



2025

НАУКОВІ ПРАЦІ

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 31 № 2

*Журнал
«Наукові праці Національного університету харчових технологій»
видається з 1938 року*

КИЇВ ✦ НУХТ ✦ 2025

Механічна та електрична інженерія

Козак О. С., Десик М. Г., Теличкун В. І. Аналіз способів і обладнання для охолодження хлібобулочної продукції на сучасних хлібопекарських підприємствах

139 *Kozak O., Desyk M., Telychkun V.* Analysis of methods and equipment for cooling bakery products in modern bakeries

Турчина Т. Я., Авдєєва Л. Ю., Макаренко А. А., Декуша Г. В. Дослідження впливу структуруючих добавок на кінетику сушіння одиничних крапель гарбузових композицій і фізичний стан висушених часток

156 *Turchyna T., Avdieieva L., Makarenko A., Dekusha H.* Research of the influence of drying carriers on the drying kinetics of single drops of pumpkin compositions and physical condition of dried particles

Харчові технології

Бажай-Жежерун С. А., Башта А. О., Рахметов Д. Б. Харчова цінність смикавцю істівного

167 *Bazhay-Zhezherun S., Bashta A., Rakhmetov D.* Nutritional value of *Cyperus esculentus* L.

Данилевич І. О., Пасічний В. М., Шубіна Є. А., Петрина А. Б. Шляхи удосконалення технології маринованих напівфабрикатів з м'яса птиці з використанням ультразвуку

179 *Danylevych I., Pasichnyi V., Shubina Y., Petryna A.* Ways of improving the technology of marinated semi-finished poultry meat using ultrasound

Макарова О. В., Коркач Г. В., Котузаки О. М., Чабан А. Б., Кананюкхіна О. М. Використання вторинних продуктів переробки насіння олійних культур у технології кексів

190 *Makarova O., Korkach H., Kotuzaki O., Chaban A., Kananykhina O.* Use of oilseed processing by-products in the cake's technology

Ювілеї

До сторіччя з дня народження професора Олексія Лісовенка. Традиції наукової школи Лісовенка в сучасних умовах

206

УДК: 664

NUTRITIONAL VALUE OF *CYPERUS ESCULENTUS* L.**S. Bazhay-Zhezherun, A. Bashta***National University of Food Technologies***D. Rakhmetov***M. M. Gryshko National Botanic Garden***Key words:***Cyperus esculentus* L.*Essential amino acids**Lipids**Polyunsaturated fatty**acids**Biological value**Natural sorbents food***Article history:**

Received 05.03.2025

Received in revised form

21.03.2025

Accepted 07.04.2025

Corresponding author:

S. Bazhay-Zhezherun

E-mail:

lananew_1@ukr.net

Citation: Бажай-Жежерун С. А., Башта А. О., Рахметов Д. Б. (2025). Харчова цінність смаквцю їстівного. *Наукові праці НУФТ*, 31(2), 167—178. DOI: 10.24263/2225-2924-2025-31-2-15

ABSTRACT

The main physicochemical properties of *Cyperus esculentus* L., variety Pharaoh were determined. Dried tubers of *Cyperus esculentus* L. have a hard shell, a crispy interior, a sweetish, pleasant almond taste. The length of one tuber was from 8 to 18 mm, thickness — 5—8 mm; the mass of 1000 tubers was 416 g. A qualitative analysis of the edible part of this raw material was carried out for the content of biologically active compounds. According to the results of the reactions, the presence of lipids, polysaccharides: starch, inulin, pectins, fiber; protein substances — amino acids, phenolic compounds, in particular, flavonoids, was noted. The amino acid composition of chufa tubers was studied. It was found that the total amount of amino acids was 6078 mg per 100 g of *Cyperus esculentus* L.; all essential amino acids — 22.1% of the total amount. The biological value of proteins of this raw material was analyzed using the SCOR method. Limited amino acids were leucine, isoleucine, valine. The fatty acid composition of *Cyperus esculentus* L. nodules was studied, the ratio of higher fatty acids was established. The ratio of saturated: monounsaturated: polyunsaturated fatty acids was 27.45%:56.18%:16.37%. A high content of oleic (omega-9) and linoleic (omega-6) acids was noted, respectively, 55.7% and 15.7% of the total amount. Omega-3 fatty acids made up about 1% of the total.

The content of important components of the dietary fiber complex: fiber and pectin substances in the tubers of the *Cyperus esculentus* L. was determined.

It has been proven that the *Cyperus esculentus* L. is a valuable source of important nutrients: lipids, essential amino acids, dietary fiber, etc. The use of this raw material in the creation of health-improving food products will allow enriching them with essential fatty acids, vegetable protein, natural food sorbents, and increasing their biological value.

