГДК;

- для виробництва арахісової пасти: вміст білка – в межах від середнього до максимального за сортом; біологічна цінність білка – середня за сортом (до рецептур цих продуктів входять ще інгредієнти, що містять у своєму складі білок та можуть підвищити біологічну цінність кінцевого продукту); вміст солей важких металів має коливатися в межах від найнижчого за сортом до такого, який перевищує ГДК на 30% (оскільки запропонований спосіб теплової обробки знижує вміст цих контамінантів на 28,8–38,0%); вміст радіонуклідів, афлатоксину В₁ – менше ГДК; оксалатний індекс – не більше 3,2 (під час гідротермічної обробки запропонованим способом втрата щавлевої кислоти досягає 67,2–76,0%, що дає змогу зменшити оксалатний індекс до рівня ≤ 1);

- для виробництва халви, цукерок, тортів, драже, снєків: вміст білка – у межах від середнього до максимального за сортом; біологічна цінність білка – від середньої до максимальної за сортом; вміст солей важких металів має коливатися в межах від найнижчого за сортом до такого, який перевищує ГДК на 30%; вміст радіонуклідів, афлатоксину В₁ – менше ГДК; оксалатний індекс – не більше 3,2.

Значення вмісту нітратів не враховували, оскільки арахіс – низьконітратний продукт і цей показник для нього не нормується.

Усі перелічені критерії та їх значення були обрані, з огляду на вимоги, які висуваються до сировини під час її переробки [230–232].

Критерії якості для вибору сортів арахісу щодо їх подальшої переробки наведено у вигляді таблиці (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Критерії якості арахісу для вибору напрямку використання

Критерій	Виробництво		
	олії	арахісової пасти	халви, цукерок, тортів, драже, снєків
Вміст білка, %	–	22,7–26,8	22,7–26,8
Вміст жиру, %	53–60	–	–
Вміст олеїнової кислоти, %	21,2–30,6	–	–
Біологічна цінність білка, %	–	54–64	59,2–77,2
Оксалатний індекс	–	1,5–3,2	1,5–3,2
Радіонукліди, Бк/кг	¹³⁷ Cs	< 70	< 70
	⁹⁰ Sr	< 10	< 10
Солі важких металів, мг/кг	цинк	< 100	< 130
	кадмій	< 0,1	< 0,13
	свинець	< 0,5	< 0,65
	мідь	< 15	< 19,5
Афлатоксин В ₁ , мг/кг	< 0,005	< 0,005	< 0,005

За допомогою методу кластерного аналізу було розподілено досліджені сорти за напрямом використання (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Розподіл досліджених сортів арахісу за напрямом використання

Напрямок використання	Сорт
Олія	Краснодарець 14, Краснодарський 14, Краснодарський 15, AR 1, AR 3, AR 5, ВНДІОК 15, Рожевий великий, Біло-рожевий 3, Темно-червоний, Малиновий, Клиньський
Арахісова паста	Краснодарець 14, AR 3, AR 4, Біло-рожевий 2, Темно-червоний, Малиновий, Клиньський
Халва, цукерки, торти, драже, снєки	Краснодарець 13, Краснодарський 15, ВНДІОК 14, ВНДІОК 15, Біло-рожевий 1, Темно-червоний, Клиньський

Таким чином, розроблені критерії якості є базисом для визначення та розробки принципів цілеспрямованого використання арахісу у відповідності з

їх специфічними властивостями фахівцями різних інших сфер, зокрема селекціонерами, генетиками, фармакологами, медиками.

Прецизійне використання сортів арахісу сприятиме отриманню конкурентоздатних продуктів високої якості та підвищенню рентабельності виробництва.

Висновки за розділом 5

Розроблено критерії якості арахісу для вибору напряму використання, а саме: вміст білка та його біологічна цінність, вміст жиру та олеїнової кислоти, оксалатний індекс, вміст контамінантів (радіонуклідів, солей важких металів, афлатоксину В₁), за якими його поділено на 3 групи: для виробництва олії; для переробки в арахісову пасту; для халви, цукерок, тортів та снекової продукції.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу вітчизняної та закордонної наукової літератури встановлено, що ядра бобів арахісу мають багатий хімічний склад і високий вміст біологічно активних речовин і разом із цим можуть накопичувати антипоживні та токсичні речовини. Розкрито проблему практичної відсутності інформації про хімічний склад, біологічну цінність і безпечність сортів арахісу, найбільш продуктивних і придатних до вирощування в Україні. Показано відсутність цілеспрямованих досліджень щодо визначення напрямів раціонального використання арахісу в різних технологіях залежно від сортових особливостей і хімічного складу.

2. Установлено сортову специфіку вмісту основних харчових речовин у ядрах бобів арахісу 19 сортів, придатних до вирощування в Україні. У ядрах бобів арахісу основну частину займають білки та жири. У більшості досліджених сортів арахісу вміст білка коливається в межах 21,2–24,7%. Найбільшим вмістом білка (26,6%) характеризується сорт Темно-червоний. За розрахованими амінокислотним скором, коефіцієнтом розбіжності амінокислотного скору і величиною біологічної цінності білка встановлено, що сорти арахісу Блідо-рожевий 1, Блідо-рожевий 3, ВНДІОК 14, ВНДІОК 15 та Краснодарець 13 є найкращими. Найбільший вміст жиру (56–59%) характерний для сортів арахісу Краснодарський 14, AR 1, Рожевий великий, AR 2, ВНДІОК 15, AR 6 та Блідо-рожевий 2. Жирнокислотний склад жиру арахісу містить ненасичені жирні кислоти, такі як олеїнову (29–59%) та лінолеву (26–64%).

3. Уперше якісно та кількісно вивчено стероїдний комплекс ядер бобів арахісу, придатних до вирощування в Україні залежно від сорту. Установлено, що сумарний вміст фітостеролів у досліджених сортах коливається від 172,7 мг/100 г в сорті Краснодарський 14 до 604,6 мг/100 г в сорті AR 6. Ідентифіковано в ядрах бобів арахісу вміст семи видів стероїдів, а саме: холестерину, кампестерину, стигмастерину, β -ситостерину, Δ^5 -авеностерину, Δ^7 -стигмастерину, Δ^7 -авеностерину. Найвищий вміст у всіх вивчених сортах арахісу зафіксовано β -ситостерину (66–78% від загального вмісту стероїдів). Вміст фітостеролів у дослідних сортах арахісу на 58–202% задовольняє добову норму.

4. Підтверджено вибіркочну здатність арахісу до накопичення токсичних речовин. Показано, що всі дослідні сорти за вмістом радіонуклідів, солей

важких металів, афлатоксину В₁ не перевищують ГДК та мають знижену здатність до накопичення нітратів. Більшою мірою вивчені сорти арахісу накопичують оксалати (139–252 мг/100 г) та мають антипоживні властивості за рахунок високого оксалатного індексу (1,5–3,7). Доведено також, що вміст солей міді в сортах арахісу Біло-рожевий 2, AR 2 та AR 4 перевищує рівень ГДК у 1,2–1,3 рази.

5. Розроблено критерії якості арахісу для вибору подальших напрямів його використання, а саме: вміст білка та його біологічна цінність, вміст жиру та олеїнової кислоти, оксалатний індекс, вміст контамінантів (радіонуклідів, солей важких металів, афлатоксину В₁), за якими його поділено на 3 групи: для виробництва олії; для переробки в арахісову пасту; для халви, цукерок, тортів та снекової продукції. Із метою досягнення безпечності продуктів показана доцільність гідротермічної обробки арахісу впродовж 30–40 хв з наступним обсмажуванням за температури 120°C протягом 30–35 хв. Установлено, що цей процес дає можливість знизити вміст щавлевої кислоти та її солей на 67,2–76,0%, а солей міді – на 28,8–38,0%, при цьому перетравність білка підвищується на 20,0 мг тирозину на 1 г білка.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. High-monounsaturated fatty acid diets lower both plasma cholesterol and triacylglyceron concentrations / P. Kris-Etherton, T. Pearson, Y. Wan [et al.] // *Am. J. Clin. Nutr.* – 1999. – Vol. 70. – P. 1009–1015.
2. Alper C. Peanut consumption improves indices of cardiovascular disease risk in healthy adults / C. Alper, R. Mattes // *J. Am. Coll. Nutri.* – 2003. – Vol. 22. – P. 133–141.
3. Peanuts as a source of beta-sitosterol, a sterol with anticancer properties / A. Awad, K. Chan, A. Downie, C. Fink // *Nutr. Cancer.* – 2000. – Vol. 36. – P. 238–241.
4. Кутузова С. Н. Масличные культуры для пищевого использования в России (проблемы селекции, сортимент) / С. Н. Кутузова, В. А. Гаврилова, А. Г. Дубовская. – СПб. : ВИР, 1998. – 74 с.
5. Щербаков В. Г. Биохимия и товароведение масличного сырья / В. Г. Щербаков. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 2003. – 360 с.
6. Наукові основи та складові галузевої програми розвитку горіхівництва в Україні / Г. М. Сатіна, Ф. Г. Олещенко, Н. М. Кошлакова [та ін.]. – К. : Логос, 2011. – 100 с.
7. Мировой рынок арахиса, 2012–2013 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.umruc.ru/ob/post/ob/mirovoj-rinok-arahisa-20122013-godi-ooo-umelie-ruk.php>.
8. Лимар В. А. Вирощування арахісу в колективних, фермерських господарствах та на присадибних ділянках / В. А. Лимар, В. В. Фролов. – К. : Аграрна наука, 1999. – С. 4.
9. Commercial Runner peanut cultivars in the USA: Fatty acid composition / E.-C. Shin, R. B. Pegg, R. D. Phillips [et al.] // *European Journal of Lipid Science and Technology.* – 2010. – Vol. 112, Iss. 2. – P. 195–207.
10. Grosso N. R. Chemical composition of aboriginal peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds from Peru / N. R. Grosso, C. A. Guzman // *J. Agric. Food Chem.* – 1995. – Vol. 43. – P. 102–105.
11. Характеристика семян арахиса и их применение в хлебопечении / В. А. Михайлов, О. Л. Вершинина, Ю. Ф. Росляков, А. В. Шпаков // *Успехи современного естествознания.* – 2005. – № 5. – С. 55.
12. Bland J. M. Isolation and characterization of a peanut maturity- associated protein / J. M. Bland, A. R. Lax // *J Agric Food Chem.* – 2000. – Vol. 48. – P. 3275–3279.

13. Investigations intogenotypic variations of peanut carbohydrates / H. E. Pattee, T. G. Isleib, F. G. Giesbrecht, R. F. McFeeters // *J Agric. Food Chem.* – 2000. – Vol. 48. – P. 750–756.
14. Kota L. Total folate in peanuts and peanut products : Doctor of philosophy / L. Kota. – Athens, Georgia, 2008. – 165 p.
15. Терещук Л. В. Состав и свойства семян арахиса и продукты его переработки / Л. В. Терещук, С. С. Павлов // *Кондитерское производство.* – 2011. – № 3 – С. 20–21.
16. Химический состав арахиса разных сортов / Т. Петрова, М. Руйнова, П. Параскова [и др.] // *Науч. тр. Хим. Пловдив. унив.* – 2004. – № 5. – С. 139–142.
17. Chemical composition of groundnut, *Arachis hypogaea* (L) landraces / A. J. Yaw, A. Richard, S.-K. Osei [et al.] // *African Journal of Biotechnology.* – 2008. – Vol. 7(13). – P. 2203–2208.
18. Eshun G. Nutrients content and lipid characterization of seed pastes of four selected peanut (*Arachis hypogaea*) varieties from Ghana / G. Eshun, E. A. Amankwah, J. Barimah // *African Journal of Food Science.* – 2013. – Vol. 7(10). – P. 375–381.
19. Özcan M. Physical and chemical analysis and fatty acid composition of peanut, peanut oil and peanut butter from ÇOM and NC-7 cultivars / M. Özcan, S. Seven // *Grasas y Aceites.* – 2003. – Vol. 54. – P. 12–18.
20. Chemical composition of aboriginal peanut *Arachis (hypogaea L)* seeds from Uruguay / N. R. Grosso, E. I. Lucini, A. G. Lopez, C. A. Guzman // *Grasas y Aceites.* – 1999. – Vol. 50. – P. 203–207.
21. Fatty acid, sterol and proximate compositions of peanut species (*Arachis L.*) seeds from Bolivia and Argentina / N. R. Grosso, J. A. Zygadlo, L. V. Burrioni, C. A. Guzman // *Grasas y Aceites.* – 1997. – Vol. 48. – P. 219–225.
22. Proximate, fatty acid and sterol compositions of aboriginal peanut (*Arachis hypogaea L*) seeds from Bolivia / N. R. Grosso, J. A. Zygadlo, A. L. Lamarque [et al.] // *J. Sci. Food Agric.* – 1997. – Vol. 73. – P. 249–356.
23. Grosso N. R. Lipid, protein, and ash contents and fatty acid and sterol compositions of Peanut (*Arachis hypogaea L.*) seeds from Ecuador / N. R. Grosso, C. A. Guzman // *Peanut Sci.* – 1995. – Vol. 22. – P. 84–89.
24. Ayoola P. B. Chemical evaluation of food value of groundnut (*Arachi hypogaea*) seeds / P. B. Ayoola, A. Adeyeye, O. O. Onawumi // *American journal of food and nutrition.* – 2012. – № 2(3). – P. 55–57.

