

УДК 636.085

## ЕКСТРУДУВАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ КРОХМАЛЕВМІСНОЇ СИРОВИНИ

Подвальна О.О., Шаран А.В.

Національний університет харчових технологій

У статті описано можливість використання нетрадиційної крохмалевмісної сировини, зокрема жолудів та каштанів при виробництві кормів. Викладено результати дослідження особливостей процесу екструзування обраних зразків сировини. Проаналізовано доцільність впровадження даної технології.

**Ключові слова:** екструзування, крохмалевмісна сировина, жолуді, каштани, вміст білка.

**Постановка проблеми.** Однією з головних галузей агропромислового комплексу України є тваринництво. Воно охоплює багато напрямків сільськогосподарського виробництва та харчової і переробної промисловості, які займаються виробництвом і переробкою продукції тваринництва. Розвиток тваринництва дає можливість більш повного забезпечення населення такими харчовими продуктами, як м'ясо, молоко, яйця та такою цінною сировиною як вовна, шкіра, хутро та інше.

Подальший розвиток тваринництва визначається необхідністю збільшення виходу високоцінних білкових продуктів харчування (молока, яловичини, телятини). Це можливо досягти лише при організації повноцінного і раціонального годування тварин. Адже, при використанні збалансованих за всіма поживними речовинами комбікормів продуктивність тварин підвищується на 10-12%, а при збагаченні їх вітамінами, мікроелементами та іншими стимулюючими речовинами – на 25-30% в порівнянні з тим, коли тваринам згодують окремі види зернофуражу.

Комбікорми допомагають балансувати раціон тварин, ґрунтуючись на рекомендованих нормах. Це допомагає підвищити повноцінність годування, дозволяє одержати економічний ефект, та отримувати молоко і м'ясо з покращеними смаковими якостями.

Для покращення якості кормів та зменшення витрат на їх виробництво доцільно досліджувати види сировини, яка не є традиційною для виготовлення комбікормів. Зокрема, в якості такої сировини для наших досліджень було обрано жолуді і каштани, так як їх використовують в невеликих кількостях в якості корму, проте вони досить розповсюджені в нашій місцевості та не потребують додаткових витрат на їх виробництво.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомо безліч джерел отримання нетрадиційних кормових ресурсів і ліс є найбільш доступним, а досягнення науки і практики дозволяють розглядати відходи лісу як перспективну сировинну базу для виробництва різноманітних кормових продуктів і добавок, яких потребує тваринництво [3].

Плоди каштана за своїм поживними властивостями, вмістом білку і жирів перевищують пшеницю і кукурудзу, їх чудово їдять велика і дрібна рогата худоба, свині і птиця. Причому, що теж важливо, плоди дозрівають дружно, опадають з дерев в певний період року – зазвичай в кінці вересня, легко збираються в будь-яку погоду, добре зберігаються і легко подрібнюються.

Також можна відмітити, що дерево каштану в віці 20-25 років дають сирих плодів від 30 до 50 кг, і ця врожайність мало залежить від погодних умов. Так що каштан може бути конкурентом традиційним кормовим компонентом злакових культур.

Плоди кінського каштана, хоча і отруйні для людини і багатьох тварин, втім безперешкодно перетравлюються свинями. У невеликій кількості насіння йде на корм великої худоби, оскільки вони володіють специфічним смаком, додаються у вигляді борошна, яким посипають корм або згодуються з коренеплодами. За поживною якістю плоди каштана наближаються до жолудів.

Жолуді схожі за своєю цінністю на висівки. Вони здійснюють на організм свиней закріплюючу дію за рахунок вмісту в них дубильних речовин. Відомо, що разом з жолудями при годівлі доцільно додавати буряк, пшеничні висівки, а також вівсянку і зелену траву. Плюсом годівлі свиней жолудями є те, що виходить зернисте сало і хорошої якості м'ясо. У день згодують не більше 800 г жолудів, при цьому їх необхідно починати вводити в раціон тварин поступово. Для кращого засвоєння жолуді бажано подрібнити.