DOI: 10.24263/2225-2924-2025-31-2-15

ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ СМКАВЦЮ ІСТІВНОГО**С. А. Бажай-Жежерун, А. О. Башта***Національний університет харчових технологій***Д. Б. Рахметов***Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України*

Визначено основні фізико-хімічні властивості смкавцю їстівного (*Cyperus esculentus* L.) сорту Фараон. Висушені бульби смкавцю їстівного мають тверду оболонку, хрустку внутрішню частину, солодкуватий, присмний мигдальний смак. Довжина однієї бульби від 8 до 18 мм, товщина — 5—8 мм, маса 1000 бульб становить 416 г. Проведено якісний аналіз їстівної частини сировини щодо вмісту біологічно активних сполук. Відмічено наявність ліпідів, полісахаридів: крохмалю, інуліну, пектинів, клітковини; білкових речовин — амінокислот, фенольних сполук, зокрема, флавоноїдів. Визначено амінокислотний склад бульб чуфи. Встановлено, що загальна кількість амінокислот становить 6078 мг на 100 г смкавцю їстівного, всіх незамінних амінокислот — 22,1% від загальної кількості. Методом СКОР здійснено аналіз біологічної цінності білків сировини. Лімітованими амінокислотами є лейцин, ізолейцин, валін. Визначено жирокислотний склад бульб смкавцю їстівного, встановлено співвідношення вищих жирних кислот. Співвідношення насичені:мононенасичені:поліненасичені жирні кислоти складає 27,45%:56,18%:16,37%. Відмічено високий вміст олеїнової (омега-9) та лінолевої (омега-6) кислот, відповідно, 55,7% та 15,7% від загальної кількості. Омега-3 жирні кислоти складають близько 1% від загалу.

Визначено вміст важливих компонентів комплексу харчових волокон: клітковини та пектинових речовин у бульбах смкавцю їстівного. Доведено, що смкавець їстівний є цінним джерелом важливих нутрієнтів: ліпідів, незамінних амінокислот, харчових волокон тощо. Застосування цієї сировини при створенні оздоровчих харчових продуктів дасть змогу збагатити їх есенціальними жирними кислотами, рослинним білком, природними харчовими сорбентами, підвищити їх біологічну цінність.

Ключові слова: смкавець їстівний (*Cyperus esculentus* L.), незамінні амінокислоти, ліпіди, поліненасичені жирні кислоти, біологічна цінність, природні харчові сорбенти.

Постановка проблеми. Біорізноманіття харчових рослин надає можливість створювати нові продукти оздоровчого спрямування з підвищеною харчовою цінністю, які відіграють важливу роль у забезпеченні здорового життя та сприяють активному довголіттю населення.

Однією з таких рослин є смкавець їстівний (чуфа, земляний мигдаль, тигровий горіх) — *Cyperus esculentus* L. Це багаторічна бульбоплідна рослина родини осокових. Її вирощують в Африці, Бразилії, Іспанії, Португалії, Нігерії. В Україні смкавець культивують на дослідних і присадибних ділянках, фермерських господарствах. Рослини смкавцю мають тригранне трав'яне стебло висотою 30—60 см.

У ґрунті на глибині 20—25 см залягають кореневища, на яких формуються подовжено-овальні, поперечносмугасті, жовто-бурі бульби, які досягають 1,0—2,5 см довжини і 0,5—0,7 см товщини. Листки лінійні, вузькі, зібрані в основі пучками. Квітки дрібні, без оцвітини, зібрані в зонтикоподібне суцвіття. Плід — горішок, маса 1000 бульб — 400 г (Рахметов, Рахметова, & Миколайчук, 2008).

Бульби збирають восени, у вересні-жовтні. Пожовтілі стебла скошуюють, ряди підкопують, далі струшують бульби від ґрунту. Оскільки сирі бульби під час зберігання легко самозгріваються та піддаються псуванню, після збирання їх висушують на сонці чи в сушарках до вологості 10—15% (Миколайчук, 2010). Потім очищені висушені бульби сортують. Зберігати бульби смикавцю істівного краще за температури від 4 до 8 °С, але можна і за кімнатної температури. Схожість бульб добре зберігається протягом багатьох років (понад 10). Бульби зберігають цілющі властивості та смакові якості протягом 2—3 років.

Солодкі світло-жовті чи темно-коричневі з білою м'якоттю бульби смикавцю істівного за смаком нагадують мигдаль. Поживні та смачні бульби використовують як ласощі, у сирому вигляді. Їх також доцільно застосовувати підсушені, цілі чи подрібнені, як горіховий компонент, при виробництві цукерок, тортів, халви, печива та інших кондитерських виробів. Смикавець істівний може слугувати інгредієнтом для салатів з овочами чи рибою, для приготування напоїв. Подрібнені висушені бульби також можна використовувати як збагачувач при виробництві хлібобулочних виробів (Бажай-Жежерун, & Рахметов, 2019).