25. Chemical Analyses of Groundnut (*Arachis hypogaea*) Oil / G. N. Anyasor, K. O. Ogunwenmo, O. A. Oyelana [et al.] // *Pakistan Journal of Nutrition*. – 2009. – Vol. 8. – Iss. 3. – P. 269–272.
26. Abdualrahman A. Chemical, In-vitro Protein Digestibility, Minerals and Amino Acids Composition of Edible Peanut Seeds (*Arachis hypogaea* L.) / A. Abdualrahman // *Science International*. – 2013. – Vol. 1. – Is. 6. – P. 199–202.
27. Physicochemical properties and fatty acid profile of eight peanut varieties grown in Mexico / R. Mora-Escobedo, P. Hernández-Luna, I. C. Joaquín-Torres [et al.] // *CyTA - Journal of Food*. – 2014. – Vol. 13(2). – P. 1–5.
28. Soil moisture affects fatty acids and oil quality parameters in peanut / S. Chaiyadee, S. Jogloy, P. Songsri [et al.] // *International Journal of Plant Production*. – 2013. – Vol. 7(1). – P. 1735–8043.
29. Genotypic variability and genotype by environment interactions in oil and fatty acids in high, intermediate and low oleic acid peanut genotypes / N. Singkham, S. Jogloy, T. Kesmala [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* – 2010. – Vol. 58. – P. 6257–6263.
30. Margaret J. H. Fatty acid composition of Caribbean-grown peanuts (*Arachis hypogaea* L.) at three maturity stages / J. H. Margaret // *Food chemistry* – 1995. – Vol. 53. – P. 7–14.
31. Branch W. D. Fatty acid variation among U. S. runner-type peanut cultivars / W. D. Branch, T. Nakayama, M. S. Chinnan // *J. Am. Oil Chem. Soc.* – 1990. – Vol. 67, № 9. – P. 591-593.
32. Compositional and sensory comparisons between normal- and high-oleic peanuts / T. G. Isleib, H. E. Pattee, T. H. Sanders [et al.] // *J Agric. Food Chem.* – 2006. – Vol. 54. – P. 1759–1763.
33. Derbyshire E. J. A review of the nutritional composition, organoleptic characteristics and biological effects of the high oleic peanut / E. J. Derbyshire // *Int. J Food Sci. Nutr.* – 2014. – Vol. 65(7). – P. 1–10.
34. Regular intake of high-oleic peanuts improves fat oxidation and body composition in overweight/obese men pursuing a energy-restricted diet / R. D. M. Alves, A. P. B. Moreira, V. S. Macedo [et al.] // *Obesity*. – 2014. – Vol. 22. – Iss. 6. – P. 1422–1429.
35. Misuna S. Fatty Acids Content and Antioxidant Capacity of Peanut / S. Misuna, P. Swatsitang, S. Jogloy // *Agricultural and Food Chemistry*. – 2006. – Vol. 49. – P. 1410–1416.

36. Fatty Acid and Amino Acid Profiles of Selected Peanut Cultivars and Breeding Lines / P. C. Andersena, K. Hilla, D. W. Gorbet, B. V. Brodbecka // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 1998. – Vol. 11, Iss. 2. – P. 100–111.
37. Ingale S. Nutritional study of new variety of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) JL-24 seeds / S. Ingale, S. K. Shrivastava // *African Journal of Food Science*. – 2011. – Vol. 5(8). – P. 490–498.
38. An evaluation of amino acid, fatty acid and isoflavone composition in Korean peanut (*Arachis hypogaea* l.) seeds to improve the nutritional quality of breeding lines / R. Radhakrishnan, S.-B. Pae, S.-M. Kang [et al.] // *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. – 2014. – Vol. 57, Iss. 3. – P. 301-305.
39. Health Benefits of Nuts: Potential Role of Antioxidants / R. Blomhoff, M. H. Carlsen, L. F. Andersen, D. R. Jacobs // *British Journal of Nutrition*. – 2008. Vol. 99, № 2. – P. 447–448.
40. Peanuts and Their Nutritional Aspects – A Review / V. S. Settaluri, C. V. K. Kandala, N. Puppala, J. Sundaram // *Food and Nutrition Sciences*. – 2012. – Vol. 3. – P. 1644–1650.
41. Hashim I. B. Tocopherols in runner and virginia peanut cultivars at various stages / I. B. Hashim, P. E. Koehler, R. R. Eitenmiller // *JAOCS*. – 1993. – Vol. 70. – P. 633–635.
42. Fatty acid composition and tocopherol content of drought stressed flourrunner peanuts / I. B. Hashim, P. E. Koehler, R. R. Eitenmiller, C. K. Kvien // *Peanut Sci*. – 1993. – Vol. 20. – P. 21–24.
43. Variation in lipid composition of niger seed (*Guizotia abyssinica* Cass.) samples collected from different regions in Ethiopia / P. C. Dutta, S. Helmersson, E. Kebedu, G. Alemaw. – *JAOCS*. – 1994. – Vol. 71. – P. 839–843.
44. Nutritional composition of new peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars / M. G. Campos-Mondragón, A. M. Calderón De La Barca [et al.] // *Grasas y aceites*. – 2009. – Vol. 60, № 2. – P. 161–167.
45. Chun JI-Y. Vitamin E content and stability in peanuts and peanut products during processing and storage / JI-Y. Chun // *Doctor of philosophy*. – Georgia : Athens, 2002. – 178 p.
46. Salesa J. M. Resveratrol in Peanuts / J. M. Salesa, A. V. A. Resurreccion // *Food Science and Nutrition*. – 2014. – Vol. 54, Iss. 6. – P. 734–770.
47. Chiou R. Y.-Y. Peanut Roots as a Source of Resveratrol / R.-S. Chen, P.-L. Wu, R. Y.-Y. Chiou // *J. Agric. Food Chem*. – 2002. – Vol. 50 (6). – P. 1665–1667.

48. Nepote V. Radical scavenging activity of extracts argentine peanut skins (*Arachis hypogaea*) in relation to its trans-resveratrol content / V. Nepote, N. Grosso, C. A. Guzman // *J Argentine Chem. Soc.* – 2004. – Vol. 92, № 4/6. – P. 41–49.
49. Occurrence of Resveratrol in Edible Peanuts / T. H. Sanders, R. W. McMichael, Jr. Hendrix, K. W. Hendrix // *J. Agric. Food Chem.* – 2000. – Vol. 48. – P. 1243–1246.
50. Sobolev V. S. Trans-Resveratrol Content in Commercial Peanuts and Peanut Products / V. S. Sobolev, R. J. Cole // *J. Agric. Food Chem.* – 1999. – Vol. 47 (4). – P. 1435–1439.
51. Production of a major stilbene phytoalexin, resveratrol in peanut (*Arachis hypogaea*) and peanut products: a mini review / M. M. Hasan, M. Cha, V. K. Bajpai, K.-H. Baek // *Reviews in Environmental Science and Biotechnology.* – 2012. – Vol. 12, Iss. 3. – P. 209–221.
52. Polyphenolic and Antioxidant Changes During Storage of Normal, Mid, and High Oleic Acid Peanuts / S. T. Talcott, C. E. Duncan, D. Del Pozo-Insfran, D. W. Gorbet // *Food Chemistry.* – 2005. – Vol. 89. – P. 77–84.
53. Hathorn C. S. Flavor and Antioxidant Capacity of Peanut Paste and Peanut Butter Supplemented with Peanut Skins / C. S. Hathorn, T. H. Sanders // *J Food Sci.* – 2012. – Vol. 77(11). – P. 407–411.
54. Nepote V. Extraction of antioxidant components from peanut skins / V. Nepote, N. Grosso, C. A. Guzmán // *Grasas Aceites.* – 2002. – Vol. 53. – P. 391–395.
55. Nepote V. Natural Antioxidant Effect from Peanut Skins in Honey Roasted Peanuts / V. Nepote, M. G. Mestrallet, N. R. Grosso // *J Food Sci.* – 2004. – Vol. 69 (7). – P. 295–300.
56. Nepote V. Optimization of extraction of phenolic antioxidants from peanut skins / V. Nepote, N. R. Grosso, C. A. Guzmán // *J. Sci. Food Agric.* – 2005. – Vol. 85. – P.33–38.
57. Swatsitang P. Antioxidant capacity and total phenolics of peanut testae / P. Swatsitang, P. Chuendchom, S. Jogloy // *Khon Kaen Agr. J.* – 2011. – Vol. 39. – P. 48–52.
58. Identification of an antioxidant, ethyl protocatechuate, in peanut seed testa / S. C. Huang, G. C. Yen, L. W. Chang [et al.] // *J Agric. Food Chem.* – 2003. – Vol. 51(8). – P. 2380–2383.
59. Yu J. Effects of processing methods and extraction solvents on concentration and antioxidant activity of peanut skin phenolics / J. Yu, M. Ahmedna, I. Goktepe // *Food Chemistry.* □ – 2005. – Vol. 90(1-2). – P. 199–206.

60. Corn fiber oil and sitostanol decrease cholesterol absorption independently of intestinal sterol transporters in hamsters / D. Jain, N. Ebine, X. Jia [et al.] // *The Journal of Nutritional Biochemistry*. – 2008. – Vol. 19(4). – P. 229–236.

61. Шубина О. Г. Фитостерины, их физиологические преимущества и возможности использования в пищевых продуктах / О. Г. Шубина, Д. В. Карпухин, А. А. Кочеткова // *Пищевые ингредиенты, сырье и добавки*. – 2004. – № 2. – С. 26–29.

62. Руженцова Т. А. Фитостерины в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний / Т. А. Руженцова // *Лечащий врач : мед. научн.-практ. журнал*. – 2010. – № 7. – С. 66–70.

63. Все о холестерине (национальный доклад). Заключение и рекомендации» / под ред. акад. РАМН Л. А. Бокерия, акад. РАМН Р. Г. Оганова // *Профилактическая медицина*. – 2010. – № 2. – С. 37–39.

64. Драпкина О. М. Новые методы лечения дислипидемии / О. М. Драпкина, А.В. Клименков, В.Т. Ивашкин // *Российские медицинские вести*. – 2007. – Т. 12. – № 2. – С. 18.

65. Santas J. Phytosterols: Beneficial Effects / J. Santas, R. Codony, M. Rafecas // *Natural Products*. – 2013. – P. 3437–3464.

66. Bouic P. J. The role of phytosterols and phytosterolins in immune modulation: a review of the past 10 years / P. J. Bouic // *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. – 2001. – Vol. 4. – P. 471–475.

67. Yoshida Y. Antioxidant effects of phytosterol and its components / Y. Yoshida, E. Niki // *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. – 2003. – Vol. 49 (4). – P. 277–280.

68. Awad A. B. Beta-sitosterol, a plant sterol, induces apoptosis and activates key caspases in MDA-MB- 231 human breast cancer cells / A. B. Awad, R. Roy, C. S. Fink // *Oncol Rep*. – 2003. – Vol. 10. – P. 497–500.

69. Plant Sterols and Risk of Stomach Cancer: A Case-Control Study in Uruguay / E. De Stefani, P. Boffetta, A. L. Ronco [et al.] // *Nutrition and Cancer*. – 2000. – Vol. 37, № 2. – P. 140.

70. Ostlund R.E. Inhibition of cholesterol absorption by phytosterol-replete wheat germ compared with phytosterol-depleted wheat germ / R. E. Ostlund, S. B. Racette, W. F. Stenson // *American Journal Clinical Nutrition*. – 2003. – Vol.77, № 6. – P. 1385.