Зібрані і злегка просушені жолуді разом із сіном йдуть також на відгодовування баранів (409-613 г) і волам. При змішуванні жолудів з борошном, дробленим насінням бобових, а також макухи, ця суміш придатна для годівлі овець. З твердзень практиків-птахівників, борошно з жолудів, яке дають курям, збільшує у них несення яєць; для цього печуть з такого борошна невеликі хлібці і потім дають для відгодовування, попередньо розмочивши у воді.

Для годівлі кролів використовують і жолуді, і каштани. Дорослий кролик з'їдає до 50 г сухих жолудів на добу. Їх використовують також при розладі травлення. Висушені жолуді можна очищати від шкірки і розмелювати, хоча кролики добре їдять їх і цілими. Привчають до них кроликів поступово.

В одному кг підсушених цілісних або помелених з оболонкою жолудів міститься 1,15 кормових одиниць, внаслідок цього можна отримати для годівлі тварин поживний корм з високим вмістом жирів і вуглеводів.

Проте існують також певні обмеження при використанні каштанів і жолудів у раціоні харчування тварин. Насамперед це пов'язано з наявністю у цій сировині антипоживних речовин, а саме тритерпенових сапонінів в каштанах та кверцетину – у жолудях.

Сапонінами (від латин. *sapo* – мило) називають глікозиди рослинного та тваринного походження,

більша частина яких виявляє поверхневу, гемолітичну активність та токсичність по відношенню до холоднокровних тварин. Залежно від хімічної будови розрізняють стероїдні та тритерпенові сапоніни. Тритерпенові сапоніни впливають на проникність рослинних клітин, що пов'язано з їх поверхневою активністю. Глікозиди мають різні хімічні властивості, це обумовлено наявністю глікозидного зв'язку і будовою складових глікозиду. Під дією ферментів і при наявності води глікозиди гідролізуються на складові частини. Оптимальною для ферментативного гідролізу являється температура 30-40°C, а температурні режими в межах 50-60°C дозволяють швидко інактивувати ферменти, які руйнують глікозиди.

Через наявність сапонінів плоди каштана не рекомендовано для споживання людям та деяким видам тварин, вони мають гіркуватий смак. Отруєння плодами кінського каштана виключно рідкісні. Надкушування оболонки або плоду не здатне викликати отруєння. Це пов'язано із тим, що сапоніни всмоктуються лише незначною мірою. Однак при запаленні шлунково-кишкового тракту всмоктуваність підвищена. Сапоніни мають місцеву подразнюючу дію, викликають руйнування червоних кров'яних тілець (гемоліз).

У плодах дуба є дубильні речовини, що впливають на смак жолудів (гіркуватий і терпкий), таніди і кверцетин. Гіркота легко видаляється, і тоді жолуді можна використовувати в їжу – робити з них коржики, кашу, і навіть сурогат кави, що володіє горіховим смаком.

Видаляється гіркота вимочуванням і нагріванням. Більш того – без теплової обробки вживати жолуді в їжу не можна, так як кверцетин отруйний для людей.

При вживанні кверцетину може виникати такий побічний ефект як головний біль. Дози більше 4 г (водорозчинного кверцетину (Корвітин)) в день можуть пошкодити нирки. Не рекомендується вагітним, жінкам, які годують груддю і людям з хворими нирками.

Вживання жолудів в їжу не рекомендується також тому, що вони перетравлюються в шлунку досить повільно, тому при слабкій роботі шлунку їх краще не вживати. Також щоб не завдати шкоди сечовому міхуру, не потрібно вживати сирі жолуді, щоб користь не перетворилася на шкоду.

Проте попри наявність анти поживних речовин каштани та жолуді мають багатий хімічний склад. Зокрема, плоди Каштана Кінського містять в своєму складі: 44-54% води, вуглеводів близько 60% (з яких 49,5% становить крохмаль), 6,45-7,20%, жирних масел, білків 8-11%, дубильних речовини 0,9%, а також вітаміни (каротин, токоферол, тіамін, філохінон, вітамін С), пектинові речовини, кумаринові глікозиди (ескулін, який при гідролізі розпадається на ескулетин, діоксикумарин, фраксин і глюкозу) тощо [2].