Завдяки своїм корисним властивостям смикавець істівний користується великою популярністю, тому зріс відсоток його промислового перероблення, особливо серед середземноморських споживачів. Бульби чуфи реалізують як продукти для перекусу, борошно з них успішно використовується у хлібопеченні, у виробництві м'ясних і молочних продуктів, безалкогольних напоїв, у закладах громадського харчування для приготування гарніру, запіканок тощо. Однак в Україні чуфа поки не знайшла широкого використання. Хоча, як відомо, погодні умови України сприятливі для вирощування цієї врожайної культури. Перші випробування смикавця як нової культури в Україні проводилися у першій половині ХХ століття. Вирощування культури у виробничих умовах на значних площах у той час проводилося на Херсонщині. Бульби використовували на Одеській кондитерській фабриці. Наразі невеликі насадження смикавцю істівного мають поодинокі виробники в Київській, Полтавській, Тернопільській та інших областях (Рахметов, 2011; Осадчий, 2019).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Бульби смикавцю використовують для отримання цінної харчової олії, яка загусає за кімнатної температури. Основні жирні кислоти олії є мононенасиченими (>60%), домінуючими компонентами в олії є олеїнова, пальмітинова та лінолева кислоти; олія смикавцю істівного має схожий профіль жирних кислот з оливковою олією, олією авокадо та фундука (Ezeh, Gordon, & Niranjan, 2014). Олія смикавцю містить значну кількість фітостеролів, речовин, які мають широкий спектр фармакологічних властивостей, зокрема протизапальні та протиракові ефекти. Загальний вміст фітостеролів в олії становить 171,42—685,68 мг на 100 г⁻¹, що є вищим, ніж у деяких рослинних оліях (оливкова олія 107,5—427,6 мг на 100 г⁻¹, арахісова олія 190,4—281,6 мг на 100 г⁻¹, соняшникова олія 221,2—414,6 мг на 100 г⁻¹ і соєва олія 150,0—432,8 мг на 100 г).

(Zhang та ін., 2022). Основним фітостеролом олії смикавцю є β -ситостерин — 112,43—518,26 мг 100 г⁻¹, що перевищує його вміст у зазначених вище оліях (Zhang, & Sun, 2023). Також в олії смикавцю виявлено 2,78% сквалену — ациклического тритерпену, який належить до групи каротиноїдів і має високу антиоксидантну активність, насичує клітини киснем і підтримує захисний бар'єр шкіри, вміст його в олії смикавцю є вищим, ніж в оливковій олії (2,40%) і соєвій олії (1,41%) (El-Naggar, 2016).

Бульби смикавцю їстівного містять цінні нутрієнти — ліпіди, крохмаль, харчові волокна, білки, цукри, вітаміни групи В, Е, С, фенольні сполуки, мінеральні речовини тощо.

Вміст основних енергогенних речовин у бульбах смикавцю залежить від виду рослини та сортових особливостей — кількість ліпідів і білка складає, відповідно, 25,35—35,21 і 3,28—8,45%, крохмалю — 25-30%, енергетична цінність сировини становить 400—450 ккал/100 г. Основною білковою фракцією (82,23—91,93%) бульб смикавцю є альбуміни, глобуліни, проламіни та глютеліни, представлені рештою — 3—7,5%. Альбуміни характеризуються широким спектром поліпептидів різної молекулярної маси (Codina-Torrella, Guamis, & Trujillo, 2014). Тигровий горіх містить усі незамінні амінокислоти, окрім триптофану. Кількість гістидину, ізолейцину, лейцину, лізину, метіоніну, фенілаланіну, треоніну і валіну в тигровому горіху в мг/16 г N становить: 4,43, 4,84, 8,03, 6,50, 11,83, 4,27, 3,59 і 5,93 відповідно (Adeniyi, & Anam, 2023).

Вміст важливих мінеральних елементів Fe, Zn і Mn у бульбах смикавцю їстівного складає, відповідно, 21,0 мг/кг, 8,3 мг/кг і 1,67 мг/кг, сировина також містить Na, Ca, Mg тощо (Imam, Aliyu, & Umar, 2013). Також відмічено, що бульби смикавцю їстівного містять багато клітковини та аргініну, нутрієнтів, які сприяють зниженню цукру у крові (Ezeh, Gordon, & Niranjan, 2014). Фітохімічний скринінг показав, що тигровий горіх містить флавоноїди, таніни, сапоніни, глікозиди та феноли (Kingsley, 2018).