71. Ипатова Л. Г. Применение фитостероинов в жировых продуктах [Электронный ресурс] / Л. Г. Ипатова, А. А. Кочеткова // Продовольственный торгово-промышленный портал– Режим доступа : <http://www.produkt.by/Science/print/171>.
72. Лещанская О. А. Современные подходы к питанию больных с атерогенными дислипидемиями / О. А. Лещанская, М. Г. Бубнова, Н. В. Перова // Профилактическая медицина. – 2004. – № 4. – С. 31–37.
73. Погожева А. В. Оценка эффективности продукта, обогащенного фитостеринами, для коррекции гиперхолестеринемии / А. В. Погожева, Н. В. Перова, С.А. Дербенева // Consilium Medicum. – 2008. – Т. 10. – № 11. – С. 103–108.
74. Continuous dose-response relationship of the LDL-cholesterol-lowering effect of phytosterol intake / I. Demonty, T. R. Ras, C. M. Henk [et al.] // Journal of nutrition. – 2010. – Vol. 139(2). – P. 271–284.
75. Gül M. K. Sterols and the phytosterol content in oilseed rape (*Brassica napus* L.) / M. K. Gül, S. Amar // Journal of Cell and Molecular Biology. – 2006. – Vol. 5. – P. 71–79.
76. Piironen V. Occurrence and levels of phytosterols in foods // Phytosterols as Functional Food Components and Nutraceuticals / V. Piironen, A.-M. Lampi. – New York : Dutta P.C. (Ed.). Marcel Dekker, Inc., 2004. – P. 1–32.
77. Chemical Composition and Oxidative Stability of Selected Plant Oils / A. Szterk, M. Roszko, E. Sosińska [et al.] // J Am Oil Chem Soc. – 2010. – Vol. 87. – P. 637–645.
78. Variations in Fatty Acids, Phospholipids and Sterols During the Seed Development of a High Oleic Sunflower Variety / M. D. Zlatanov, M. J. Angelova-Romova, G. A. Antova [et al.] // J Am Oil Chem Soc. – 2009. – Vol. 86. – P. 867–875.
79. Free and esterified sterol composition of edible oils and fats / K. M. Phillips, D. M. Ruggio, J. I. Toivo [et al.] // J. Food Compos. Anal. – 2002. – Vol. 15(2). – P. 123 – 142.
80. Pat. WO2004000979 Hungry, MPK A23L1/30, A61K31/575, A61K8/63. Process for recovery of plant sterols from by-product of vegetable oil refining / Czuppon T., Kemeny Z., Kovari E. [et al.] ; patent owner Cereol növényolajipari, Czuppon Tibor. – № 20020002024 20020619 ; appl. 02.07.2002 ; publ. 31.12.2003.

81. Plant sterols in vegetables, fruits and berries / V. Piironen, J. Toivo, R. Puupponen-Pimia, A. M. Lampi // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2003. – Vol. 83. – P. 330–337.
82. Kuna A. Phytosterols as functional ingredients for dairy foods / A. Kuna., N. P. Raju, A. Poshadri // *Indian journal of dairy sciences*. – 2011. – Vol. 64(5). – P. 359–367.
83. Commercial peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars in the United States: phytosterol composition / E. C. Shin, R. B. Pegg, R. D. Phillips, R. R. Eitenmiller // *J Agric. Food Chem.* – 2010. – Vol. 58(16). – P. 9137–9146.
84. Curhan G. C. 24-h uric acid excretion and the risk of kidney stones / G. C. Curhan, E. N. Taylor // *Kidney Int.* – 2008. – Vol. 73. – P. 489–496.
85. Hess B. Nutritional aspects of stone disease / B. Hess // *Endocrinol Metab Clin North Am.* – 2002. – Vol. 31. – P. 1017–1030.
86. Taylor E. N. Oxalate Intake and the Risk for Nephrolithiasis / E. N. Taylor, G. C. Curhan // *J Am Soc Nephrol.* – 2007. – Vol. 18. – P. 2198–2204.
87. Knight A. P. Plants causing kidney failure / A. P. Knight, R. G. Walter, *A Guide // Plant Poisoning of Animals in North America*, Internet Publisher. International Veterinary Information Service. – Ithaca, 2003.
88. Hypocalcemia associated in Ossimi sheep associated with feeding on beet tops (*Beta vulgaris*) / S. A. El-Khodery, M. E. El-boshy, K. M. Gaafar, A. A. El-Mashad // *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* – 2008. – Vol. 32. – P. 199–205.
89. Comparison of Oxalate Content in Foods and Beverages in Taiwan / J.-Y. Tsai, J.-K. Huang, T. T. Wu, Y. H. Lee // *JTUA.* – 2005. – Vol. 16. – No. 3. – P. 93–99.
90. Finkelstein V. A. Strategies for preventing calcium oxalate stones / V. A. Finkelstein, D. S. Goldfarb // *CMAJ.* – 2006. – Vol. 174(10). – P. 1407–1409.
91. Holmes R. P. Contribution of dietary oxalate to urinary oxalate excretion / R. P. Holmes, H. O. Goodman, D. G. Assimos // *Kidney Int.* – 2001. – Vol. 59(1). – P. 270–276.
92. Albihn P. B. E. The bioavailability of oxalate from oca (*Oxalis tuberosa*) / P. B. E. Albihn, G. P. Savage // *J Urol.* – 2001. – Vol. 166. – P. 420–422.
93. Noonan S. C. Oxalate content of foods and its effect on humans / S. C. Noonan, G. P. Savage // *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition.* – 1999. – Vol. 8(1). – P. 64–74.
94. Massey L. K. Effect of dietary oxalate and calcium on urinary oxalate and risk of formation of calcium oxalate kidney stones / L. K. Massey, H. Roman-Smith,

R. A. L. Sutton // *Journal of the American Dietetic Association*. – 1993. – Vol. 93. – P. 901–906.

95. Peanut-induced acute oxalate nephropathy with acute kidney injury / H. Park, M. Eom, J. W. Yang [et al.] // *Kidney Research and Clinical Practice*. – 2014. – Vol. 33, Iss. 2. – P. 109–111.

96. Chai W. Oxalate content of legumes, nuts, and grain-based flours / W. Chai, M. Liebman // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2005. – Vol. 18. – P. 723–729.

97. Total and soluble Oxalate Content in Thai Vegetables, Cereal Grains and Legume Seeds and their Changes after Cooking / K. Judprasong, S. Charoenkiakul, P. Sungpuag [et al.] // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2006. – Vol. 19. – P. 340–347.

98. Chicago Dietetic Association. *Manual of Clinical Dietetics*. // American Dietetic Association, Chicago, 2000. – P. 475.

99. Oxalate nephropathy with a granulomatous lesion due to excessive intake of peanuts / M. Sasaki, M. Murakami, K. Matsuo [et al.] // *Clin Exp Nephrol*. – 2008. – Vol. 12. – P. 305–308.

100. Finch A. M. Urine composition in normal subjects after oral ingestion of oxalate-rich foods / A. M. Finch, G. P. Kasidas, G. A. Rose // *Clin Sci*. – 1981. – Vol. 60. – P. 411–418.

101. Kmiecik W. Effects of freezing and storing of frozen products on the content of nitrates, nitrites, and oxalates in dill (*Anethum graveolens* L) / W. Kmiecik, Z. Lisiewska, J. Supski // *Food Chem*. – 2004. – № 1. – P. 105–111.

102. Kmiecik W. The level of nitrates, nitrites and oxalates in different usable parts of dill (*Anethum graveolens*) depending on plant height / W. Kmiecik, Z. Lisiewska, P. Gebczynski // *Acta Scientiarum Potonorum*. – Agricultural University of Poznan: Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu. – 2005. – № 1. – P. 93–102.

103. Jaworska G. Nitrates, nitrites, and oxalates in products of spinach and New Zealand spinach: Effect of technological measures and storage time on the level of nitrates, nitrites, and oxalates in frozen and canned products of spinach and New Zealand spinach / G. Jaworska // *Food Chem*. – 2005. – Vol. 93, Iss. 3. – P. 395–401.

104. Ленерт С. О. Формування якості овочево-сиркових паст підвищеної біологічної цінності : автореф. дис. ... канд. техн. наук / С. О. Ленерт. – К., 2011. – 20 с.

105. Дослідження вмісту оксалатів у ботанічних сортах томатів, районованих у Східній Україні / А. А. Дубініна, В. В. Колесник, О. С. Круглова, В. С. Ольховська // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2008. – Вип. 2(8). – С. 334–338.

106. Pele M. Peanut allergens: review / M. Pele // Romanian Biotechnological Letters. – 2010. – Vol. 15, № 2. – P. 5204–5212.

107. Hefle S. L. Allergenic foods / S. L. Hefle, J. A. Nordlee, S. L. Taylor // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 1996. – Vol. 36, Sup. 1. – P. 69–89.

108. US prevalence of self-reported peanut, tree nut, and sesame allergy: 11-year follow-up / S. H. Sicherer, A. Muñoz-Furlong, J. H. Godbold, H. A. Sampson // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2010. – Vol. 125, № 6. – P. 1322–1326.

109. Peanut Allergens: An Overview / J. Sáiza, C. Montealegre, M. L. Marinaa, C. García-Ruiz // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2013. – Vol. 53, Iss. 7. – P. 722–737.

110. Identification and partial characterization of multiple major allergens in peanut proteins / E. C. de Jong, M. Van Zijverden, S. Spanhaak [et al.] // Clin Exp Allergy. – 1998. – Vol. 28(6). – P. 743–751.

111. Allergen Nomenclature (UIS Allergen Nomenclature Sub-Committee) [Electronic resource], available at : <http://www.allergen.org/search.php?AllergenSource=Arachis+hypogaea>.

112. Mapping and mutational analysis of the IgE-binding epitopes on Ara h 1, a legume vicilin protein and a major allergen in peanut hypersensitivity / A. W. Burks, D. Shin, G. Cockrell [et al.] // European Journal of Biochemistry. – 1997. – Vol. 245, № 2. – P. 334–339.

113. Microarray immunoassay: association of clinical history, in vitro IgE function, and heterogeneity of allergenic peanut epitopes / W. G. Shreffler, K. Beyer, T. T. Chu [et al.] // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2004. – Vol. 113, № 4. – P. 776–782.

114. Homology modelling of the major peanut allergen Ara h 2 and surface mapping of IgE-binding epitopes / A. Barre, J. Borges, R. Culerrier, P. Rougé // Immunology Letters. – 2005. – Vol. 100, № 2. – P. 153–158.

115. Bioinformatics applied to allergy: allergen databases, from collecting sequence information to data integration. The Allergome platform as a model /

A. Mari, E. Scala, P. Palazzo [et al.] // *Cellular Immunology*. – 2006. – Vol. 244, № 2. – P. 97–100.

116. Crystal structure of the major peanut allergen Ara h 1 / C. Cabanos, H. Urabe, M. R. Tandang-Silvas [et al.] // *Molecular Immunology*. – 2011. – Vol. 49, № 1–2. – P. 115–123.

117. Quantification of major peanut allergens Ara h 1 and Ara h 2 in the peanut varieties Runner, Spanish, Virginia, and Valencia, bred in different parts of the world / S. J. Koppelman, R. A. A. Vlooswijk, L. M. J. Knippels [et al.] // *Allergy*. – 2001. – Vol. 56, № 2. – P. 132–137.

118. The major peanut allergen, Ara h 2, functions as a trypsin inhibitor, and roasting enhances this function / S. J. Maleki, O. Viquez, T. Jacks [et al.] // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. – 2003. – Vol. 112, № 1. – P. 190–195.

119. Comparative potency of Ara h 1 and Ara h 2 in immunochemical and functional assays of allergenicity / G. W. Palmer, D. A. Dibbern Jr., A. W. Burks [et al.] // *Clinical Immunology*. – 2005. – Vol. 115, № 3. – P. 302–312.

120. Scurlock A. M. Peanut allergenicity / A. M. Scurlock, A. W. Burks // *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*. – 2004. – Vol. 93, Sup. 5. – P. 12–18.

121. Relevance of Ara h1, Ara h2 and Ara h3 in peanut-allergic patients, as determined by immunoglobulin E Western blotting, basophil-histamine release and intracutaneous testing: Ara h2 is the most important peanut allergen / S. J. Koppelman, M. Wensing, M. Ertmann [et al.] // *Clinical and Experimental Allergy*. – 2004. – Vol. 34, № 4. – P. 583–590.

122. Peanut allergen Ara h 3: isolation from peanuts and biochemical characterization / S. J. Koppelman, E. F. Knol, R. A. A. Vlooswijk [et al.] // *Allergy*. – 2003. – Vol. 58, № 11. – P. 1144–1151.

123. Peanut allergy, peanut allergens, and methods for the detection of peanut contamination in food products / H. W. Wen, W. Borejsza-Wysocki, T. R. DeCory, R. A. Durst // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2007. – Vol. 6, № 2. – P. 47–58.

124. cDNA clone of a putative peanut (*Arachis hypogaea* L.) trypsin inhibitor has homology with peanut allergens Ara h 3 and Ara h 4 / H. W. Dodo, O. M. Viquez, S. J. Maleki, K. N. Konan // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2004. – Vol. 52, № 5. – P. 1404–1409.

125. Crystal structure of Ara h 3, a major allergen in peanut / T. C. Jin, A. F. Guo, Y. W. Chen [et al.] // *Molecular Immunology*. – 2009. – Vol. 46, № 8–9. – P. 1796–1804.

126. Breiteneder H. A classification of plant food allergens / H. Breiteneder, C. Radauer // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. – 2004. – Vol. 113, № 5. – P. 821–830.