До складу жолудів входять: вітаміни А, РР, групи В (В1, В2, В3, В6, В9), макро (калій, магній, фосфор) і мікроелементи (мідь, марганець, залізо, цинк), амінокислоти та дубильні речовини [1]. У складі жолудів міститься величезна кількість амінокислот, в тому числі і незамінні амінокислоти, які беруть участь у синтезі багатьох гормонів стероїдної будови та гормонів щитовидної залози.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Як видно з наведеного огляду літературних джерел, каштани та жолуді є цінною та дешевою сировиною, потенціал якої ще не повністю розкрито та використано у кормовиробництві.

**Метою нашої роботи** стало дослідження можливості використання процесу екструджування для перероблення плодів жолудів і каштанів та досягнення отримання сировини, що за фізико-механічними властивостями та хімічним складом буде технологічною та придатною до використання у традиційній технології виробництва комбікормів.

Екструзія як метод обробки сировини була обрана не випадково. Адже Останніми роками в Україні істотно зріс інтерес до сучасних екструзійних технологій. Об'єктивно це пов'язано з необхідністю використання недорогих (власних) і часто «проблемних» ресурсів. Намітилося стійке зростання чисельності невеликих виробництв для переробки зернових та інших тваринних і рослинних інгредієнтів, та побічних продуктів їх переробки. Поряд з використанням ферментних препаратів у свинарстві та птахівництві, екструзійна обробка служить багато в чому подібним цілям – поліпшенню якості протеїну кормів, реструктуризації крохмалю й інших полісахаридів, інактивації антипоживних речовин і т.п. [4,5].

Екструзія (від латинського *extrudo* – виштовхування, видавлювання) як процес, що сполучає термо-, гідро-, і механічну обробку сировини з метою одержання широкої гама продуктів з новою структурою й властивостями відомий давно. Діапазон сировини, що піддається екструзії, охоплює широкий спектр різних органічних матеріалів і включає харчова сировина рослинного й тваринного походження [6].

Технологія екструджування – один із самих перспективних і високоефективних процесів, що сполучає термо-, гідро- і механічну обробку сировини й що дозволяє одержувати продукти нового покоління із заздалегідь заданими властивостями, управляючи вихідним складом суміші, механізмом фізико-хімічних, механічних, біохімічних і мікробіологічних процесів, що протікають при термопластичній екструзії харчових мас. Необхідні умови одержання екструзійних продуктів: зволоження й пластифікація сировини, одержання розплаву біополімерів, денатурація білків і клейстеризація крохмалів, структурування розплаву під дією сил зрушення й розтягання, його охолодження й формування. Найважливіше – одержання розплаву біополімерів, тобто перехід біополімерів в умови екструзії у в'язкотекучий стан [6].

Екструзія відрізняється безперервністю технологічного процесу, низькою питомою витратою енергії, невеликими капітальними витратами, малими виробничими потужностями, компактністю, універсальністю, високим ступенем механізації й автоматизації.

Екструзія – ідеальний технологічний процес для збагачення продуктів білком, харчовими волокнами, вітамінами, мікроелементами, рослинними жирами, пектиновими речовинами, органічними кислотами, цукрозамінниками й іншими добавками й одержання продуктів з високими смаковими й органолептичними властивостями, а головне – з більше збалансованим амінокислотним, жирокислотним і мінеральним складом [7].



**Виклад основного матеріалу дослідження.** В дослідженнях було використано плоди дуба і каштана (Каштана Кінського – сімейства *Hippocastanaceae*). Дані зразки було зібрано в Дніпровському районі міста Києва.

Жолуді та каштани попередньо було очищено від оболонки і домішок, підсушене та подрібнене на лабораторній молотковій дробарці. В промислових масштабах каштани можна подрібнювати на молотковій дробарці або змелювати на вальцювих верстатах.