Науковці зазначають, що споживання смикавця їстівного має позитивний вплив на діяльність серцево-судинної системи та кровообігу, є профілактикою тромбозу, онкологічних захворювань. Чуфа є корисною в діабетичному харчуванні, сприяє поліпшенню обміну речовин, має антиоксидантний потенціал (Bilikis, & Olanrewaju, 2015). Наявність у бульбах смикавцю природних харчових сорбентів — клітковини, пектинів, геміцелюлоз тощо покращує діяльність травної системи. Ферменти, наявні в сировині (каталази, амілази, ліпази), сприяють перетравленню їжі в кишківнику, зменшують утворення газів, запобігають розладу травлення та діареї (Ezeh, Gordon, & Niranjan, 2014). Споживання смикавцю їстівного сприяє зниженню холестерину ліпопротеїнів низької щільності, що добре для чоловіків і жінок, які займаються спортом, а також тих, хто має намір схуднути (Bamishaiye, & Bamishaiye, 2011). Сировина смикавцю має здатність поглинати радикали, *in vitro* пригнічує перекисне окислення ліпідів, має протизапальну дію та проявляє лікувальні властивості (Yu та ін., 2022). Наукові дослідження показали придатність бульб чуфи для харчування діабетиків і людей з розладами травлення, а також для профілактики серцевих захворювань (Codina-Torrella, Guamis, & Trujillo, 2014). Цінний хімічний склад і неповторний смак тигрового горіха надає можливість

ширшого використання сировини і окремих її компонентів, зокрема ароматичної олії, у харчовій індустрії (Zhang, & Sun, 2023).

Як свідчить аналіз наукової літератури, хімічний склад бульб смикавцю їстівного певних сортів, а також сировини, вирощеної у ряді країн, за різних кліматичних умов та особливостей обробітку, суттєво відрізняється. Тому актуальним є дослідження харчової цінності смикавцю їстівного, який вирощено в умовах України, для подальшого використання цієї сировини у харчовій індустрії.

Мета дослідження: оцінка харчової та біологічної цінності бульб смикавцю їстівного (*Cyperus esculentus* L.) на рівні сорту української селекції та розкриття потенціалу маловивченої рослини для введення в широке застосування у харчових технологіях в Україні.

Матеріали і методи. Під час проведення експериментальних досліджень використовували смикавець їстівний (*Cyperus esculentus* L.) сорту Фараон селекції Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України. Сировина була вирощена на експериментальній базі НАН України (Дослідне господарство «Глеваха»).

Визначення фізико-хімічних властивостей бульб смикавцю їстівного, а також якісний аналіз сировини здійснювали за стандартними методиками (Вакал, & Литвиненко, 2021; Abubakar, & Naque, 2020).

Амінокислотний склад визначали методом іонообмінної рідинно-колоночної хроматографії згідно з методикою (Csapo, Albert, Loki, & Csapo-Kiss, 2008). Визначення проводили на автоматичному аналізаторі амінокислот Т 339, виробництва «Мікротехніка», Чехія.

У процесі підготовки зразків до аналізу застосовували метод гідролізу хлористоводневою (соляною) кислотою. Для вимивання амінокислот використовували п'ять етапів зміни елюентів. Для реєстрації амінокислот у елюатах застосовували метод детекції нінгідрином.

Жирно-кислотний склад визначали методом газової хроматографії на хроматографі HRGC (Італія). Екстрагування ліпідів з рослинної сировини здійснювали сумішшю хлороформ — метанол (1:2). Проводили омилення жирів. Метиллові ефіри жирних кислот (МЕЖК) отримували екстрагуванням неомилених залишків жиру гексаном. МЕЖК розчиняли в гексані та хроматографували; ідентифікацію проводили за стандартами (Seppänen-Laakso, Laakso, & Hiltunen, 2002). Визначення масової частки клітковини базувалось на розкладанні всіх інших органічних речовин концентрованою азотною кислотою у суміші з оцтовою й трихлороцтовою кислотами (Möller, 2008).

Для визначення вмісту пектину використовували ваговий кальцієво-пектатний метод, який базується на гідролізі пектинових речовин до пектових кислот, їх осадженні у формі кальцієвих солей, висушуванні і зважуванні (Chandel та ін., 2022).

Оброблення результатів дослідів проводили з використанням методів математичної статистики. Визначення фізико-хімічних показників об'єкта дослідження здійснювали у 2—4 повторях, на основі яких отримували усереднені значення. Визначали абсолютну та відносну похибки результатів дослідів. Допустимим вважали значення відносної похибки не більше 3%.

Викладення основних результатів дослідження. Смикавець їстівний комплексно досліджується у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України, зокрема щодо біології розвитку, продукційного потенціалу рослин, створення високопродуктивних сортів і розробки технології вирощування та особливостей використання фітосировини.

Їстівною частиною рослин чуфи є солодкі світло-жовті чи темно-коричневі з білою м'якоттю бульби, які за смаком нагадують мигдаль (див. рис.).