127. Selective cloning of peanut allergens, including profilin and 2S albumins, by phage display technology / T. Kleber-Janke, R. Cramer, U. Appenzeller [et al.] // *International Archives of Allergy and Immunology*. – 1999. – Vol. 119, № 4. – P. 265–274.

128. Peanut protein allergens: the effect of roasting on solubility and allergenicity / R. A. Kopper, N. J. Odum, M. Sen [et al.] // *International Archives of Allergy and Immunology*. – 2005. – Vol. 136, № 1. – P. 16–22.

129. Purification and immunoglobulin E-binding properties of peanut allergen Ara h 6: evidence for cross-reactivity with Ara h 2 / S. J. Koppelman, G. A. H. De Jong, M. Laaper-Ertmann [et al.] // *Clinical and Experimental Allergy*. – 2005. – Vol. 35, № 4. – P. 490–497.

130. Ara h 2 and Ara h 6 have similar allergic effector activity and are substantially redundant / X. Chen, Q. Wang, R. El-Mezayen [et al.] // *International Archives of Allergy and Immunology*. – 2013. – Vol. 160, № 3. – P. 251–258.

131. Isolation and characterization of natural Ara h 6: evidence for a further peanut allergen with putative clinical relevance based on resistance to pepsin digestion and heat / M. Suhr, D. Wicklein, U. Lepp, W. Becker // *Molecular Nutrition and Food Research*. – 2004. – Vol. 48, № 5. – P. 390–399.

132. Structure and stability of 2S albumin-type peanut allergens: implications for the severity of peanut allergic reactions / K. Lehmann, K. Schweimer, G. Reese [et al.] // *Biochemical Journal*. – 2006. – Vol. 395, № 3. – P. 463–472.

133. Detection and structural characterization of natural Ara h 7, the third peanut allergen of the 2S albumin family / H. Schmidt, S. Krause, C. Gelhaus [et al.] // *J Proteome Res*. – 2010. – Vol. 9(7). – P. 3701–3709.

134. Ara h 8, a Bet v 1-homologous allergen from peanut, is a major allergen in patients with combined birch pollen and peanut allergy / D. Mittag, J. Akkerdaas, B. K. Ballmer-Weber [et al.] // *J Allergy Clin Immunol*. – 2004. – Vol. 114(6). – P. 1410–1417.

135. Purification and characterization of natural Ara h 8, the Bet v 1 homologous allergen from peanut, provides a novel isoform / S. Riecken, B. Lindner, A. Petersen [et al.] // *Biol Chem*. – 2008. – Vol. 389(4). – P. 415–423.

136. The non-specific lipid transfer protein, Ara h 9, is an important allergen in peanut / I. Lauer, N. Dueringer, S. Pokoj [et al.] // *Clin Exp Allergy*. – 2009. – Vol. 39(9). – P. 1427–1437.

137. Allergic and biophysical properties of peanut proteins before and after roasting / S. J. Maleki, S. Y. Chung, E. T. Champagne, J. P. Raufman // *Food Allergy Tolerance*. – 2001. – Vol. 2(3). – P. 211–221.

138. Dry roasting enhances peanut-induced allergic sensitization across mucosal and cutaneous routes in mice / A. E. Moghaddam, W. R. Hillson, M. Noti [et al.] // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. – 2014. – Vol. 134, Iss. 6. – P. 1453–1456.

139. Effect of roasting on the allergenicity of major peanut allergens Ara h 1 and Ara h 2/6: the necessity of degranulation assays / Y. M. Vissers, M. Iwan, K. Adel-Patient [et al.] // *Clinical and Experimental Allergy*. – 2011. – Vol. 41, № 11. – P. 1631–1642.

140. Heat and pressure treatments effects on peanut allergenicity / B. Cabanillas, S. J. Maleki, J. Rodr'iguez [et al.] // *Food Chemistry*. – 2012. – Vol. 132, № 1. – P. 360–366.

141. Mitigation of major peanut allergens by pulsed ultraviolet light / W. W. Yang, N. R. Mwakatage, R. Goodrich-Schneider [et al.] // *Food and Bioprocess Technology*. – 2012. – Vol. 5, № 7. – P. 2728–2738.

142. Reduction of IgE Immunoreactivity of Whole Peanut (*Arachis hypogaea* L.) After Pulsed Light Illumination / X. Zhao, W. Yang, S.-Y. Chung [et al.] // *Food and Bioprocess Technology*. – 2014. – Vol. 7, Iss. 9. – P. 2637–2645.

143. Chung S. Y. Using magnetic beads to reduce peanut allergens from peanut extracts / S. Y. Chung, E. Champagne // *Journal of Allergy Clinical Immunology*. – 2010. – Vol. 125, № 2, Sup. 1. – P. 223.

144. Breeding a hypoallergenic peanut / T. Perkins, D. A. Schmitt, T. G. Isleib [et al.] // *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*. – 2006. – Vol. 117, Sup. 2. – P. 328.

145. Effects of heavy-ion beams on chromosomes of common wheat, *Triticum aestivum* / S. Kikuchi, Y. Saito, H. Ryuto [et al.] // *Mutation Research*. – 2009. – Vol. 669, № 1–2. – P. 63–66.

146. Kazama Y. Aneffective method for detection and analysis of DNA damage induced by heavy-ionbeams / Y. Kazama, H. Saito, M. Fujiwaraetal // *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. – 2007. – Vol. 71, № 11. – P. 2864–2869.

147. Heavy-ion beam irradiation is an effective technique for reducing major allergens in peanut seeds / C. S. Cabanos, H. Katayama, H. Urabe [et al.] // *Molecular Breeding*. – 2011. – Vol. 30, № 2. – P. 1037–1044.

148. Reduction of IgE binding and nonpromotion of *Aspergillus flavus* fungal growth by simultaneously silencing Ara h 2 and Ara h 6 in peanut / Y. Chu, P. Faustinelli, M. L. Ramos [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2008. – Vol. 56, № 23. – P. 11225–11233.

149. Ananga A. Elimination of the three major allergens in transgenic peanut (*Arachis hypogea* L) / A. Ananga, H. Dodo, K. Konan // in *Vitro Cellular & Developmental Biology-Animal*. – 2008. – Vol. 44. – P. 36–37.

150. Chung S. Effect of enzyme treatment on the allergenic properties of peanuts / S. Chung, E. T. Champagne // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. – 2003. – Vol. 111, № 2, Sup. 1. – P. 247.

151. Influence of enzymatic hydrolysis on the allergenicity of roasted peanut protein extract / B. Cabanillas, M. M. Pedrosa, J. Rodríguez [et al.] // *International Archives of Allergy and Immunology*. – 2011. – Vol. 157, № 1. – P. 41–50.

152. Allergenicity of peanut proteins is retained following enzymatic hydrolysis / R. Guo, X. Shi, B. White [et al.] // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. – 2011. – Vol. 129, № 2. – P. 367.

153. Reduction of major peanut allergens Ara h 1 and Ara h 2, in roasted peanuts by ultrasound assisted enzymatic treatment / H. Lia, J. Yub, M. Ahmednaa, I. Goktepe // *Food Chemistry*. – 2013. – Vol. 141, Iss. 2. – P. 762–768.

154. Pat. 2010080870 US MPK A23J3/14. Process for preparing hypoallergenic and/or non-allergenic peanut butter and associated products / Ahmedna M., Yu J., Goktepe I. ; patent owner Ahmedna M., Yu J., Goktepe I. – № 20090631325 ; appl. 04.12.2009 ; publ. 01.04.2010.

155. New process removes allergy proteins from peanuts // *Magazine of the Agricultural Research Program at North Carolina Agricultural and Technical State University*. – 2005. – Vol. 2. – P. 3.

156. Immunoreactivity reduction of soybean meal by fermentation, effect on amino acid composition and antigenicity of commercial soy products / Y. S. Song, J. Frias, C. Martinez-Villaluenga [et al.] // *Food Chemistry*. – 2008. – Vol. 108, № 2. – P. 571–581.

157. Effects of fermentation by lactic acid bacteria on the antigenicity of bovine whey proteins / G. H. Bu, Y. K. Luo, Y. Zhang, F. Chen // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2010. – Vol. 90, № 12. – P. 2015–2020.

158. Allergenicity of refined vegetable oils / R. W. R. Crevel, M. A. T. Kerkhoff, M. M. G. Koning // *Food and Chemical Toxicology*. – 2000. – Vol. 38. – P. 385–393.
159. Embaby H. E. Effect of Heat Treatments on Certain Antinutrients and in vitro Protein Digestibility of Peanut and Sesame Seeds / H. E. Embaby // *Food Sci. Technol. Res.* – 2011. – Vol. 17(1). – P. 31–38.
160. El-Beltagi H. S. Characterization of isoenzymes, enzyme activities and protein profiles of roasted peanut (*Arachis hypogaea* L.) / H. S. El-Beltagi // *EJEAFChe.* – 2010. – Vol. 9(6). – P. 1099–1109.
161. Removal of heavy metals from wastewater using carbon nanotubes / N. M. Mubarak, J. N. Sahu, E. C. Abdullah, N. S. Jayakumar // *Separation and Purification Reviews.* – 2014. – Vol. 43, Iss. 4. – P. 311–313.
162. Rahbar N. Level of lead and cadmium in peanut / N. Rahbar, Z. Nazari // *KAUMSJ (FEYZ)*. – 2004. – Vol. 7(4). – P. 71–77.
163. Radjabi R. Monitoring of Cd and Pb in local and imported peanut specimens of Iran market / R. Radjabi, S. A. N. Niyaki // *Res. J. Biol. Sci.* – 2010. – Vol. 5, Iss. 8. – P. 517–520.
164. Tinggi U. Cadmium levels in peanut products / U. Tinggi // *Food Addit Contam.* – 1998. – 15(7). – P. 789–792.
165. Davis J. G. Research-based soil testing information and fertilizer recommendations for peanuts on coastal plain soils [Electronic resource] / J. G. Davis, F. M. Rhoads // *Coop. Ser. Bul.* – 1994, № 380. – Available at : <http://www.aaes.auburn.edu/comm/pubs/SCSB/380site/chapterseven.htm>.
166. Angelova V. Effect of chemical forms of lead, cadmium and zinc in polluted soils on their uptake by peanuts / V. Angelova, K. Ivanov // *Geophysical Research Abstracts.* – 2006. – Vol. 8. – P. 1509–1510.
167. Ching J. A. Phytoremediation and Biomarker Potentials of *Arachis hypogaea* L. (Peanut) to Heavy Metals in Soils / J. A. Ching. – University of Santo Tomas Manila, 2008. – 149 p.
168. Ching J. A. Uptake and distribution of some heavy metals in peanut (*Arachis hypogaea* L.) grown in artificially contaminated soils / J. A. Ching, C. A. Binag, G. J. D. Alejandro // *Philippine Agricultural Scientist.* – 2008. – Vol. 91(2). – P. 134–142.
169. Impact of agronomic practices on cadmium uptake by peanuts / M. J. Bell, G. C. Wright, M. J. McLaughlin [et al.] // *Proceedings of the 9th Australian Agronomy Conference : 20-23 July. 1998 : Conference paper.* – 1998. – P. 371–374.

170. Effect of Vegetable Freezing and Preparation of Frozen Products for Consumption on the Content of Lead and Cadmium / Z. Lisiewska, P. Gębczyński, W. Kmieciak, R. Skoczeń-Słupska // Polish J. of Environ. Stud. – 2007. – Vol. 16, № 4. – P. 579–585.

171. Contribution of water, bread, and vegetables (raw and cooked) to dietary intake of inorganic arsenic in a rural village of Northern Chile / O. P. Díaz, I. Leyton, O. Muñoz // J Agri Food Chem. – 2004. – Vol. 52. – P. 1773–1779.

172. Effects of various cooking processes on the concentrations of arsenic, cadmium, mercury, and lead in foods / G. Perello, R. Marti-Cid, J. M. Liobet, J. Domingo // J Agric Food Chem. – 2008. – Vol. 56. – P. 11262–11269.

173. Toxic Elements in Food: Occurrence, Binding, and Reduction Approaches / P. Hajeb, J. J. Sloth, Sh. Shakibazadeh [et al.] // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2014. – Vol. 13. – P. 457–472.

174. Ленерт С. А. Разработка оптимального способа обработки белых корнеплодов с целью снижения токсических веществ / С. А. Ленерт, Т. Н. Летута, О. С. Круглова // Чистый город. Чистая река. Чистая планета : материалы 3-го междунар. эколог. форума, 17–18 ноября 2011 г. – Херсон : Херсонская торгово-промышленная палата, 2011.

175. Дубініна А. А. Наукове обґрунтування формування споживних властивостей фортифікованих паст із фруктів та овочів : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.18.15 / Дубініна Антоніна Анатоліївна. – Х., 2014. – 395 с.

