

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО

УДК 631.1.559:635.652

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.31.1>

БІОХІМІЧНИЙ ПРОФІЛЬ ЗЕРНА ТА ВЕГЕТАТИВНОЇ МАСИ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ

БОБРОВ В.С. – аспірант кафедри рослинництва імені О.І. Зінченка*orcid.org/0009-0006-4881-8946*

Уманський національний університет МОН України

Постановка проблеми. Однією з популярних харчових культур, яка широко споживається в Україні та багатьох країнах світу, є квасоля звичайна. Квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.) – однорічна трав'яниста рослина заввишки до 2 м родини Бобових (*Fabaceae*) (*Leguminosae*) [1, 2]. Зерно квасолі, та і вегетативна маса культури багаті на цінні біологічно активні речовини, прояв яких має різний вплив на ріст і розвиток рослин в період органогенезу. Більшість сільськогосподарських культур мають широкий спектр біохімічних характеристик, дія яких може відбуватися як в стимуляції так і в інгібуванні активності ферментів, зміни проникненості мембран та білкового й ліпідного метаболізму [3]. Вони зумовлюють гормональні зміни, які спроможні активувати або пригнітити антиоксидантні властивості клітин, що на рівні рослинного організму призводить до зміни інтенсивності дихання, величини листових продихів та інтенсивності росту культур [4, 5]. Дія цих природних та профільних фітохімічних сполук квасолі залежать від генотипу, стадії органогенезу, ґрунтово кліматичних умов вирощуванні культури. Тому важливим є дослідження біохімічної компоненти вегетативної маси рослин та зерна квасолі звичайно для подальшого використання у харчовій, медичній, косметологічній та фармацевтичній промисловостях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.) це теплолюбна рослина, що походить з Центральної та Південної Америки та Південної Азії, де її культивують вже п'ять і шість тисяч років. [1]. Існує багато сортів квасолі, які відрізняються один від одного низкою характеристик: зовнішніми ознаками, періодами цвітіння та плодоношення тощо. За типом росту – кущові (детермінантні) і кучеряві з довгими стеблами (індетермінантні). По термінах дозрівання – діляться на ранні (65–75 діб.), середні (75–90 діб.) і пізні (понад 3 міс.). Мають різне забарвлення зерен та форму бобів [5]. Квасоля – одна з найбільш різнокольорових овочевих культур яка є цінним джерелом харчового білка, необхідних вітамінів, низькокалорійних вуглеводів, клітковини та мінералів для здоров'я людини. З наукових джерел, відомо, що листя звичайної квасолі містить флавоноїди (кемпферол, глікозиди кверцетину), дубильні речовини, сапоніни, фітинову кислоту, амінокислоти, полісахариди. Ці фітохімічні речовини можуть включати механізм пригнічення виділення кисню хлоропластами, мають потужний вплив на функцію мітохондрій, зміну поглинання поживних речовин, пігментів хлорофілу [2, 6], або ефективність використання води [4, 7].

Фенольні сполуки рослин беруть участь у різних окисно-відновних процесах, нейтралізують активні радикали і виводять з організму важкі метали і радіоактивні елементи, загалом захищають рослини від дії несприятливих чинників [3, 7]. Balisteiro et al., (2013) у своїх наукових працях зазначав, що біоактивні сполуки, такі як поліфеноли в квасолі, включають флавоноїди, фенольні кислоти та проантіоксиданти, які діють як поглиначі вільних радикалів, відновники та хелатори металів, і мають гіпохолестеринемічні, антиатерогенні, антиканцерогенні та гіпоглікемічні властивості [5]. Як вітчизняні так і зарубіжні вчені Сторожик, Терещенко [3], Макаренко, Левицький [8], Nekonam et al., [9], концентрація фенольних сполук у рослині залежить від чинників довкілля і суттєво змінюється за стресових умов. За умов посухи у листках зростає кількість фенолів, компонентами яких є проантіоксиданти або конденсовані таніни, які підвищують стійкість рослин до посухи [10]. Відома і світло залежність синтезу багатьох фенольних сполук. Цим пояснюється переважно поверхнева локалізація флавоноїдів та інших фенольних сполук у різних органах рослин. Вважається, що основним місцем локалізації фенолів усередині клітини є вакуолі [11].