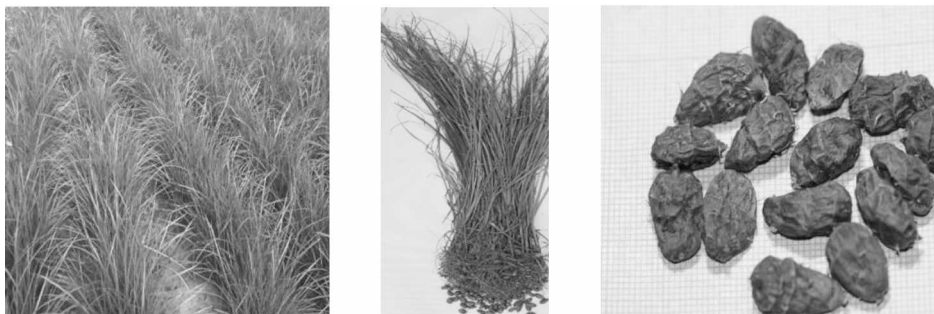


Рис. Смикавець їстівний (*Cyperus esculentus* L.)

Поживні та смачні бульби і продукти їх перероблення (порошок, екстракт тощо) доцільно використовувати в технології оздоровчих продуктів. З метою вивчення харчової цінності смикавцю їстівного ми дослідили вміст важливих нутрієнтів сировини смикавцю.

На початковому етапі визначили основні фізико-хімічні властивості смикавцю їстівного, які мають важливе значення у процесі його перероблення (табл. 1).

Таблиця 1. Фізико-хімічні властивості смикавцю їстівного

Показник	Смикавець їстівний (<i>Cyperus esculentus</i> L.) (сорт Фараон)
Вид	Бульби
Форма	Видовжено-яйцеподібна
Стан поверхні	Мають тверду оболонку, хрустку внутрішню частину, на поверхні бульб наявна горбкуватість
Запах	Легкий трав'яний
Колір	Коричневий
Смак	Солодкуватий, присмний мигдальний присмак
Лінійні розміри, мм довжина товщина	13—18 5—8
Вологість, %	8,51
Об'ємна маса, г/л	576
Маса 1000 бульб, г	416
Зараженість шкідниками	Не виявлено

За органолептичними показниками сировина є прийнятною до використання у харчових технологіях — бульби мають легкий трав'яний аромат, солодкуватий смак з приємним мигдальним присмаком.

Бульби смикавцю не є однорідними за розмірами. Дослідний зразок містив велику фракцію — довжина бульб 16—18 мм, середню — 13—15 мм і дрібну — 8—10 мм. За потреби, при технологічному переробленні, сировину можна фракціонувати за крупністю.

Об'ємна маса, тобто насипна щільність, дає змогу оцінити густину сировини, це показник, який досить повно відображає якість і добротність. Відмічено, що значення об'ємної маси є досить високими.

У досліджуваних зразках бульб смикавцю їстівного не було виявлено жодних видів шкідників. Для виявлення біологічно активних сполук (БАС) у бульбах смикавцю їстівного проведено якісний аналіз сировини з використанням водних і водно-спиртових витягів (табл. 2).

Таблиця 2. Ідентифікація біологічно активних сполук у бульбах смикавця їстівного

Біологічно активні сполуки	Реакції ідентифікації	Результат реакції
Ліпіди	Лізохромний діазобарвник судан III ($C_{22}H_{16}N_4O$)	Оранжево-червоний колір (жирна олія)
Полісахариди	Розчин Люголю (0,5-відсотковий розчин I_2 в 1-відсотковому розчині KI)	Синьо-фіолетове забарвлення (крохмаль)
	Йод і кислота сульфатна (I_2 і H_2SO_4)	Синій колір (клітковина)
	Реакція Моліша (спиртовий розчин α -нафтолу і кислота сульфатна концентрована, ($C_{10}H_8O$ і H_2SO_4))	Темно фіолетове забарвлення (інулін)
	Розчин перманганату калію ($KMnO_4$)	Золотистий колір зі слабкою зеленуватою флуоресценцією (пектин)
Амінокислоти	Нінгідринова реакція (розчин нінгідрину, $C_9H_6O_4$)	Синьо-фіолетове забарвлення (α -амінокислоти)
Фенольні сполуки	Ферум (III) хлорид ($FeCl_3$)	Синьо-фіолетове забарвлення
Флавоноїди	Розчин аміаку (NH_3)	Жовте забарвлення (флаволи, флавоноли, флавонони)

Результати досліджень показали наявність у бульбах смикавцю їстівного наявність ліпідів, полісахаридів: крохмалю, інуліну, пектинів, клітковини, білкових речовин — амінокислот, фенольних сполук, зокрема флавоноїдів.

З метою визначення кількісного вмісту важливих нутрієнтів проведено дослідження вмісту загальної суми амінокислот і всіх незамінних амінокислот (табл. 3).

Установлено, що сума усіх амінокислот становить 6078 мг на 100 г бульб смикавця, незамінних — 1342 мг/100 г; тобто незамінні амінокислоти складають 22,1 % від загальної кількості амінокислот. Аналіз біологічної цінності білків смикавця їстівного методом СКОР показав, що білок є лімітованим за амінокислотами лейцином, ізолейцином, валіном (СКОР, відповідно, 55%, 35% та 55%).