176. Барабаш О. Ю. Влияние факторов окружающей среды на рост и развитие растений овощных культур. Выращивание овощных культур в экстремальных условиях [Электронный ресурс] / О. Ю. Барабаш, З. Д. Сыч, Л. К. Тараненко // Биологические основы овощеводства. – Режим доступа : http://agromage.com/stat_id.php?id=728.

177. Пристер Б. С. Количественная комплексная оценка свойств почвы при прогнозировании поведения радионуклидов в системе почва-растение / Б. С. Пристер // Вісник аграрної науки. – Київ, 2002. – № 1. – С. 61–68.

178. Natural radioactivity concentration of peanuts in Osmaniye-Turkey / İ. Akkurt, K. Günoğlu, B. Mavi, A. Kara // American Institute of Physics. – 2012. – Vol. 1476(1). – P. 245–248.

179. Смоляр В. И. Проблемы радиозащитного питания / В. И. Смоляр, Н. С. Салий, И. Т. Матасар // Итоги оценки медицинских последствий аварии на ЧАЭС. – К. : Здоровье, 1991. – С. 207.

180. Романів Л. В. Можливості зниження концентрації радіонуклідів у продуктах і рекомендації щодо режиму харчування людей / Л. В. Романів // Основні проблеми сучасних наук – 2010 : матеріали VI міжнар. наук-практ конф. – Софія, 2010. – Т. 20. – С. 49–51.

181. Воробйов О. О. Радіаційна обстановка, яка склалась після аварії на ЧАЕС та її вплив на людину / О. О. Воробйов // Динаміка наукових досліджень – 2006 : матеріали V міжнар. наук-практ конф. – Дніпропетровськ, 2006. – Т. 6. – С. 62–64.

182. Заєць В. А. Можливості зниження концентрації радіонуклідів у продуктах і рекомендації щодо режиму харчування людей / В. А. Заєць, О. І. Мохнач // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 79-ї міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів. – К. : НУХТ, 2013. – Ч. II. – С. 746–748.

183. Wild C. P. Mycotoxins and human disease: a largely ignored global health issue / C. P. Wild, Y. Y. Gong // Carcinogenesis. – 2010. – Vol. 31, № 1. – P. 71–82.

184. Frisvald J. C. Taxonomic comparison of three different groups of aflatoxin producers and a new efficient producer of aflatoxin B₁, sterigmatocystin and 3-O-methylsterigmatocystin, *Aspergillus rambellii* sp. nov. / J. C. Frisvald, P. Skoube, R. A. Samson // Systematic and Applied Microbiology. – 2005. – Vol. 28. – P. 442–453.

185. Райс Р. Х. Ароматические амины [Электронный ресурс] / Р. Х. Райс, Л. Ф. Гуляева // Биологические эффекты токсических соединений. – 2003. – Режим доступа : <http://toxicology.narod.ru/book18.html>.

186. Коростелева Л. А. Экология микроорганизмов с основами биотехнологии / Л. А. Коростелева, А. Г. Кощаев. – Краснодар : ФГОУ ВПО «Кубанский ГАУ», 2010. – 274 с.

187. Survey of aflatoxins in California tree nuts / G. Fuller, W. W. Spooncer, A. D. King, J. Shade, B. Mackey // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 1977. – Vol. 54, № 3. – P. 231–234.

188. Ayres J. L. Aflatoxins in Pecans: Problems and Solutions / J. L. Ayres // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 1977. – Vol. 54, № 3. – P. 229–230.

189. Moss M. Risk assessment for aflatoxins in foodstuffs / M. Moss // International Biodeterioration & Biodegradation. – 2002. – Vol. 50, № 3–4. – P. 137–142.

190. Gürses M. Mycoflora and Aflatoxin Content of Hazelnuts, Walnuts, Peanuts, Almonds and Roasted Chickpeas (LEBLEBI) Sold in Turkey / M. Gürses // *International Journal of Food Properties*. – 2006. – Vol. 9, № 3. – P. 395–399.

191. Soleimany F. Determination of mycotoxins in cereals by liquid chromatography tandem mass spectrometry / F. Soleimany, S. Jinap, F. Abas // *Food Chemistry*. – 2012. – Vol. 130. – P. 1055–1060.

192. Bakhiet S. E. A. Survey and determination of aflatoxin levels in stored peanut in Sudan / S. E. A. Bakhiet, A. A. A. Musa // *Jordan Journal of Biological Sciences*. – 2010. – Vol. 4, № 1. – P. 13–20.

193. Determination of aflatoxins in peanut products in the northeast region of São Paulo, Brazil / C. A. F. Oliveira, N. B. Gonçalves, R. E. Rosim, A. M. Fernandes // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2009. – Vol. 10(1). – P. 174–183.

194. Codex Alimentarius Commission (CAC) Joint FAO/WHO food standards programme, codex committee on food additives and contaminants. Thirty third session of CODEX; Hague, Netherland. 2001.

195. Yentür G. Er. B. Determination of aflatoxins in peanut butter and sesame samples using high-performance liquid chromatography method / G. Er. B. Yentür, M. G. Özkan, A. B. Öktem // *Eur. Food Res. Technol.* – 2006. – Vol. 224. – P. 167–170.

196. Park J. W. Analysis of peanut and peanut butter retailed in Korea for aflatoxin B₁ / J.W. Park // *Korean J. Food Csi. Technol.* – 2006. – Vol. 38, № 2. – P. 309–312.

197. Prevalence and factors associated with aflatoxin contamination of peanuts from western Kenya / C. K. Mutegi, H. K. Ngugi, S. L. Hendriks, R. B. Jones // *Int. J. of Microbiology*. – 2009. – Vol. 130. – P. 27–34.

198. Occurrence of aflatoxins in peanuts and peanut products determined by liquid chromatography with fluorescence detection / B. Stojanovska-Dimzoska, Z. Hajrulai-Musliu, E. Dimitrieska-Stojković [et al.] // *Food Institute, Faculty of Veterinary Medicine*. – 2013. – Vol. 124. – P. 27–35.

199. Pervasiveness of Aflatoxin in Peanuts Growing in the Area of Pothohar, Pakistan / M. Abbas, A. M. Khan, M. R. Asi, J. Akhtar // *World Academy of Science, Engineering and Technology*. – 2012. – Vol. 69. – P. 624–627.

200. Kamika I. Natural occurrence of Aflatoxin B₁ in peanut collected from Kinshasa, Democratic Republic of Congo / I. Kamika, L. L. Takoy // *Food Control*. – 2011. – Vol. 22, Iss. 11. – P. 1760–1764.

201. Розалёнок Т. А. Исследование и разработка антимикробной композиции для пищевых упаковок / Т. А. Розалёнок, Ю. Ю. Сидорин // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 2. – С. 130–134.
202. Грішина І. О. Визначення вмісту нітратів в овочах / І. О. Грішина, Т. В. Панасенко // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя : ЗНУ, 2009. – Вип. 14. – № 2. – С. 236–241.
203. Дубініна А. А. Дослідження токсичних речовин та локалізація їх у столовому буряку / А. А. Дубініна, Н. М. Пенкіна, Л. М. Беляєва // Товари і ринки. – 2007. – № 1. – С. 146–152.
204. Дубініна А. А. Дослідження здатності капустяних овочів до накопичення нітратів залежно від сортової специфіки та їх локалізації / А. А. Дубініна, В. Ю. Прокудіна, Т. М. Летута // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць. – Х. : ХДУХТ, 2007. – Вип. 2(6). – С. 228–232.
205. Дубініна А. А. Особливості накопичення контамінантів овочевими культурами / А. А. Дубініна // Товари і ринки – К. : 2012. – № 2. – С. 130–139.
206. Umah J. A. Nitrate, Nitrite and Ascorbic Acid Content of Commercial and Home-Prepared Complementary, Infant Foods / J. A. Umah, A. Ketiku, M. Sridhar // African Journal of Biomedical Research. – 2003. – Vol. 6(1). – P. 15-20.
207. Моніторинг нітратів та заходи щодо їх зменшення у рослинній продукції / В. Д. Ганчук, М. Г. Христіансен, О. М. Бутенко [та ін.] // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 6(60). – С. 47–49.
208. Нутриціологія : навч. посібник / Н. В. Дуденко [та ін.] ; під заг. ред. Н. В. Дуденко. – Х. : Світ Книг, 2013. – 560 с.
209. Про схвалення проекту Концепції Державної науково-технічної програми «Біофортифікація та функціональні продукти на основі рослинної сировини на 2012–2016 роки» [Електронний ресурс] : Постанова НАН України від 08.06.2011 № 189. – Режим доступу : <http://search.ligazakon.ua/doc.nsf/link1/MUS17448.html>.
210. Черников М. П. О химических методах определения качества пищевых белков / М. П. Черников // Вопросы питания. – 1986. – № 1. – С. 42–44.
211. Субботина М. А. Факторы, определяющие биологическую ценность растительных масел и жиров / М. А. Субботина // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2009. – № 2. – С. 86–90.

212. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді : Державні гігієнічні нормативи : ГН 6.6.1.1-130-2006. – Київ, 2006.

213. Кодекс Алиментариус. Переработанные фрукты и овощи. Нормы и правила по предотвращению и снижению контаминации арахиса афлатоксинами (CAC/RCP 55-2004) : [пер. с англ.] – М. : Весь Мир, 2007. – С. 1–8.

214. Ядра бобів арахісу. Загальні технічні умови : ДСТУ 4504:2005. – [Чинний від 2006-10-01]. – К. : Держспоживстандарт, 2006. – 16 с.

215. Ritter M. Soluble and insoluble oxalate content of nuts / M. Ritter, G. Savage // Journal of Food Composition and Analysis. – 2007. – Vol. 20. – P. 169–174.

216. Евтюгин Г. А. Проблемы безопасности среды обитания человека. Безопасность продуктов питания / Г. А. Евтюгин, Г. К. Будников, Е. Е. Стойкова. – Казань : Казанский государственный университет им. В. И. Ульянова-Ленина, 2007. – Ч. 2. – 62 с.

217. Черненко Л. И. Содержание тяжелых металлов в овощах и пути его снижения : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Черненко Лариса Ивановна. – Москва, 1993. – 128 с.

218. Фролова Н. В. Экологическая оценка содержания нитратов и нитритов в пищевых продуктах растительного и животного происхождения и методы их снижения : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / Фролова Надежда Владимировна. – Брянск, 2007. – 151 с.

219. Шапорова Т. М. Формування споживних властивостей паст з гарбуза та моркви : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Шапорова Тетяна Миколаївна. – Х., 2002. – 154 с.

220. Селютіна Г. А. Товарознавча оцінка ревеню та агрусу і паст на їх основі : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Селютіна Галина Анатолівна. – Х., 2001. – 142 с.

221. Пенкіна Н. М. Формування якості пасти зі столового буряку в процесі її виробництва та зберігання : дис. канд. техн. наук : 05.18.15 / Пенкіна Наталія Михайлівна. – Х., 2009. – 170 с.

222. Ольховська В. С. Вдосконалення якості концентрованих томатопродуктів в процесі їх виробництва : дис. канд. техн. наук : 05.18.15 / Ольховська Вікторія Сергіївна. – Х., 2009. – 170 с.

223. Effects of cooking methods on peanut allergenicity / K. Beyer, E. Morrow, X.-M. Li, L. Bardina // *J Allergy Clin. Immunol.* – 2001, № 6. – P. 1077–1081.

224. The effect of thermal processing on the allergenic activity of peanuts / R. Sayers, J. Marsh, A. Semic-Jusufagic [et al.] // *Food Allergy and Anaphylaxis Meeting (FAAM).* – 2014, № 9–11. – P. 59–61.

225. Loss of allergenic proteins during boiling explains tolerance to boiled peanut in peanut allergy / P. J. Turner, R. Sayers, M. Wong [et al.] // *Journal of Allergy and Clinical Immunology.* – 2014. – Vol. 134, Iss. 3. – P. 751–753.

226. Effect of heating and glycation on the allergenicity of 2S albumins (Ara h 2/6) from peanut / Y. M. Vissers, F. Blanc, P. S. Skov [et al.] // *PLoS ONE.* – 2011. – Vol. 6, № 8.

227. Boiling peanut Ara h 1 results in the formation of aggregates with reduced allergenicity / F. Blanc, Y. M. Vissers, K. Adel-Patient [et al.] // *Molecular Nutrition and Food Research.* – 2011. – Vol. 55, № 12. – P. 1887–1894.

228. Кузнецов Д. Ю. Кластерный анализ и его применение / Д. Ю. Кузнецов, Т. Л. Трошина // *Ярославский педагогический вестник.* – 2006. – № 4. – С. 103–107.

229. Кирьянов Д. В. Mathcad 13 / Д. В. Кирьянов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 598 с.

230. Зберігання і переробка продукції рослинництва : навч. посібник / Г. І. Подпрятков, Л. Ф. Скалецька, А. М. Сеньков, В. С. Хилевич. – К. : Мета, 2002. – 495 с.