У світі існує велика кількість різновидів квасолі. Багато з них дуже схожі, а інші мають унікальні тексти, кольори та смаки. Квасолі можна поділити на дві основні категорії кущові та виткі. Кущові сорти мають прямостояче низкоросле не витке стебло, а високо виткі – високі форми, мають вилягаєче стебло і потребують опори для росту. Квасолі вирощують та використовують у різних регіонах світу, і вона є основним джерелом білка в раціоні людини (20–25%). Це популярна культура, як вказують Aslani and Souri, (2018), завдяки своїм різноманітним перевагам, зокрема багатству білків, вуглеводів, мінералів, антиоксидантів та клітковини [12]. Квасоля є значним джерелом β-каротину (провітаміну А), тіаміну (В1), рибофлавіну (В2), ніацину, піридоксину (В6), пантотенової кислоти, фолієвої кислоти, аскорбінової кислоти, а також вітамінів Е і К [13]. Смак та поживна цінність квасолі пов'язані з їх хімічним складом [14]. Сприйняття смаку квасолі значно пов'язане за містом цукру та органічних кислот [15]. Фолат квасолі бере участь у біосинтезі різних важливих метаболітів, включаючи дезоксирибонуклеїнову кислоту (ДНК), рибонуклеїнову кислоту (РНК) та деякі амінокислоти, зокрема, системи біосинтезу метіоніну. Бобові містять велику кількість природного фолату, який відіграє важливу роль в вуглецевому у метаболізмі як кофермент

у людини [16]. Також у ній містяться різні кислоти, вітаміни РР, В₁, В₂, В₆, С, каротин, велика кількість мікроелементів і макроелементів (особливо калій, цинк і мідь, сірка). Квасоля у своєму складі містить багато заліза, а воно сприяє притоку до клітин кисню, утворенню еритроцитів, а також допомагає організму боротися з інфекціями. На сьогодні важливо ретельно оцінити поживні, хімічні та біологічно активні компоненти квасолі звичайної сортів кушкової форми.

Мета досліджень – визначити та проаналізувати біохімічні компоненти та фітохімічний складник рослин та зерна квасолі звичайної.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводились в Уманському національному університеті в польових та лабораторних умовах упродовж 2022-2025 років. Рослини та зерно квасолі звичайної отримували з сформованих агроценозів культури на полях дослідної частини установи, які розташовані в Правобережному Лісостепу України. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з умістом гумусу 3,8%, вміст азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) низький (105 мг/кг), рухомих сполук фосфору та калію (за методом Чирикова, екстракція 0,5м СН₃СООН) – відповідно підвищений (106 мг/кг) і високий (132 мг/кг), рН КСІ–5,7. Сівбу проводили у першій декаді травня, широкорядним способом з міжряддям 45 см. Загальна площа ділянки становила – 45,0 м², облікова – 25,2 м². Розміщення ділянок – систематичне, повторність – чотириразова. Квасолю вирощували за загальноприйнятою методикою дослідної справи в овочівництві і баштанництві [17]. В лабораторних умовах встановлювали біохімічну складову зерна та вегетативної маси рослин квасолі звичайної сортів кушкової форми, які внесені до реєстру сортів дозволених для використання на території України [18]. Задля кількісного визначення вмісту водорозчинного комплексу полісахаридів у бобах квасолі використовували екстракційний метод [18, 19]. Виділення та ідентифікацію біохімічних сполук з вегетативної маси рослин та зерна квасолі здійснювали шляхом трикратного екстрагування рослинної сировини 80% етанолом

з наступним випаровуванням, очисткою від пігментів, смол і ліпідів. Для якісного аналізу загальних фенолів, флаваноїдів, танінів та фітохімічних сполук використовували тонкошарову (ТШХ) та паперову хроматографію (ПХ). ТШХ використовували для якісного аналізу фенольних композицій, з можливістю ідентифікації речовин після обробки загальними реактивами (парами амоніаку, феруму хлориду, ваніліну та кислоти хлоридної в лужному середовищі). Кількісне визначення суми фенольних сполук проводили методом високоефективної рідинної хроматографії. Для кількісного визначення кумаринів використовували ВЕРХ (високоефективну рідинну хроматографію) [19]. Математичну та статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерних програм «Microsoft Excel 2010» та «Agrostat»

Результати досліджень. Аналіз результатів досліджень свідчить, що у вегетативній масі квасолі загальний уміст білку близько 10%, безпосередньо в листках – до 20%, що робить культуру цінним кормом і джерелом азоту (Рис. 1). Середній показник для вегетативної маси (змішане листя та стебла) становить 5–11% у цілому. Крім того, всі рослинні і більшість тваринних білків мають у своєму складі сірку (0,3–2,5%). Деякі фізіологічно важливі білки містять фосфор (0,5–0,6%). Завдячуючи здатності фіксувати атмосферний азот (симбіоз із бульбочковими бактеріями) вегетативна маса квасолі, яка активно розкладається, має відносно високий вміст білка і придатна для сидерації (зеленого добрива). Водночас має оптимальне співвідношення вуглецю до азоту (С:N ≈ 15–25), що забезпечує інтенсивне мінералізування у ґрунті. Розчинні цукри (сахароза, глюкоза, фруктоза) сумарно мають уміст приблизно 5–15%, з урахуванням сезонних та генетипових розбіжностей.