Також було використано зерно кукурудзи, яке відповідає вимогам ДСТУ 4525:2006. Кукурудза. Технічні умови. (вологість не більше 15%, смітна домішка не більше 1,0%, зернова домішка не більше 3%).

Обрані зразки жолудів та каштанів попередньо очищали від оболонки, подрібнювали і підсушували до вологості 18-20%. Після цього зразки екструдували на лабораторному одношнековому екструдері ПЕК-40. У процесі екструдування у сировині відбувається велика кількість фазових перетворень в структурі продукту і властивостей живильних речовин, що дозволяє виробляти високоякісний продукт, що володіють наступними властивостями: поліпшуються смакові якості за рахунок однорідності складу і усувається неприємний запах. Процес екструдування проводиться за робочої температури в камері екструдера 120-130 та тиску 7-9МПа.

Попередні спроби показали, що екструдування подрібнених жолудів у нативному вигляді відбувалося досить стабільно та ефективно, отриманий екструдат володів рівномірною структурою та пористістю, що видно з фото на рис. 1. Екструдат жолудів був використаний в подальших дослідженнях як Зразок № 1.

Проте екструдування каштанів в чистому вигляді відбувалося досить складно, при цьому не досягалося рівномірного «вибуху» і «спучування» продукту, кінцевий продукт мав нерівномірну структуру, був «равним», що видно з фотографії зразка № 2, рис. 2. Це, очевидно, можна пояснити досить високим вмістом жиру в нативному каштані порядку 5%.

Тому було прийнято рішення щодо створення сумішей подрібненого каштану з зерном кукурудзи, як найбільш розповсюдженої та дешевої сировини, у пропорціях, відповідно: 50/50 (Зразок № 3) та 30/70 (Зразок № 4). Результати процесу екструдування можна побачити на рисунках (рис. 1-4). Приготування попередніх сумішей проводилось вручну із врахуванням відсоткового складу компонентів в суміші. Дозування продукту в екструдер регулювалося за допомогою віброживильника.

Для аналізу процесу екструдування ми проводили визначення фізико-механічних показників отриманих зразків екструдатів, результати яких наведено у таблиці 1. Це дало змогу оцінити структурні зміни, які відбулися в сировині під час проходження її через екструдер та залежність між зміною фізичних показників та вмістом досліджуваної сировини, а також встановити можливість використання екструдату в технології виробництва комбікормів.

Аналіз отриманих даних показав, що при збільшенні кількості каштанів і жолудів зростає

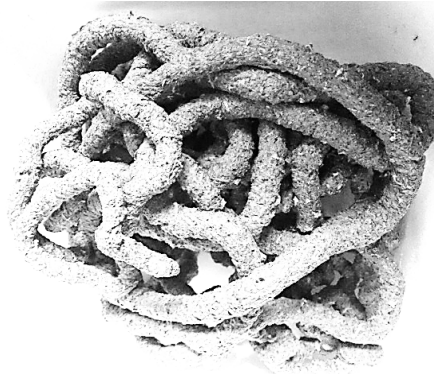


Рис. 1. Екструдат жолудів (зразок № 1)



Рис. 2. Екструдат каштанів (зразок № 2)



Рис. 3. Екструдат суміші каштанів і кукурудзи у співвідношенні відповідно 50% до 50% (зразок № 3)



Рис. 4. Екструдат суміші каштанів і кукурудзи у співвідношенні відповідно 30% до 70% (зразок № 4)

об'ємна маса екструдату від 413,2 до 470,6 г/л та кут природного ухилу. Крім того, результати досліджень показали що коефіцієнт спучування суміші каштанів і кукурудзи становить 4,1-4,3, а при екструдування каштанів окремо різко знижується до 2,1 за рахунок високого вмісту жиру, не відбувається вибуху і в кінцевому продукті коефіцієнт досить низький.