Таблиця 3. Амінокислотний склад бульб смикавця їстівного, мг на 100 г сировини

№ п/п	Амінокислота	Кількість, мг	% до загалу	Добова потреба, мг
<i>Незамінні</i>				
1.	Лізин	286	4,71	3000—4000
2.	Валін	166	2,73	3000—4000
3.	Ізолейцин	84	1,39	3000—4000
4.	Лейцин	236	2,88	5000—8000
5.	Треонін	194	3,18	2000—3000
6.	Метионін	73	1,2	2500—3000
7.	Фенілаланін	160	2,64	2500—3000
8.	Цистин	143	2,35	4000—5000
<i>Замінні</i>				
1.	Гістидин	120	1,98	2000
2.	Аргінін	1801	29,62	—
3.	Аспарагінова кислота	768	12,63	—
4.	Серин	235	3,87	—
5.	Глутамінова кислота	928	15,27	—
6.	Пролін	174	2,86	—
7.	Гліцин	246	4,04	—
8.	Тирозин	176	2,89	—
9.	Аланін	289	4,75	—

Білки смикавця містять значну кількість аргініну та гістидину, які вважаються умовно незамінними амінокислотами. Вміст аргініну та гістидину складає, відповідно, 1801 та 120 мг/100 г. Відомо, що амінокислоти мають широкий спектр фармакологічної дії. Деякі амінокислоти надають мікроелементам та іншим речовинам легкозасвоюваної форми, потенціюючи їх дію, інші — регулюють рівень глюкози в крові, беруть участь у регенерації тканин тощо. Амінокислоти аргінін і глутамінова кислота, які у значній кількості знаходяться в досліджуваній сировині, мають антиоксидантні та гепатопротекторні властивості, мембраностабілізуючий ефект (Бобкова, & Варлахова, 2018). Глутамінова кислота, яка також міститься у значній кількості у бульбах смикавцю (928 мг/100 г сировини), входить до складу багатьох біологічно активних сполук, є попередником синтезу орнітину і проліну, сприяє тимчасовому знешкодженню аміаку з утворенням нетоксичного глутаміну (Вороніна, Борзенко, Макої, Бондарчук, & Скоробогатова, 2014).

Жирокислотний склад бульб смикавцю їстівного наведено в табл. 4.

Таблиця 4. Жирокислотний склад ліпідів бульб смикавцю їстівного

№ п/п	Назва	t, хв	A, мВ·хв	H, нВ	C, %
1.	Ундецилова	9,637	0,01105	0,02703	0,004221
2.	Міристинова	21,238	0,02733	0,04597	0,10437
3.	Пальмітинова	30,113	5,91801	8,29903	22,60190
4.	Пальмітолеїнова	31,727	0,12194	0,15863	0,46571
5.	Маргарінова	34,568	0,01922	0,03170	0,07341
6.	Гептадеценава	36,097	0,01982	0,02934	0,07568
7.	Стеаринова	39,015	0,89160	1,13573	3,40516
8.	Олеїнова	40,363	14,58694	11,66031	55,71008
9.	Лінолева	42,710	4,11245	5,90265	15,70616

Продовження таблиці 4

10.	Ліноленова	45,283	0,07701	0,11433	0,29413
11.	Арахідова	47,238	0,14022	0,19650	0,53554
12.	Гондова	48,648	0,07044	0,10449	0,26903
13.	Арахідонова	53,308	0,09745	0,09034	0,37217
14.	Бегенова	55,092	0,04420	0,4495	0,16880
15.	Лігноцерінова	64,292	0,04599	0,4852	0,17566
Разом:			26,18367	27,88951	100,0000

Основними компонентами жирних кислот в олії смикавцю їстівного є олеїнова (омега-9) — 55,71%, пальмітинова — 22,60% і ліолева (омега-6) — 15,71% кислоти. Дані щодо домінуючих жирних кислот у загальному комплексі ліпідів, подібні до результатів отриманих у (Yeboah, Mitei, Ngila, Wessjohann, & Schmidt, 2012) згідно з якими вміст зазначених компонентів у бульбах смикавцю, вирощеного в Гані, складає: олеїнова (65,55%), пальмітинова (16,32%) і ліолева (12,13%) кислоти.

У результаті дослідження жирнокислотного складу смикавця їстівного встановлено співвідношення вищих жирних кислот (табл. 5). Омега-3 жирні кислоти складають близько 1% від загалу.

Таблиця 5. Жирнокислотний склад олії бульб смикавцю їстівного

Досліджуваний показник	Масова частка, %
Насичені жирні кислоти	27,45
Ненасичені жирні кислоти	72,55
Мононенасичені жирні кислоти	56,18
Поліненасичені жирні кислоти	16,37
ω-6:ω-3	52

Цінності олії смикавцю їстівного надає значна кількість поліненасичених жирних кислот (4,6 г на 100 г сировини), які входять до складу клітинних мембран та інших структурних елементів тканин. Відомо, що ліолева та ліноленова кислоти не синтезуються в організмі, а арахідонова кислота може утворюватися в організмі з ліолевої. Ці кислоти необхідні для росту й обміну речовин, для еластичності судин, вони сприяють виведенню холестерину з організму.