Вуглеводи це сполуки вуглецю, водню і кисню. Утворюються вуглеводи в зелених частинах рослин з участю хлорофілу з вуглекислоти повітря (СО₂) і води ґрунту (Н₂О) під дією сонячної енергії. Крохмаль, що накопичується у листках, як тимчасовий резерв становить додаткові 5–20%, всього ж вуглеводи можуть досягати 10–30%. Ці показники можуть змінюватися в залежності

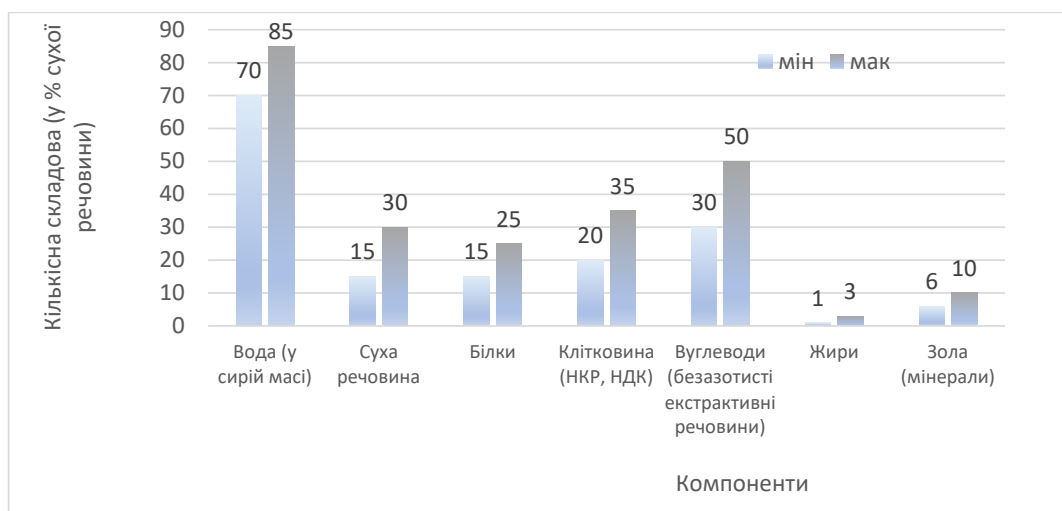


Рис. 1. Хімічний складник вегетативної маси квасолі (% на суху речовину)

Таблиця 1

Біохімічний профіль вегетативної маси (листки, пагони, мг/г) та сухого зерна (мг/г сухої речовини) квасолі звичайної кущових форм

Компоненти	Біомаса, мг/г		Зерно, мг/г сух.реч.	
	листя	пагони	мін	мак
Хлорофіли (a + b)	300	800	0	0
Каратиноїди	20	200	0	0
Загальні фенольні сполуки	50	200	140	145
Фітинова кислота	0,2	0,3	4,09	9,96
Сапоніни	0,1	0,2	0,5	0,6
Таніни	0,01	0,1	0,77	0,97
Оксалат	0,01	0,01	0,4	0,5
Флавоноїди:	30	150	10	50
– кахетін	0	0	7	10
– антоціани/темне забарвлення зерна	0,01/3	0,03/5	3/3	4/5
– геністин	0	0	0,01	0,13

від генотипу, стадії органогенезу культури, рівня фосфору у ґрунті, довжини світлового дня, тощо. Як енергетичний та структурний матеріал жири у вегетативній масі квасолі мають самі найнижчі показники і становлять в загальному 1–3% на суху речовину. Зола (мінерали) у вегетативній масі присутня у кількості 6–10%. Калій, фосфор та кальцій, магній провідні макро елементи квасолі звичайної, уміст яких встановлено відповідно 20–35%, 0,2–6, 10–20% (Рис. 1). Основні мікроелементи, такі як бор, марганець, молібден, залізо, цинк, кобальт і мідь мають важливе значення для росту і розвитку рослин та формуванні структурних показників продуктивності квасолі. Аналіз результатів досліджень дозволяє стверджувати, що у вегетативній масі квасолі звичайної сортів кущових форм найбільше заліза – 100–300 мг/кг сухої речовини, а от марганця у 3 рази менше, цинку –20–50 мг/кг, мідь та бор мали показники 5–15 та 20–50 мг/кг відповідно. Найменше у біомасі виявлено молібдену – 0,1–1 мг/кг сухої речовини (Рис. 2).