в екструдаті жолудів до 5,31% в екструдаті суміші каштана з кукурудзою відповідно 30% до 70%. Цей показник є досить невисоким, тому згодувати його слід у суміші з високопротеїновими кормами, задля уникнення виникнення білкової недостатності, що викликає зниження живої маси, послабленням тонів серця, гіпотонією передшлунків, зниженням резистентності, гіпопротеїнемією.

Таблиця 1  
**Фізико-хімічні показники якості екструдованих продуктів**

Показник	Зразок			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Кут природного ухилу, град	40-42	41-44	38-40	38-40
Кут ковзання, град	38-40	40-41	36-38	36-38
Об'ємна маса, г/л	445,4	470,6	421,4	413,2
Дійсна густина, г/л	511,4	470,6	478,4	467,2
Коефіцієнт спучування	3,3	2,1	4,1	4,3

Для аналізу біохімічних змін, що відбулися в сировині вході процесу екструдування нами проводилося визначення хімічних показників екструдату (табл. 2).

Вологість отриманого екструдату знаходиться в межах від 9,9 до 10,1%, що позитивно впливає на термін зберігання продукту.

Результати дослідів показали, що в результаті процесу екструдування дещо зменшився вміст сирого протеїну. Його вміст становить від 7,01%

Таблиця 2  
**Хімічний склад екструдату**

Показник	Зразок			
	№ 1	№ 1	№ 1	№ 1
Вологість, %	9,9	10,1	10,1	9,9
Сирий жир, %	1,07	4,10	3,73	3,45
Сирий протеїн, %	7,01	6,26	5,94	5,31
Вміст крохмалю, %	38,9	43,3	44,2	45,5

Всі отримані зразки екструдатів мали приємний запах, рівномірний жовтувато-коричневий колір, гіркий смак був відсутній, що має позитивний вплив при згодовуванні тваринам.

**Висновок.** Проведені дослідження дали змогу отримати екструдовану суміш із додавання жолудів і каштанів, що характеризуються добрими фізико-хімічними і хімічними показниками та можуть бути використанні при виробництві комбікормів для баранів, свиней, овець тощо. Подальшими дослідженнями заплановано провести визначення вмісту антипоживних речовин та динаміки їх зміни в процесі екструдування.

## Список літератури:

1. Растительные белковые корма / Пер. с англ. А.А. Воревича, Н.А. Емельяновой и Е.Н. Степановой. Под ред. проф. А.С. Солуна. – М.: Колос, 1965. – 606 с.
2. Формазюк В.И. Энциклопедия пищевых лекарственных растений. Культурные и дикорастущие растения в практической медицине / В.И. Формазюк; под ред. Н.П. Максютин. – Київ: А.С.К., 2003. – 792 с.
3. Нетрадиционные корма как альтернатива привычному рациону [http://faqukr.ru/dim-i-sim-ja/136200-netradicijni-kormi-v-dopomogu-fermeru.html]: по материалам ФГНУ «Росинформагротех», Маринченко Т.Е.
4. Афанасьев В.А. Теория и практика специальной обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2002. – 296 с.
5. Шаповаленко О.И. Производство комбикормов на Украине // Комбикорма. 2000. – № 1. – С. 17.
6. Экструдирование зернового сырья // Комбикорма № 4, 1999.
7. Экструзия в пищевой технологии / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.С. Рудометкин – СПб.: ГИОРД, 2000. – 288 с.

**Подвальная О.О., Шаран А.В.**

Национальный университет пищевых технологий

## ЭКСТРУДИРОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО КРАХМАЛОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

### Аннотация

В статье описана возможность использования такого нетрадиционного крахмалосодержащего сырья как желуди и каштаны при производстве кормов. Изложены результаты исследования особенностей процесса экструдирования выбранных образцов. Проанализировано целесообразность внедрения данной технологии.

**Ключевые слова:** экструдирование, крахмалосодержащее сырье, жёлудь, каштан, содержание белка.

**Podvalna O.O., Sharan A.V.**  
National University of Food Technologies

## EXTRUSION OF NON-TRADITIONAL STARCH-CONTAINING RAW MATERIALS

### Summary

The article describes the possibility of using such a non-traditional starch-containing raw materials such as acorns and chestnuts in the feed production. The results of studies of the extrusion process the selected samples. Analyzed the feasibility of implementing this technology.