Дані щодо вмісту білка та жиру у смикавці їстівному, вирощеному в Україні, є близькими щодо вмісту цих нутрієнтів в африканських бульбах смикавцю, вирощених у Буркіна-Фасо та Нігері (від 25,35 до 28,19% жиру і 3,28—7,32% білка), і суттєво відрізняються від вмісту зазначених речовин в іспанських бульбах смикавцю (35,21 жиру і 8,45% білка) (Codina-Torrella, Guamis, & Trujillo, 2015). Ці результати свідчать про те, що хімічний склад бульб смикавцю є досить мінливим і в основному залежить від сорту та географічного походження сировини.

Харчові волокна є важливою складовою рослинної сировини. Вміст клітковини та пектинових речовин у бульбах смикавцю їстівного наведено в табл. 6.

Наявність харчових волокон у раціоні людини є важливим фактором зниження ризику ряду захворювань шлунково-кишкового тракту та серцево-судинної системи. Клітковина та пектинові речовини є природними харчовими сорбентами, які здатні сорбувати токсичні речовини, зокрема іони важких металів, радіонукліди

тощо в шлунково-кишковому тракті, здійснюючи захист людини від гострих і хронічних отруєнь. Харчові волокна відіграють значну роль у формуванні мікрофлори кишечника, вирівнюванні рівня глюкози в крові, зниженні ризику розвитку пухлин верхніх травних і дихальних шляхів.

Таблиця 6. Вміст харчових волокон у бульбах смикавцю їстівного

Компоненти харчових волокон	Вміст, %
Клітковина	15,21±0,11
Пектинові речовини	8,14±0,02
Загальний вміст харчових волокон	23,35±0,12

У бульбах смикавцю їстівного вміст загальної кількості харчових волокон становить 23,35 г на 100 г, що сприяє позитивній дії цієї сировини та продуктів її перероблення на організм людини. Отримані дані щодо вмісту клітковини в досліджуваній сировині корелюють з даними, наведеними у (Ogunlade, Bilikis, & Olanrewaju, 2015) згідно з якими вміст цього полісахариду складає 16,14—17,14%, та даними, наведеними у (Mohdaly, Awad, Mohamed, & Svoren, 2015), згідно з якими вміст клітковини складає 15,47%.

Висновки

Смикавець їстівний (*Cyperus esculentus* L.) є цінним джерелом рослинного білка, есенціальних жирних кислот, полісахаридів, вітамінів, флавоноїдів, мінеральних сполук тощо. Включення сировини смикавцю до рецептурного складу харчових продуктів оздоровчого спрямування підвищить їх харчову та біологічну цінність, збагатить важливими нутрієнтами, зокрема незамінними амінокислотами, ліпідами, які багаті поліненасиченими жирними кислотами, харчовими волокнами — клітковиною та пектиновими речовинами. Наявність смикавцю у складі різних продуктів (на борошняній і зерновій основі, а також на молочній та м'ясній) покращить їх органолептичні показники і надасть унікальності та неповторності виробам, оскільки ця сировина не розповсюджена у харчовому виробництві України.

Подальші наші дослідження спрямовано на визначення вітамінного складу смикавцю їстівного, вмісту фенольних сполук, антиоксидантної активності, а також розроблення способів його підготовки для виробництва продуктів оздоровчого призначення, збагачених біологічно активними сполуками цієї сировини.

Література

- Бабкова, І. А., Варлахов, І. В. (2018). *Фармакогнозія*. Київ: ВєВ Медицина.
- Бажай-Жежерун, С. А., Рахметов Д. Б. (2019). Особливості підготовки бульб смикавцю їстівного залежно від температурного режиму та зволоження. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «*Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека*»: Київ: НУХТ.
- Вакал, А. П., Литвиненко, Ю. І. (2021). *Рослинництво*. Суми: ФОП Цьома С. П.
- Вороніна, Л., Борзенко, Б., Макої, О., Бондарчук, Т., Скоробогатова, З. (2014). *Біологічна хімія*. Харків: Форт.