231. Зубченко А. В. Технология кондитерского производства / А. В. Зубченко. – Воронеж : Гос. технол. акад., 1999. – 432 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Коротка агробіологічна характеристика об'єктів досліджень

Сорт	Агробіологічна характеристика
Краснодарець 13 	<p>Країна походження – Росія. Боби валькувато-циліндричні, середнього розміру, зі слабким перехватом, двонасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста, киль сильно виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середньої міцності. Колір насінневої оболонки рожевий</p>
Краснодарець 14 	<p>Країна походження – Росія. Боби середнього розміру та великі, валькувато-циліндричні та горбато-валькуваті, зі слабким, іноді з сильним перехватом, дво- та тринасінневі. Поверхня бобів комірчаста, киль добре виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середньої міцності. Колір насінневої оболонки блідо-рожевий</p>
Краснодарський 14 	<p>Країна походження – Росія. Боби середньої величини та великі, валькувато-циліндричні, зі слабо вираженим перехватом, переважно двонасінневі, рідше зустрічаються тринасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста, киль невиражений. Розташування бобів хаотичне, прикріплення до гінофор середньої міцності. Оболонка насіння блідо-рожева</p>
Краснодарський 15 	<p>Країна походження – Росія. Боби середньої величини, валькувато-циліндричні, двонасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста зі слабким перехватом. Киль слабо виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор міцне. Насіння блідо-рожевого неоднорідного кольору</p>
AR 1 	<p>Країна походження – Україна. Боби великі і дуже великі, здуті, деякі горбато-валькуваті, з сильним перехватом, двонасінневі. Поверхня бобів комірчаста, киль слабо виражений. Розташування бобів близьке до компактного, прикріплення до гінофор середньої міцності. Насіннева оболонка блідо-рожева</p>

<p style="text-align: center;">AR 2</p> 	<p>Країна походження – Україна. Боби середньої величини та дрібні. Коконоподібні без перехвату, але зустрічаються й горбато-валькуваті з сильним перехватом, двонасінневі. Поверхня бобів майже гладка, киль слабко виражений. Розташування бобів рихле, прикріплення до гінофор середньої міцності. Оболонка насіння блідо-рожева</p>
<p style="text-align: center;">AR 3</p> 	<p>Країна походження – Україна. Боби середньої величини, циліндричні та валькувато-циліндричні, зі слабким перехватом, дво-, рідше тринасінневі. Поверхня бобів комірчаста, киль слабко виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середньої міцності. Колір насінневої оболонки рожевий</p>
<p style="text-align: center;">AR 4</p> 	<p>Країна походження – Україна. Боби циліндричні або коконоподібні зі слабким перехватом, дво-, і рідше однонасінневі. Поверхня бобів гладка, киль середньо і сильно виражений. Розташування бобів рихле, прикріплення до гінофор середнє. Насіннева оболонка блідо-рожева, майже біла</p>
<p style="text-align: center;">AR 5</p> 	<p>Країна походження – Україна. Боби циліндричної форми, великі, зі слабким перехватом, дво- та тринасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста, киль сильно виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор міцне. Оболонка насіння блідо-рожева</p>
<p style="text-align: center;">AR 6</p> 	<p>Країна походження – Україна. Боби середньої величини та великі, циліндричної (іноді коконоподібної) форми, з невираженим перехватом, дво- та тринасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста, киль слабко виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середнє. Оболонка насіння червоно-коричнева</p>
<p style="text-align: center;">ВНДІОК 14</p> 	<p>Країна походження – Росія. Боби великі, циліндричні і валькувато-циліндричні, з середнім чи слабко вираженим перехватом, дво- та тринасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста, киль сильно виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середньої міцності. Насіннева оболонка блідо-рожева</p>

<p style="text-align: center;">ВНДІОК 15</p> 	<p>Країна походження – Росія. Боби середньої величини та дрібні, коконоподібні, зі слабо вираженим перехватом, двонасінневі. Поверхня бобів комірчаста, киль слабо виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середньої міцності. Оболонка насіння світло-коричнева</p>
<p style="text-align: center;">Рожевий великий</p> 	<p>Країна походження – Україна. Боби середнього розміру, коконоподібні, з невираженим перехватом, двонасінневі. Поверхня слабокомірчаста, киль слабо виражений. Розташування бобів рихле, прикріплення до гінофор слабке. Колір насінневої оболонки рожевий</p>
<p style="text-align: center;">Блідо-рожевий 1</p> 	<p>Країна походження – Україна. Боби валькувато-циліндричні переважно середнього розміру (іноді зустрічаються великі), з середнім перехватом, двонасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста, киль слабо виражений. Розташування бобів близьке до компактного, прикріплення до гінофор сильне. Оболонка насіння блідо-рожева</p>
<p style="text-align: center;">Блідо-рожевий 2</p> 	<p>Країна походження – Україна. Боби середнього розміру та дрібні, валькувато-циліндричні та горбато-валькуваті, зі слабким перехватом (іноді зустрічаються з сильним перехватом), двонасінневі. Поверхня бобів комірчаста, киль слабо виражений. Розташування бобів близьке до компактного, прикріплення до гінофор сильне. Колір насінневої оболонки блідо-рожевий</p>
<p style="text-align: center;">Блідо-рожевий 3</p> 	<p>Країна походження – Україна. Боби середньої величини та дрібні, коконоподібні без перехвату та горбато-валькуваті з сильним перехватом, дво-, рідше трінасінневі. Поверхня бобів комірчаста, киль слабо виражений. Розташування бобів хаотичне, прикріплення до гінофор середнє. Оболонка насіння блідо-рожева</p>
<p style="text-align: center;">Темно-червоний</p> 	<p>Країна походження – Україна. Боби середнього розміру, циліндричні та валькувато-циліндричні, зі слабо вираженим перехватом, двонасінневі. Поверхня бобів гладка, киль слабо виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середньої міцності. Насіннева оболонка рожево-червона</p>

<p style="text-align: center;">Малиновий</p> 	<p>Країна походження – Індія. Боби великі за розміром, циліндричні, без перехвату, три- та чотиринасінневі. Поверхня бобів слабокомірчаста, киль не виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення до гінофор середньої міцності. Колір насінневої оболонки червоний</p>
<p style="text-align: center;">Клинський</p> 	<p>Країна походження – Україна. Боби видовжено-циліндричної форми, зустрічаються горбато-валькуваті, гладкі, великі, дво-, три- та чотиринасінневі. Киль сильно виражений. Розташування бобів компактне, прикріплення бобів міцне. Насіннева оболонка буро-червона. Сорт занесено до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні</p>

Додаток Б

Газові хроматограми визначення стероїдних сполук з ядер бобів арахісу

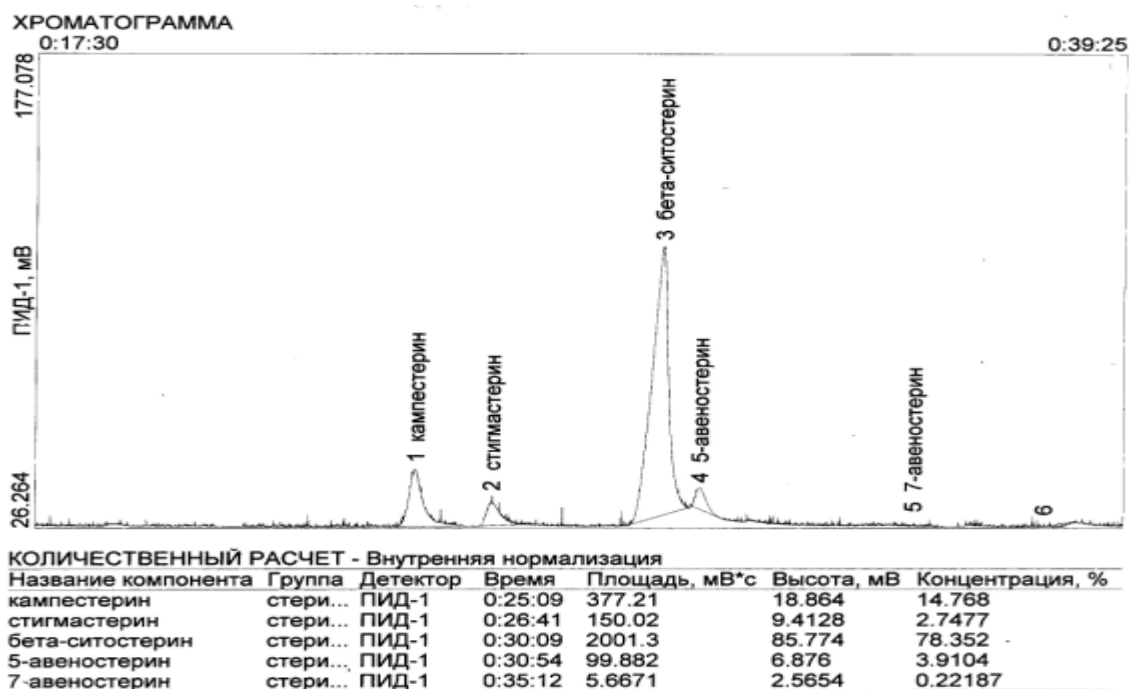


Рисунок Б.1 – Газова хроматограма визначення стероїдних сполук із ядер бобів арахісу сорту AR 6

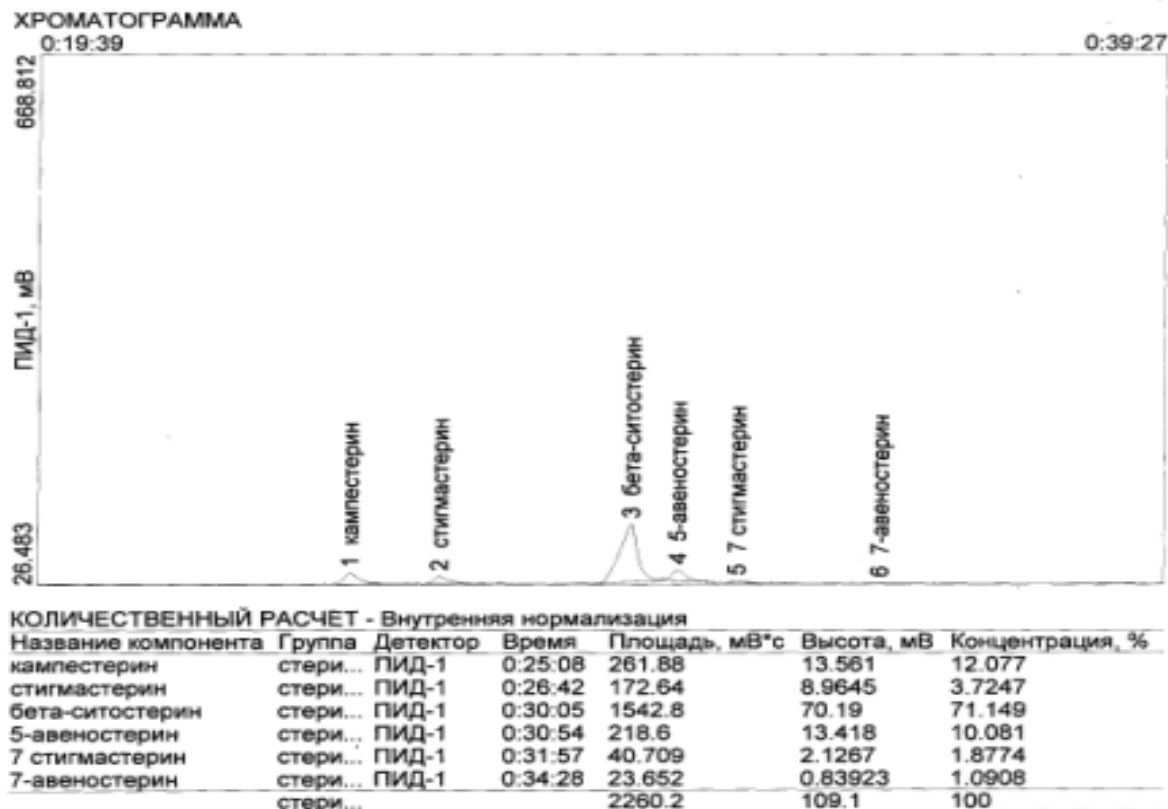


Рисунок Б.2 – Газова хроматограма визначення стероїдних сполук із ядер бобів арахісу сорту ВНДІОК 14