Молібден і бор важливі для симбіотичної фіксації азоту. Молібден входить до складу ензимів, які беруть участь у засвоєнні азоту з повітря. Загалом всі мікроелементи, які є наявними у біомасі, відповідають за ключові метаболічні, фізіологічні та біохімічні процеси в рослинному організмі й суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських культур. Фітохімічні сполуки, до яких входять феноли, є основними рослинними компонентами і відіграють ключову роль в екосистемі. Їх наявність залежить не тільки від видової специфіки рослин, але й від стадій їх розвитку вегетативних та генеративних органів, а також від ґрунтово-кліматичних умов їх вирощування [1].

Вони синтезуються рослинами під час вегетації і відповідають за здатність до забарвлення, смакових якостей та аромату і поглинання ультрафіолету [3]. Половина фенольних сполук є флавоноїдами, представленими у вигляді агліконів, глікозидів і метильованих похідних. Проведені аналізи біомаси та зерна квасолі звичайної встановили основний біохімічний профіль культури (Табл. 1).

Так, у листках і пагонах культури сума хлорофілів (a + b) та каратиноїдів становила відповідно 300–800 та 20–300 мг/г сировини. У зерні виявлено тільки незначні сліди цих компонентів. Досліджувана біомаса та зерно квасолі містять достатню кількість і фенольних сполук, включаючи флавоноїди. Так листки мали найменшу кількість флавоноїдів – 30 мг/г, а загальних фенольних сполук 50 мг/г. Пагони культури мали найвищий уміст загальних фенолів – 200 та флавоноїдів – 150 мг/г, порівняно з зерном, де зазначені компоненти знаходились у кількості відповідно 140–145 та 10–50 мг/г сухої речовини. Фітинова кислота вважається антинутрієнтом, оскільки вона міцно зв'язується з білком, крохмалем та мінералами, знижуючи їхню біодоступність. В ендоспермі зерна квасолі вона присутня у фосфатній формі. Вміст фітинової кислоти в зернах коливається від 4,09 до 9,96 мг/г. Фітинова кислота може запобігати ВІЛ, діє як профілактичний засіб для розвитку каменів у нирках. Сапоніни відомі як рослинні глікозиди, можуть руйнувати еритроцити. Кількість сапонінів, у зерні квасолі

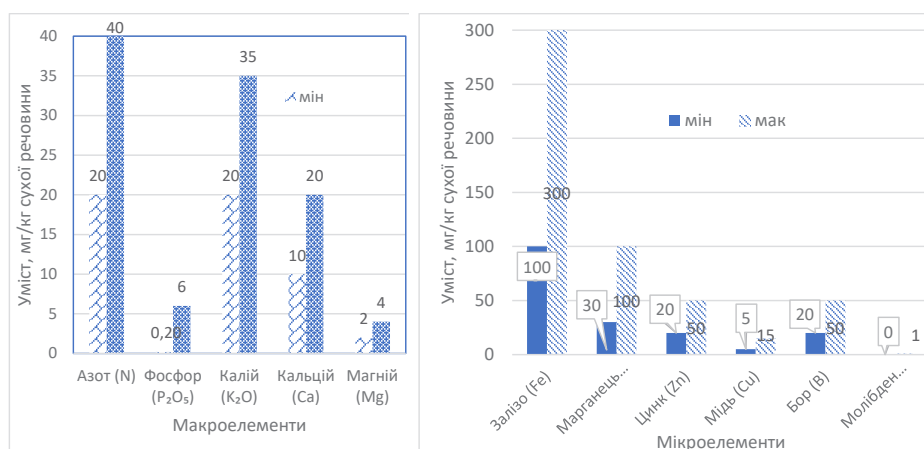


Рис. 2. Уміст мікро та макроелементів у вегетативній масі квасолі

низька, всього 0,6% мг/г. Сапоніни мають низку корисних для здоров'я ефектів, таких як протигрибкові, гіперхолестеринемічні, протизапальні, протипаразитарні, імуномодуючі, гіпоглікемічні тощо. Стосовно танінів, то активність α -амілази, трипсину, хімотрипсину та ліпази може пригнічуватися танінами. Танін також знижує біодоступність мінералів (заліза, цинку та кальцію) та вітаміну B₁₂. Уміст таніну в зерні був 0,77–0,97 мг/г. Таніни мають здатність зв'язуватися з білками та виводити токсини з кишковика. Уміст оксалату коливався від 0,4 до 0,5 мг/г. Оксалат знаходиться всередині клітини зернини квасолі, але під час обробки він зв'язується з різними мінералами (кальцій, магній, калій і натрій), що робить ці поживні речовини недоступними для організму. Флавоноїди локалізуються в основному у зовнішніх шарах зерна, і їх концентрація пов'язана з кольором навколоплідника, його товщиною. Ці фітохімічні профілі є генетичними ознаками [3]. Так, світлі генотипи квасолі мають незначний уміст фенолів і порівняно з сортами з темним забарвленням. Також у зерні темного забарвлення квасолі виявлено і антоціани у кількості 3–5 мг/г сухої речовини. Антиоксидантна активність квасолі проявлялась у стійкості переносити періоди посухи. Щодо основних макронутрієнтів зерна квасолі звичайної, то найбільший уміст мали високомолекулярні сполуки – білки (Табл. 2).