- Миколайчук, В. Г. (2007). Етапи та перспективи інтродукції *Cyperus esculentus* L. *Інтродукція рослин*, 4, 38—43.
- Осадчий, Ю. (2019). Чуфа — забута врожайна культура українських полів. Взято з <https://www.seeds.org.ua/chufa-zabuta-vrozhajna-kultura-ukra%D1%97nskix-poliv/>.
- Рахметов, Д. Рахметова, С. Миколайчук В. (2008). Чуфа — Перспективна культура комплексного використання. *Пропозиція: Український журнал з питань агробізнесу*, 11(161), 54—56.
- Рахметов, Д. Б. (2011). *Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні*. Київ: Аграр Медіа Груп.
- Adeniyi, P. O., Anam, B. E. (2023). Heat treatment by boiling conserved the nutritional, physical, microbiological and sensory properties of tigernut (*Cyperus esculentus*) milk: implication for improving rural health in Nigeria. *Journal of Food Security*, 11(1), 8—15, DOI: 10.12691/jfs-11-1-2.
- Abubakar, A. R., Haque, M. (2020). Preparation of Medicinal Plants: Basic Extraction and Fractionation Procedures for Experimental Purposes. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 12(1):1—10. DOI: 10.4103/jpbs.JPBS_175_19.
- Bilikis, A., Olanrewaju, A. (2015). Chemical compositions, antioxidant capacity of tigernut (*Cyperus esculentus*) and potential health benefits. *European Scientific Journal November*, 2017—2024.
- Bamishaiye, E. I., Bamishaiye, O. M. (2011). Tiger nut: As a plant, its derivatives and benefits.. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 11(5). DOI: 10.4314/ajfand.v11i5.7044.
- Csapo, J., Albert, Cs., Loki, K., Csapo-Kiss, Zs. (2008). Separation and determination of the amino acids by ion exchange column chromatography applying postcolumn derivatization. *Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria*, 1, 5—29.
- Chandel, V., Biswas, D., Roy, S., Vaidya, D., Verma, A., Gupta, A. (2022). Current advancements in pectin: extraction, properties and multifunctional. *Applications Food*, 11(17), 2683, DOI: 10.3390/foods11172683.
- Codina-Torrella, I., Guamis B., Trujillo, A. J. (2015). Characterization and comparison of tiger nuts (*Cyperus esculentus* L.) from different geographical origin: Physico-chemical characteristics and protein fractionation. *Industrial Crops and Products*, 65, 406—414. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.11.007>.
- Ezeh, O., Gordon, M. H., Niranjana, K. (2014). Tiger nut oil (*Cyperus esculentus* L.): A review of its composition and physico-chemical properties. *European journal of lipid science and technology*, 116(7), 783—794. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ejlt.201300446>.
- El-Naggar, E. A. (2016). Physicochemical characteristics of tiger nut tuber (*Cyperus esculentus* Lam.) oil. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 6, 1003—1011.
- Farouk, H. U., Imam, T. S., Aliyu, F. G., (2013). Preliminary phytochemical screening, elemental and proximate composition of two varieties of *Cyperus esculentus* (Tiger nut). *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*, 21(4), 247—251. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/njbas.v21i4.1>.
- Kingsley, P.-I. (2018). Studies on the phytochemical, proximate composition and biochemical properties of the combination of *Cyperus esculentus* (tiger nuts) and *Phoenix dactylifera* (date fruit) flour on male albino wistar rats. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(5), 1049—1054.
- Möller, J. (2008). Gravimetric determination of acid detergent fiber and lignin in feed: interlaboratory study. *Journal of AOAC International*, 92(1), 74—90. DOI: 10.1093/jaoac/92.1.74.
- Mohdaly, A. A., Awad, A. M., Mohamed, H. H., Svoren, I. (2015). Chemical composition, physicochemical properties and fatty acid profile of Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L.) seed oil as affected by different preparation methods. *International Food Research Journal*, 22(5), 1931—1938.
- Ogunlade, I., Bilikis, A., B. Sc. Aluko Olanrewaju. (2015). Chemical compositions, antioxidant Capacity of tigernut (*Cyperus esculentus*). And potential health benefits. *European Scientific Journal*, 11, 217—224.
- Seppänen-Laakso, T., Laakso, I., Hiltunen, R. (2002). Analysis of fatty acids by gas chromatography and its relevance to research on health and nutrition. *Analytica Chimica Acta*, 465, 1—2, 39—62.
- Yu, Y., Lu, X., Zhang, T., Zhao, C., Guan, S., Pu, Y., Gao, F. (2022). Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L.): Nutrition, Processing, Function and Applications. *Foods*, 11, 601. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11040601>.

Yeboah, S. O., Mitei, Y. C., Ngila, J. C., Wessjohann, L., Schmidt, J. (2012). Compositional and structural studies of the oils from two edible seeds: Tiger nut, *Cyperus esculentum*, and asiato, *Pachira insignis*, from Ghana. *Food Research International*, 47(2):259—266. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.036>.

Zhang, Z., Jia, H., Li, X., Liu, Y., Wei, A., Zhu, W. (2022). Effect of drying methods on the quality of tiger nuts (*Cyperus esculentus* L.) and its oil. *LWT-Food Science and Technology*, 167, 113827. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113827>.

Zhang, Y., Sun, S. (2023). Tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) oil: A review of bioactive compounds, extraction technologies, potential hazards and applications. *Food Chemistry*, 19, 30, 100868. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100868>.