**Keywords:** extrusion, starch-containing raw materials, acorns, chestnuts, the protein content.

УДК 641.87

## РОЗРОБЛЕННЯ ПРОТЕЇНОВИХ СМУЗИ НА ОСНОВІ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

**Силка І.М., Семененко Ю.А.**

Національний університет харчових технологій

У статті представлені результати досліджень в області створення напоїв підвищеної біологічної цінності. В якості основних харчових компонентів запропоновані йогурт жирністю 1%, шавнат, насіння чіа. Дослідженні фізико-хімічні показники вихідної сировини та готового продукту. Експериментально встановлені співвідношення рецептурних компонентів. Розроблена технологія протеїнового смузі.

**Ключові слова:** смузі, біологічна цінність, шавнат, чіа.

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день, харчування є найважливішою константою в житті будь якого спортсмена. Харчування спортсмена відрізняється від харчування звичайної людини, оскільки важкі навантаження і досить специфічні вимоги до функціональності організму диктують ретельний підбір складу раціону. Людям, що активно займаються силовими видами спорту, рекомендується споживання високобілкових продуктів для відновлення і набору м'язової маси, необхідної як для змагань, так і для власного самозадоволення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Завдання цілеспрямованого регулювання адаптивного синтезу білків в процесі спортивної діяльності вирішуються різними шляхами, з яких вельми перспективними є розробка спеціалізованих продуктів підвищеної біологічної цінності з відносно високим вмістом білка і збалансованих за незамінними факторами харчування [1].

Закордоном для вирішення цього завдання багатьма лабораторіями запропоновані спеціалізовані продукти підвищеної біологічної цінності і фармакологічні засоби, які можна розподілити на наступні групи [2]:

- продукти з підвищеним вмістом білка: білковий бісквіт, білково-глюкозний шоколад «Спорт», білкове печиво «Олімп», білкове печиво (солоне), білковий мармелад, а також продукти зарубіжного виробництва шинелпротеїн, казілан, протифан і ін.

- попередники пуринових і піримідинових нуклеотидів і їх похідні: інозин, оротат калію, 4-метилурацил-метацил і ін.

- окремі амінокислоти: триптофан, тирозин, глютамінова кислота(панангін), метіонін і ін., та збалансовані суміші амінокислот.

Головна вимога до їжі в період підготовки спортсмена це кратність прийомів їжі повинна становити до 5 разів на день. До продуктів спортивного харчування висувається ряд наступних задач:

- 1) у повному обсязі забезпечити витрати енергії;

- 2) підвищена на 15-30% кількість повноцінних і легкозасвоєваних білків;

- 3) наявність всіх амінокислот в оптимальних співвідношеннях та вітамінів В1, В2, В3, РР(ніацин) і С, які сприяють обміну білків;

Досягти цієї мети дозволяють напої високої біологічної цінності до яких відносять смузі [3]. Це досить енергетичний напій, що легко і швидко засвоюється організмом, а одна порція може замінити повноцінний прийом їжі.

Смузі є оптимальним напоєм, компонентний склад якого можна компоувати заплановано [4]. Тобто підбирати інгредієнти залежно від поставлених задач.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Для проектування полінутрієнтового складу протеїнового смузі було проведено підбір рецептурних компонентів. У ході теоретично опрацьованих матеріалів було визначено, що для спортсменів є доцільним використання такої сировини як шавнат, насіння шавлії іспанської, арахіс, мед та м'ята.

*Шавнат* – нова гібридна культура, створена в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. Шавнат використовується як харчова, енергетична кормова та лікарська рослина [5]. Він є джерелом рослинного біологічно цінного білка, макро- та мікроелементів, вітамінів, кислот, каротинів, має високу калорійність 443,7 ккал. Аналіз біологічної цінності білків шавнату свідчить, що білок шавнату є майже