За елементарним складом білки відрізняються від жирів і вуглеводів тим, що, крім вуглецю, водню і кисню, їх молекули містять азот. Крім того, всі рослинні білки у своєму складі мають сірку (0,3–2,5%). У квасолі представлені глобулярні (кулясті) білки у загальній кількості 20–25% на 100 г сухого зерна. Білки беруть участь у транспорті кисню, в обміні вітамінів, мінеральних речовин, жирів, вуглеводів, є енергетичним матеріалом (забезпечують до 15% енергоцінності добового раціону). Білки у досліджуваному зерні квасолі різнились за фракційним складом, який був представлений: Глобуліни – 43,8–44,9%, Альбуміни – 40,4–42,1%, Глютеліни 13,0–15,6%. Жири, клітковина та зола (мінерали) у зерні квасолі мали найменший уміст, який становив відповідно всього 1,3–1,9%, 4–5 та 3,3–4,6%. Клітковина (целюлоза геміцелюлози), в основному наявна у стінках клітин оболонки зерна. Найбільші показники мали такі макроелементи, як вуглеводи та

крохмаль – 54–60% та 34–45% відповідно. Крохмаль складається з великої кількості молекул моноцукру – глюкози. Таким чином, досліджений біохімічний профіль квасолі звичайної свідчать про можливість використання листя та пагонів культури в медицині, фармакології без визначення сортової приналежності.

Висновки. В результаті проведеного загального фітохімічного аналізу вегетативної маси та зерна квасолі звичайної сортів кущової форми встановлено біохімічний профіль культури. У досліджуваних зразках виявлено такі групи біологічно активних речовин: флавоноїди, фенолкарбонові кислоти, кумарини, сапоніни, полісахариди, амінокислоти. Спектрофотометричним методом було встановлено, що кількісний вміст флавоноїдів знаходиться в межах від 0,13 до 0,22%. Розчинні цукри (сахароза, глюкоза, фруктоза) сумарно мають уміст приблизно 5–15%. Крохмаль, що накопичується у листках становить додаткові 5–20%. Зола (мінерали) у вегетативній масі присутня у кількості 6–10%. Калій, фосфор та кальцій, магній мали уміст відповідно 20–35%, 0,2–6, 10–20%.

У вегетативній масі квасолі звичайної сортів кущових форм найбільше заліза, цинку, міді та бору. Пагони культур мали найбільший уміст загальних фенолів – 200 та флавоноїдів – 150 мг/г, порівняно з зерном, де зазначені компоненти знаходились у кількості відповідно 140–145 та 10–50 мг/г сухої речовини. Уміст фітінгової кислоти в зернах коливається від 4,09 до 9,96 мг/г. Кількість сапонінів у зерні квасолі всього 0,6% мг/г., таніну – 0,77–0,97 мг/г., оксалату – від 0,4 до 0,5 мг/г.

Фітохімічні екстракти квасолі можуть бути потенційними продуктами для виробництва харчових добавок або пігулок для профілактики та лікування хронічних захворювань. Визначені фітохімічні компоненти є видоспецифічними та дискримінаційними щодо свого прояву, що робить культуру цінною для споживання та джерелом азоту в агроценозах сільськогосподарських культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Ahmadi, M., Sour, M. K. Nutrient Uptake, Proline Content and Antioxidant Enzymes Activity of Pepper (*Capsicum annuum* L.) under Higher Electrical Conductivity of Nutrient Solution Created by Nitrate or Chloride Salts of Potassium and Calcium. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 2019. 18(5):113-122. <http://dx.doi.org/10.24326/asphc.2019.5.11>
- Arumugam, R., Rajasekaran, S. & Nagarajan, S. M. Response of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Rhizobium Inoculation on Growth and Chlorophyll Content of *Vigna unguiculata* (L) Walp Var. Pusa 151. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. 2010.14: 113-115. DOI:10.4314/jasem.v14i4.63282
- Сторожик Л.І., Терещенко І.С. Фенольні сполуки сорго [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] та їх алелопатична дія. *Новітні агротехнології*. 2023, Т. 11, № 2. <http://jna.bio.gov.ua/issue/view/16933>
- Aslani, M., Sour, M. K. Growth and Quality of Green Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under Foliar Application of Organic Chelate Fertilizers. *Open Agriculture*. 2018.3: 146–154. DOI:10.1515/opag-2018-0015