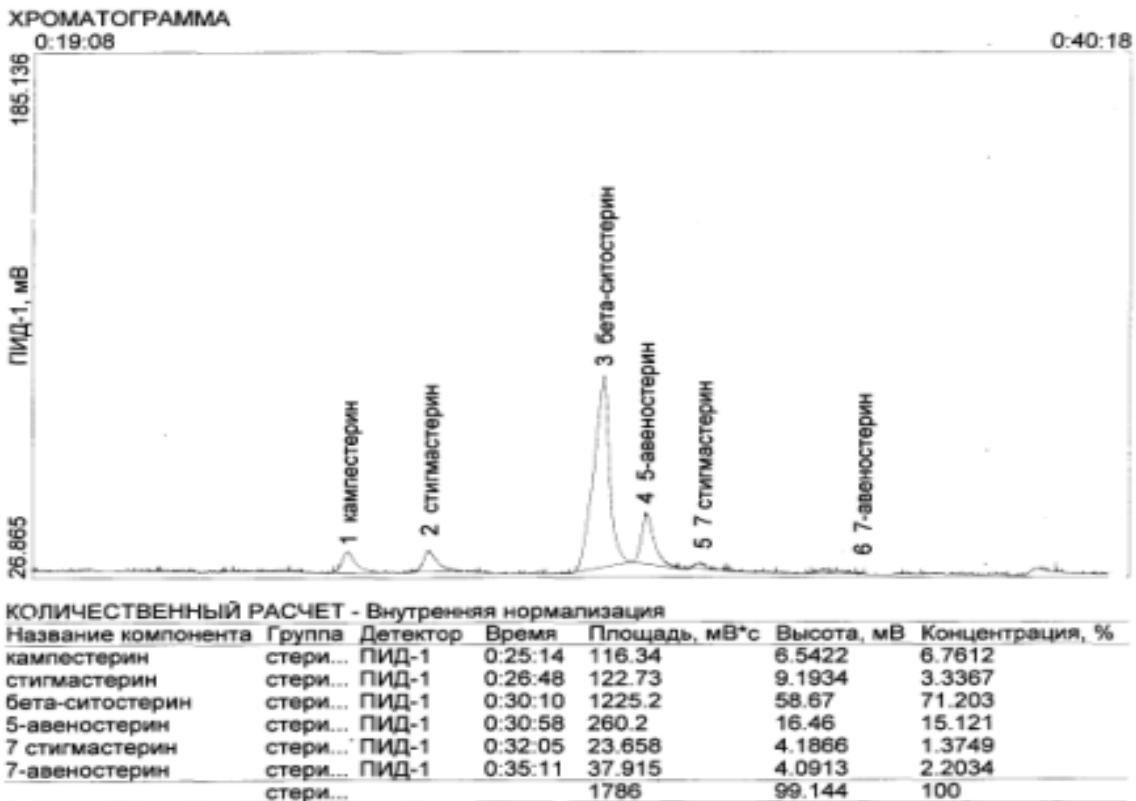


Рисунок Б.3 – Газова хроматограма визначення стероїдних сполук із ядер бобів арахісу сорту Білдо-рожевий 1

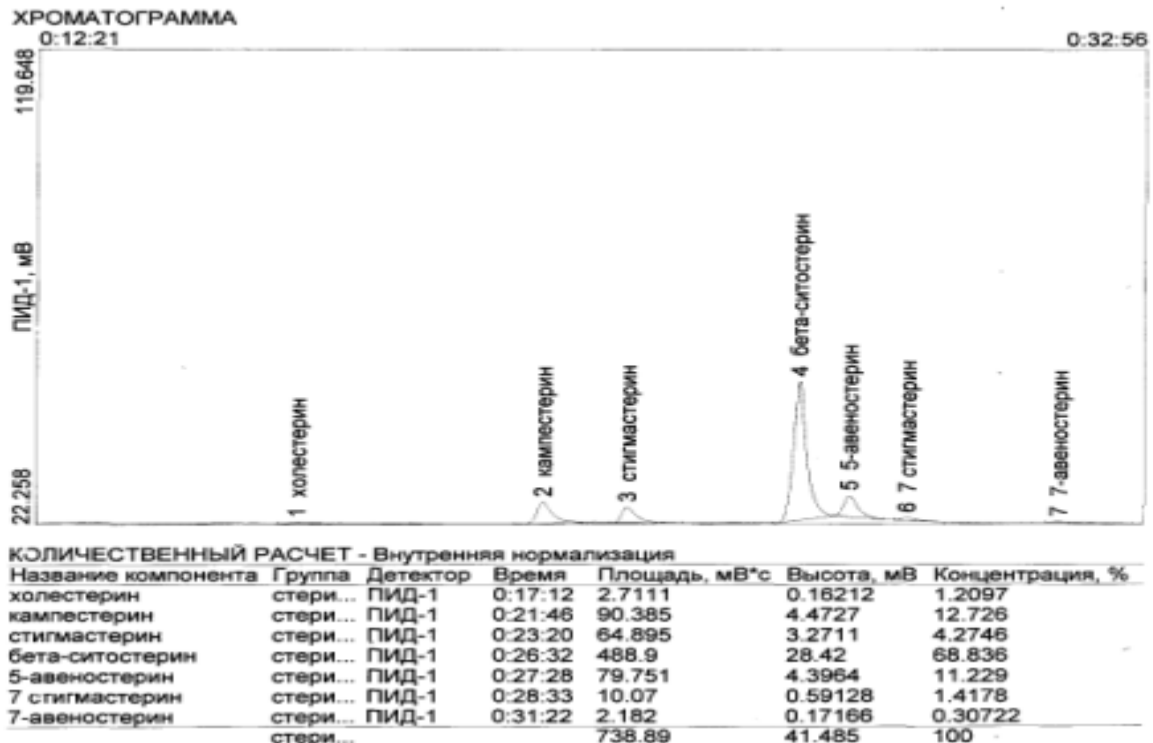


Рисунок Б.4 – Газова хроматограма визначення стероїдних сполук із ядер бобів арахісу сорту Краснодарський 14

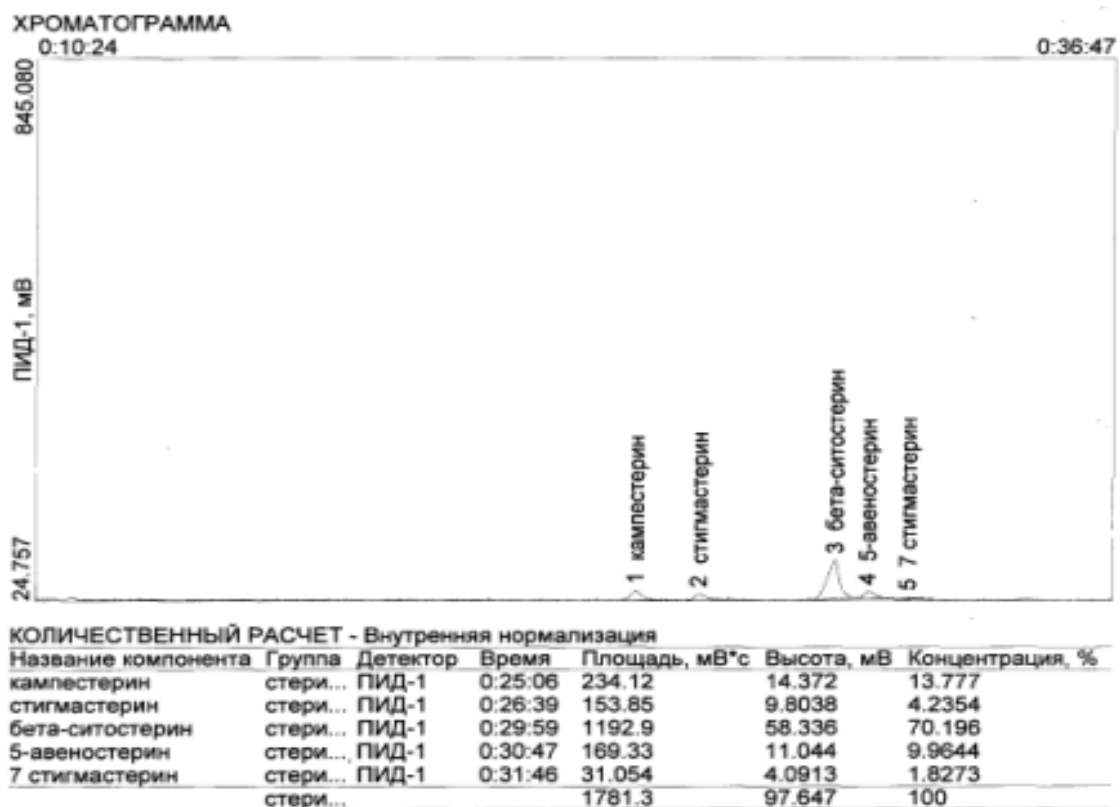
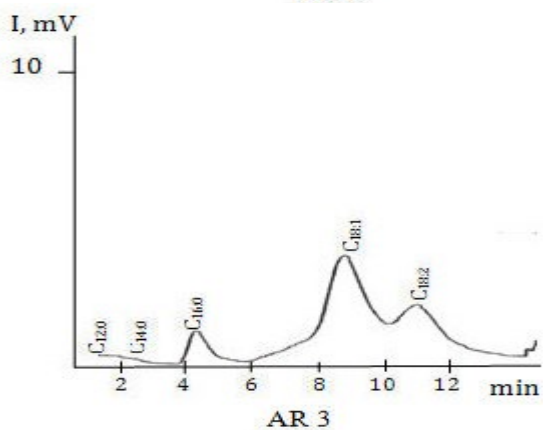
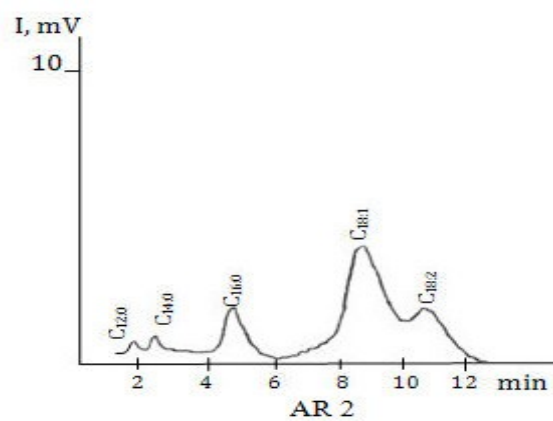
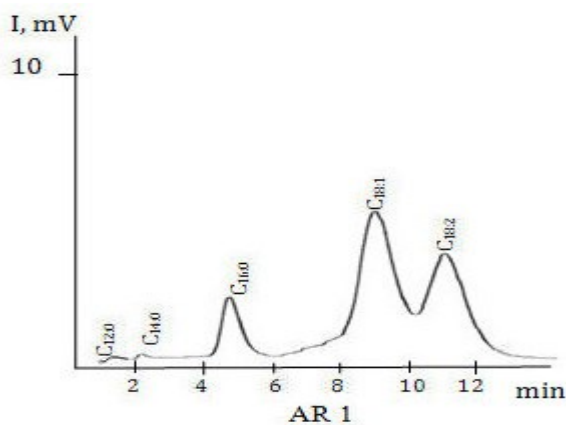
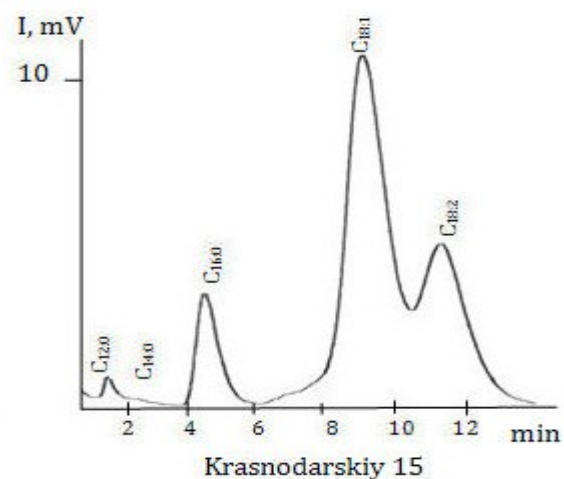
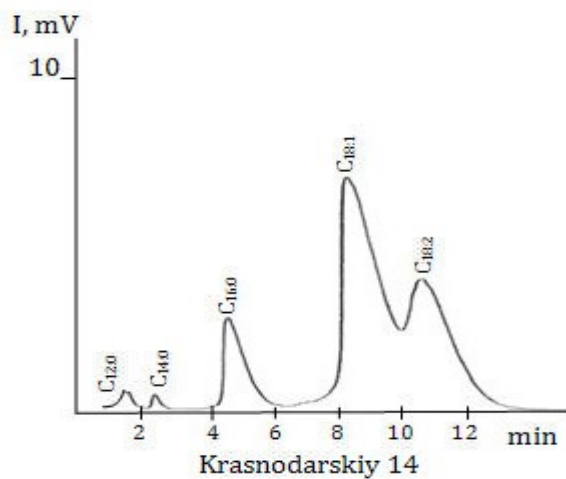
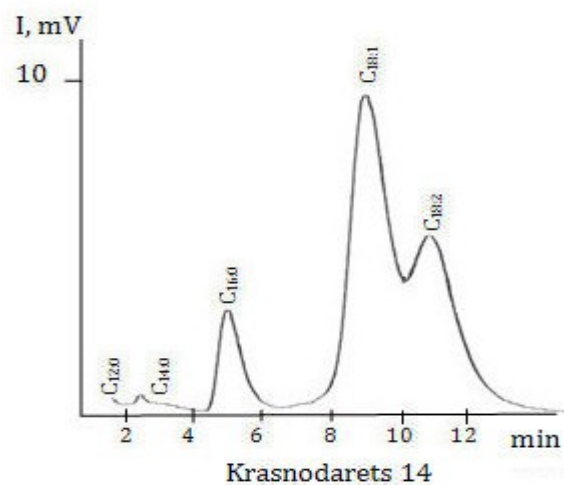
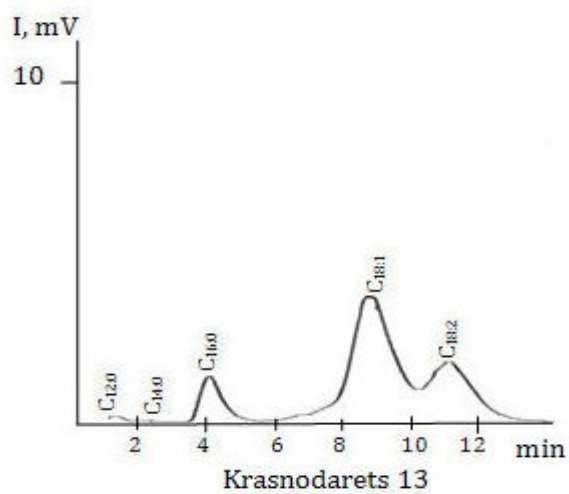