Таблиця 2

**Макронутрієнти зерна квасолі звичайної, %
(на 100 г сухого зерна)**

Компоненти		Показники	
		мінімальні	максимальні
Білки		20	25
Фракційний склад білків	Глобуліни	43,8	44,9
	Альбуміни	40,4	42,1
	Глютеліни	13,0	15,6
Жири		1,3	1,9
Крохмаль		34	45
Клітковина (сирець)		4	5
Загальні вуглеводи		54	60
Зола (мінеральна частина)		3,3	4,6

5. Balisteiro, D. M., Rombaldi, C. & Genovese, M. I. Protein, Isoflavones, Trypsin Inhibitory and in Vitro Antioxidant Capacities: Comparison among Conventionally and Organically Grown Soybeans. *Food Research International*. 2013. 51: 8-14. DOI:10.1016/j.foodres.
6. Hussain, M.I., Reigosa, M.J. Evaluation of herbicide potential of sesquiterpene lactone and flavonoid: Impact on germination, seedling growth indices and root length in *Arabidopsis thaliana*. *Pakistan Journal of Botany*. 2014, 46, 995–1000.
7. Hussain, M.I., Reigosa, M.J. Seedling growth, leaf water status and signature of stable carbon isotopes in C3 perennials exposed to natural phytochemicals. *Australian Journal of Botany*. 201260(8):676-684. DOI:10.1071/BT12072.
8. Макаренко О. А., Левицький А. П. Фізіологічні функції флавоноїдів в рослинах. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2013. Т. 45, № 2. С. 100–112.
9. Nekonam M. S., Razmjoo J., & Kraimmojeni H. Assessment of some medicinal plants for their allelopathic potential against redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Journal of Plant Protection Research*. 2014. Vol. 54, Iss. 1. P. 90–95. doi: 10.2478/jppr-2014-00148.
10. Shah S. H., Khan E. A., & Shah H. Allelopathic sorghumwater extract helps to improve yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pakistan Journal of Botany*. 2016. Vol. 48, Iss. 3. P. 1197–1202
11. Głab L., Sowiński J., Bough R., & Dayan F. E. Allelopathic potential of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in weed control: a comprehensive review. *Advances in Agronomy*. 2017. Vol. 145. P. 43–95. doi: 10.1016/bs.agron.2017.05.001
12. Aslani, M., Sour, M. K.. Growth and Quality of Green Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under Foliar Application of Organic Chelate Fertilizers. *Open Agriculture*. 2018. 3: 146–154. DOI:10.1515/opag-2018-0015
13. Celmeli, T., Sari, H., Canci, H., Sari, D., Adak, A., Eker, T. & Toker, C. 2018. The Nutritional Content of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces in Comparison to Modern Varieties. *Agronomy*. 2018. 8(9):166. DOI:10.3390/agronomy8090166
14. Naiji, M., Sour, M. K. Nutritional Value and Mineral Concentrations of Sweet Basil under Organic Compared to Chemical Fertilization, *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 2018. 17: 167– 175. DOI:10.24326/asphc.2018.2.14
15. Vanden Langenberg, K. M., Bethke, P. C. & Nienhuis, J. Patterns of Fructose, Glucose, and Sucrose Accumulation in Snap and Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Pods. *Hort Science*. 2012.47(7):874-878. DOI:10.21273/HORTSCI.47.7.874
16. Cirdar, K. S., Yang, T. P., Berry, R. J. & Bailey, L. B. Folate and DNA Methylation: A Review of Molecular Mechanisms and the Evidence for Folate's Role. *Advances in Nutrition*. 2012. 3(1):21-38 DOI:10.3945/an.111.000992
17. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / за ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. 3-тє вид., пер. і доп. Харків: Основа, 2001. 369 с.
18. Демешко О. В., Комісаренко А. М. Динаміка накопичення суми поліфенольних речовин у листі акації білої. *Фітотерапія. Часопис*. 2005. № 4. С. 63–65.
19. Державна Фармакопея України. (1-е вид., 2-ге доп.). Харків: PIPEГ, 2008. 620 с

REFERENCES:

1. Ahmadi, M. Sour, M. K. (2019). Nutrient Uptake, Proline Content and Antioxidant Enzymes Activity of Pepper (*Capsicum annuum* L.) under Higher Electrical Conductivity of Nutrient Solution Created by Nitrate or Chloride Salts of Potassium and Calcium. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18(5):113-122. <http://dx.doi.org/10.24326/asphc.2019.5.11>
2. Arumugam, R., Rajasekaran, S. & Nagarajan, S. M. (2010). Response of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Rhizobium Inoculation on Growth and Chlorophyll Content of *Vigna unguiculata* (L) Walp Var. Pusa 151. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. 14: 113-115. DOI:10.4314/jasem.v14i4.63282
3. Storozhyk L.I., Tereshchenko I.S. (2023). Fenolni spoluky sorho [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] ta yikh alelopatychna diia. [Phenolic compounds of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] and their allelopathic effects]. *Novitni ahrotekhnologii*, T. 11, № 2. <http://jna.bio.gov.ua/issue/view/16933>. [in Ukrainian]
4. Aslani, M., Sour, M. K. (2018). Growth and Quality of Green Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under Foliar Application of Organic Chelate Fertilizers. *Open Agriculture*. 3: 146–154. DOI:10.1515/opag-2018-0015
5. Balisteiro, D. M., Rombaldi, C. & Genovese, M. I. (2013). Protein, Isoflavones, Trypsin Inhibitory and in Vitro Antioxidant Capacities: Comparison among Conventionally and Organically Grown Soybeans. *Food Research International*. 51: 8-14. DOI:10.1016/j.foodres.
6. Hussain, M.I.; Reigosa, M.J. (2014). Evaluation of herbicide potential of sesquiterpene lactone and flavonoid: Impact on germination, seedling growth indices and root length in *Arabidopsis thaliana*. *Pakistan Journal of Botany*. 46, 995–1000.
7. Hussain, M.I.; Reigosa, M.J. (2012). Seedling growth, leaf water status and signature of stable carbon isotopes in C3 perennials exposed to natural phytochemicals. *Australian Journal of Botany*. 60(8):676-684. DOI:10.1071/BT12072.
8. Makarenko O. A., Levytskyi A. P. (2013). Fiziologichni funktsii flavonoidiv v roslynakh. [Physiological functions of flavonoids in plants]. *Fiziologhiia i biokhimiia kulturnykh roslyn*. T. 45, No 2. S. 100–112. [in Ukrainian]
9. Nekonam M. S., Razmjoo J., & Kraimmojeni H. (2014). Assessment of some medicinal plants for their allelopathic potential against redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Journal of Plant Protection Research*. 54(1): 90–95. doi: 10.2478/jppr-2014-00148.
10. Shah S. H., Khan E. A., & Shah H. (2016). Allelopathic sorghumwater extract helps to improve yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pakistan Journal of Botany*. 48(3): 1197–1202
11. Głab L., Sowiński J., Bough R., & Dayan F. E. (2017). Allelopathic potential of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in weed control: a comprehensive review. *Advances in Agronomy*. 145: 43–95. doi: 10.1016/bs.agron.2017.05.001
12. Aslani, M., Sour, M. K.. (2018). Growth and Quality of Green Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under Foliar Application of Organic Chelate Fertilizers. *Open Agriculture*. 3: 146–154. DOI:10.1515/opag-2018-0015

13. Celmeli, T., Sari, H., Canci, H., Sari, D., Adak, A., Eker, T. & Toker. (2018). The Nutritional Content of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces in Comparison to Modern Varieties. *Agronomy*. 8(9):166. DOI:10.3390/agronomy8090166
14. Naiji, M. & Sour, M. K. (2018). Nutritional Value and Mineral Concentrations of Sweet Basil under Organic Compared to Chemical Fertilization, *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 17: 167– 175. DOI:10.24326/asphc.2018.2.14
15. Vanden Langenberg, K. M., Bethke, P. C. & Nienhuis, J. (2012). Patterns of Fructose, Glucose, and Sucrose Accumulation in Snap and Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) *Pods. Hort Science*. 47(7):874-878. DOI:10.21273/HORTSCI.47.7.874
16. Cirdar, K. S., Yang, T. P., Berry, R. J. & Bailey, L. B. (2012). Folate and DNA Methylation: A Review of Molecular Mechanisms and the Evidence for Folate's Role. *Advances in Nutrition*. 3(1):21-38 DOI:10.3945/an.111.000992
17. Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi. (2001). [Research methodology in vegetable and melon growing]/ Za red. H. L. Bondarenko, K. I. Iakovenko. 3-tievdyd., per. i dop. Kharkiv: Osnova, 369 s. [in Ukrainian]
18. Demeshko O. V., Komisarenko A. M. (2005). Dynamika nakopychennia sumy polifenolnykh rechovyn u lysti akatsii biloi. [Dynamics of accumulation of the amount of polyphenolic substances in the leaves of white acacia]. *Fitoterapiia. Chasopys*. № 4. S. 63–65. [in Ukrainian]
19. Derzhavna Farmakopeia Ukrainy. (2008). [State Pharmacopoeia of Ukraine]. (1-e vyd., 2-he dop.). Kharkiv: RIREH, 620 s. [in Ukrainian]