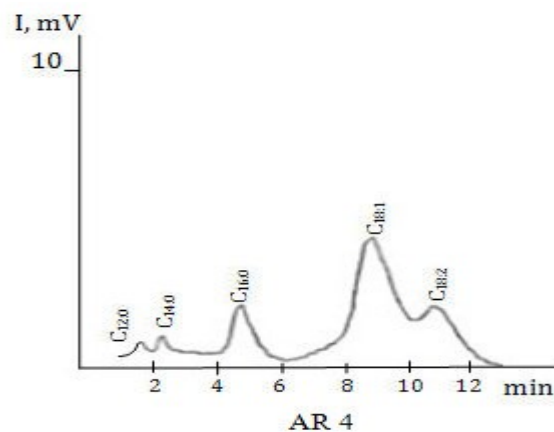
Рисунок Б.5 – Газова хроматограма визначення стероїдних сполук із ядер бобів арахісу сорту Темно-червоний

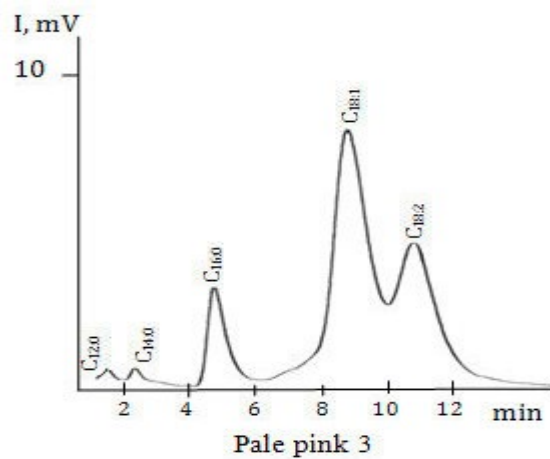
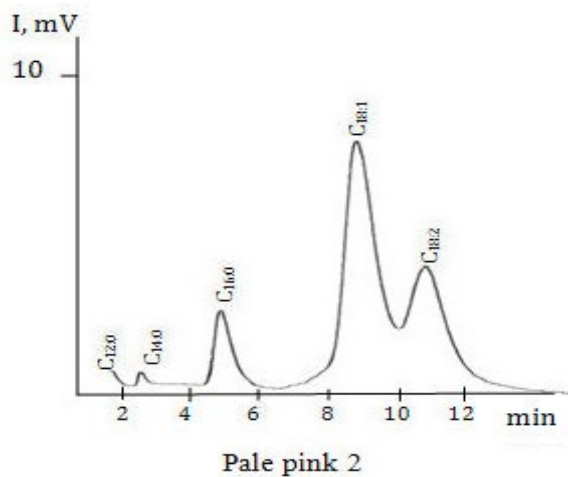
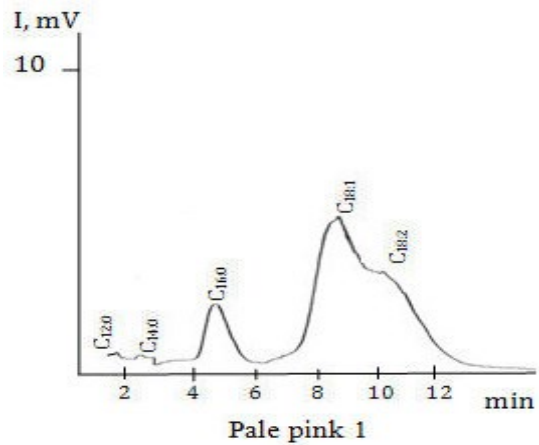
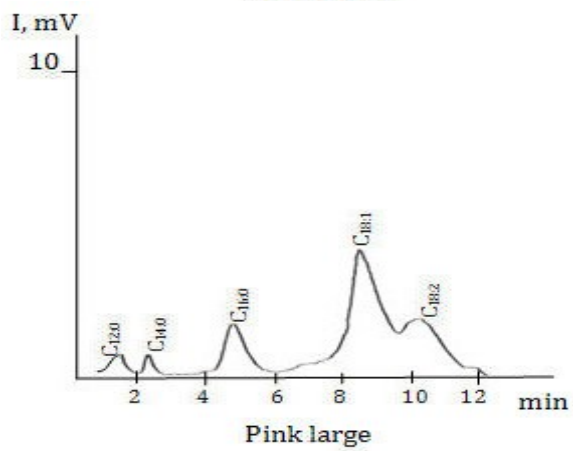
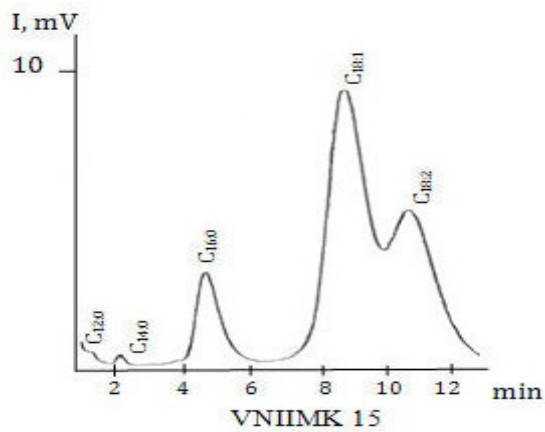
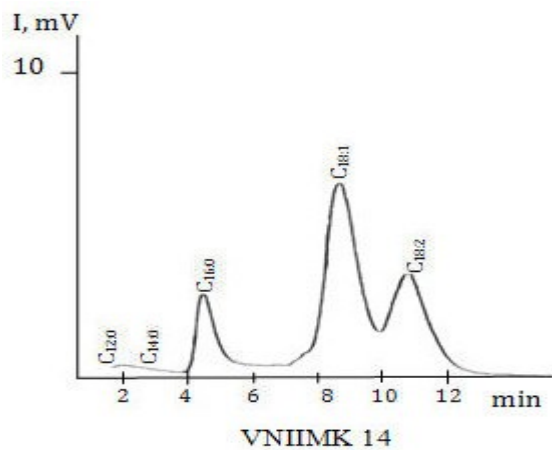
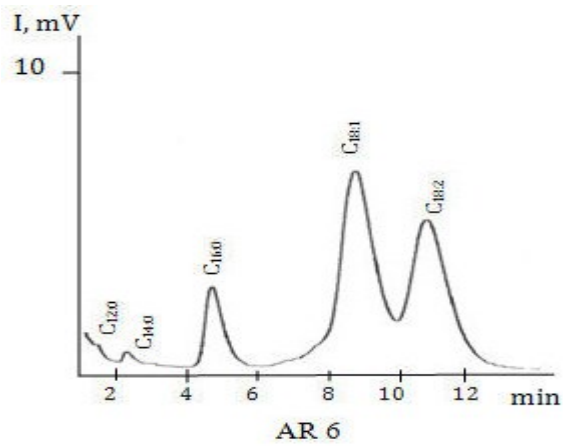
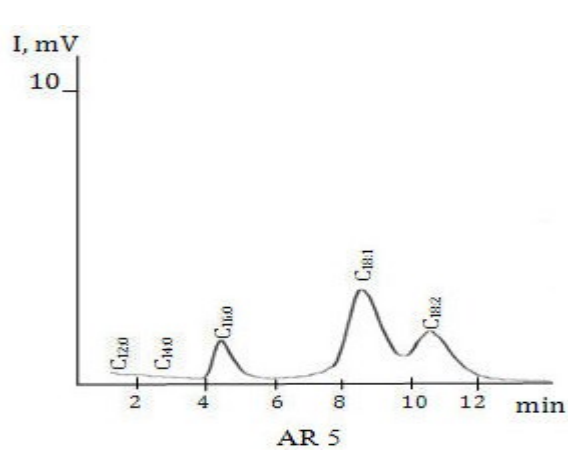
Додаток В

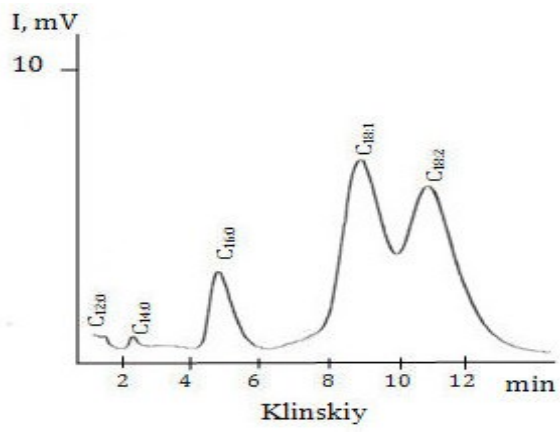
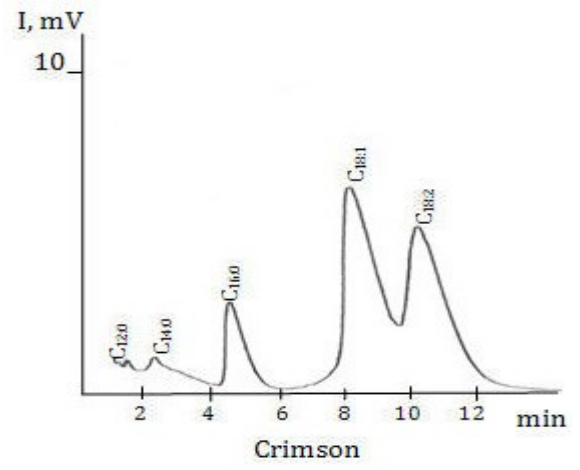
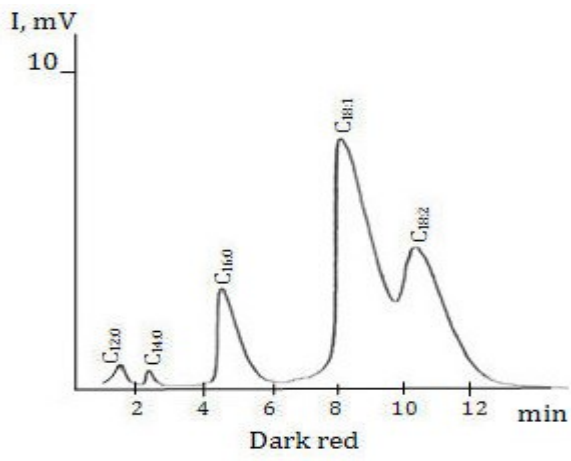
Газові хроматограми жирнокислотного складу жиру ядер бобів арахісу



9.







Наукове електронне видання
комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

ДУБІНІНА Антоніна Анатоліївна
ЛЕНЕРТ Світлана Олександрівна
ХОМЕНКО Ольга Олексіївна
ЧЕРЕВИЧНА Наталія Іванівна

**ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ
СОРТІВ АРАХІСУ, АДАПТОВАНИХ ДО ВИРОЩУВАННЯ
В УКРАЇНІ**

Монографія

Відповідальна за випуск зав. кафедри товарознавства та експертизи товарів
д-р техн. наук, проф. А.А. Дубініна

Технічний редактор Н.А. Кобилко

План 2017 р., поз. 85/

Підп. до друку 21.11.2017. Один електронний оптичний диск (CD-ROM);
супровідна документація. Об'єм даних 4,42 Мб. Тираж 100 прим.

Видавець і виготівник

Харківський державний університет харчування та торгівлі
вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4417 від 10.10.2012 р.