Бобров В.С. Біохімічний профіль зерна та вегетативної маси квасолі звичайної

Мета. Визначити та проаналізувати біохімічні компоненти рослин та зерна квасолі звичайної. **Методи.** Використовували фізіолого-біохімічні, аналітичний, порівняльний та статистичні методи. Уміст фітохімічних речовин, її кількість визначали методами екстрагування, застосовували тонкошарову (ТШХ), паперову хроматографію (ПХ) та ВЕРХ (високо рідинну хроматографію). **Результати.** У досліджуваних зразках біомаси та зерна квасолі звичайної ідентифіковані основні фітохімічні компоненти культури і їх кількісна складова. У листках виявлено найменшу кількість флаванолігнів. Пагони культури мали найбільший уміст загальних фенолів – 200 та флаванолігнів – 150 мг/г, порівняно з зерном, де зазначені компоненти знаходились у кількості відповідно 140–145 та 10–50 мг/г сухої речовини. Вміст фітинової кислоти в зернах коливається від 4,09 до 9,96 мг/г. Кількість сапонінів, у зерні квасолі всього 0,6% мг/г, таніну – 0,77–0,97 мг/г. Найбільші показники мали такі макроелементи, як вуглеводи та крохмаль – 54–60 % та 34–45 % відповідно. У вегетативній масі квасолі звичайної сортів кущових форм найбільше заліза – 100–300 мг/кг сухої речовини, цинку – 20–50 мг/кг, мідь та бор мали показники 5–15 та 20–50 мг/кг відповідно. Розчинні цукри (сахароза, глюкоза, фруктоза) у біомасі

сумарно мають уміст приблизно 5–15 %. Білки у досліджуваному зерні квасолі різнились за фракційним складом, який був представлений: Глобуліни – 43,8–44,9%, Альбуміни – 40,4–42,1%, Глютеліни 13,0–15,6%. Жири, клітковина та зола (мінерали) у зерні квасолі мали найменший уміст, який становив відповідно всього 1,3–1,9%, 4–5 та 3,3–4,6%. Клітковина (целюлоза геміцелюлози), в основному наявна у клітин перикарпію зерна.

Висновки. Отримані результати досліджень щодо наявності профільних фенольних компонентів та інших нутрієнтів у зерні та біомасі квасолі звичайної суттєво різнились за кількісним складом, що свідчать про можливість використання листя та пагонів культури в медицині, фармакології без визначення сортової приналежності. Фітохімічні компоненти є видоспецифічними та дискримінаційними, що робить культуру цінною для споживання та джерелом азоту в агроценозах сільськогосподарських культур.

Ключові слова: фітомаса, фенольна складова, макро та мікроелементи, нутрієнти.

Bobrov V.S. Biochemical Profile of the Grain and Vegetative Mass of Common Bean

Objective. To determine and analyze the biochemical components of the plant and grain of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Methods.** Physiological-biochemical, analytical, comparative, and statistical methods were used. The content and quantity of phytochemical substances were determined using extraction techniques, thin-layer chromatography (TLC), paper chromatography (PC), and high-performance liquid chromatography (HPLC). **Results.** The main phytochemical components and their quantitative content were identified in the biomass and grain samples of common bean. The lowest flavonoid content was detected in the leaves. The shoots showed the highest content of total phenolics – 200 mg/g and flavonoids – 150 mg/g, compared to the grain, where these components were found in quantities of 140–145 mg/g and 10–50 mg/g of dry matter, respectively. The phytic acid content in the grain ranged from 4.09 to 9.96 mg/g. The amount of saponins in the grain was only 0.6% mg/g. Tannin content in the grain ranged from 0.77 to 0.97 mg/g. Among the macronutrients, carbohydrates and starch had the highest values – 54–60% and 34–45%, respectively. In the vegetative mass of bush-type bean varieties, the highest concentrations of micronutrients were recorded for iron – 100–300 mg/kg of dry matter, zinc – 20–50 mg/kg, copper and boron – 5–15 mg/kg and 20–50 mg/kg, respectively. The total content of soluble sugars (sucrose, glucose, fructose) in the biomass ranged from approximately 5–15%.

Conclusions.

The results obtained demonstrate significant quantitative differences in the profile of phenolic components and other nutrients between the grain and biomass of common bean. Phytochemical components are species-specific and discriminative, making the crop valuable both for human consumption and as a nitrogen source in agricultural agroecosystems.

Key words: phytomass, phenolic composition, macro- and microelements, nutrients.