
NUTRITIONAL VALUE AND APPLICATION OF PHYSALIS LEAVES AS FEED ADDITIVES

Ch. Assist. Prof. Nadezhda Mazova, PhD

Department of Engineering Ecology,

University of Food Technologies Plovdiv

E-mail: nmihalkova11@gmail.com

Abstract: Using vegetable waste from the food industry to produce compound feed is a modern, environmentally friendly approach that has been gaining popularity in recent years. This study examined the leaves of two Bulgarian genotypes of *Physalis* (*Physalis peruviana* L.). The content of protein, cellulose, amino acids (cysteine, methionine, lysine) and minerals (K, Mg) in the leaves was analysed and compared with other feed components to determine the feasibility of including physalis leaves in the composition of animal feed. The results and comparative analyses provided a basis for considering the plant residues studied as a potential additive in feed mixtures.

Keywords: *Physalis*, Leaves, Plant residues, Feed additives.

ВЪВЕДЕНИЕ

Последните демографски прогнози сочат нарастване на световното население с приблизително 2 милиарда души до 2050 г., което неизбежно ще доведе до увеличаване на потреблението и производството на хранителни продукти, в т.ч. и на тези от животински произход. Подобен прираст на глобалното население неминуемо ще задълбочи актуалните проблеми с генерирането на големи количества отпадъчна биомаса и с недостига на растителни фуражи. Ето защо през последните десетилетия се акцентира върху търсенето и прилагането на разнообразни екологични подходи за намаляване на вредното въздействие на депонираните отпадъци от хранителната индустрия, от една страна, и за увеличаване наличието на растителни протеини – от друга. Актуално решение в тази насока е използването на отпадъчна биомаса от хранително-вкусовата промишленост (ХВП) за производството на фуражни смеси за селскостопански животни.

В различните етапи на производство, от събирането до преработката на растителните суровини, се генерират значителни количества отпадъчни продукти, които са с установено отрицателно влияние в екологичен аспект, в следствие на парниковите газове, отделящи се при тяхното депониране (Zhivkova, V., 2018; Mazova, N., 2023). Включването именно на отпадъците с растителен произход в състава на различни фуражни смеси е екологичен подход за понижаване на вредното въздействие от тяхното депониране и същевременно решение на проблема с недостига на конвенционални фуражи.

Наличието на компоненти с хранителна ценност – протеин, целулоза, аминокиселини, макроеlementи и др., обуславя добавянето на редица растителни отпадъци от ХВП в състава на фуражни смеси, например: листа от карфиол, зеле, репички и захарно цвекло (Wadhwa, M., & Bakshi, M., 2005); листа от сладки картофи (Akram, M., & Firincioglu, S., 2019) и от маниока (Onwuka, C., Adetiloye, P., & Afolami, C., 1997); слънчогледови стъбла (Sadh, P., Duhan, S., & Duhan, J., 2018); тиквени отпадъци (Valdez-Arjona, L., & Ramirez-Mella, M., 2019); плодови обвивки от физалис (Mazova, N., 2023) и др. суровинни източници (Mazova, N., 2024).

През последните десетилетия научният интерес е насочен към изследване на екзотични, нетрадиционни за ХВП растения с доказани антиоксидантни свойства като вида *Physalis peruviana* L., носещ тривиалното наименование „физалис“. Видът произхожда от района на Андите (Перу и Еквадор), като се разпространява в цяла Южна Америка по време на империята на инките. По-късно е интродуциран от испанците в Южна Африка, откъдето се разпространява в много страни от тропическата и субтропическата зона. Понастоящем физалисът се култивира в Централна и Южна Европа, Южна Америка, Северна Америка, Азия, Тихоокеанския регион и др. (Puente, L., Pinto-Muñoz, C., Castro, E., & Cortés, M., 2011).

Отглеждането му е основно заради плодовете, които са с изразени вкусови качества и хранителна ценност (Hemalatha, R., Kumar, A., Prakash, O., Supriya, A., Chauhan, A., & Kudachikar, V., 2018; Naeem, M., Hassan, L., & El-Aziz, M., 2019), поради което намират широко приложение в кулинарията.

Понастоящем, за нашата страна, той остава сравнително непознат и екзотичен вид, независимо, че в Южна България се отглежда единственият селектиран сорт „Пловдив“ (Panayotov, N., 2009), а растението се култивира и в биоферма в Североизточна България.

При събирането на плодовете обаче, като отпадъчен продукт в значителни количества, се генерират листата – източник на хранителни и биологично активни вещества (Popova, V., Ivanova, T., Stoyanova, M., Mazova, N., Panayotov, N., & Stoyanova, A., 2021).

В много страни, в които има традиция при отглеждането на физалиса, листата се използват при лечение на кожни болести, жълтеница, язва, треска, глаукома, стомашни неразположения, като антисептици, диуретици и антибиотици (Anjalam, A., Kalpana, S., Vijai, D., & Premalatha, S., 2016; Sharmila, S., Kalaichelvi, K., Rajeswari, M., & Anjanadevi, N., 2014; Zhang, Y.-J., Deng, G.-F., Xu, X.-R., Wu, S., Li, S., 2013), а получената от тях отвара – за лечение на диабет, малария и пневмония (Maobe, Млис., Gatebe, E., Gitu, L., & Rotich, H., 2013).

В нашата страна изсъхналите листа се използват само като органичен тор.

Поради това цел на настоящия материал е оценяване на потенциала на листата на физалиса за приложението им като алтернативна добавка в храна за животни.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Материали и методи

Анализирани са листа от два български генотипа физалис:

- Единственият български сорт „Пловдив“, Южна България (Ф-БС);
- Интродуциран сорт от ферма за биологично земеделие, Североизточна България (Ф-ИС).

Листата са отделяни ръчно от стъблата, след което са: изсушавани ($22 \pm 0,5^\circ\text{C}$), съхранявани в пластмасови торбички ($5-8^\circ\text{C}$) и смилани или надробявани, в зависимост от приложените методи.

На листата от двата изследвани генотипа физалис е определено съдържанието на различни хранителни вещества (Popova, V., Ivanova, T., Stoyanova, M., Mazova, N., Panayotov, N., & Stoyanova, A., 2021): протеин, целулоза, аминокиселини, минерали.

Всички анализи са осъществявани в трикратна повтаряемост, а изложените в таблиците данни са представени като средноаритметични стойности.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Протеин и целулоза

Получените стойности за съдържание на протеин и целулоза в листата от физалис, анализирани в предходно проучване (Popova, V., Ivanova, T., Stoyanova, M., Mazova, N., Panayotov, N., & Stoyanova, A., 2021), са представени на табл. 1.

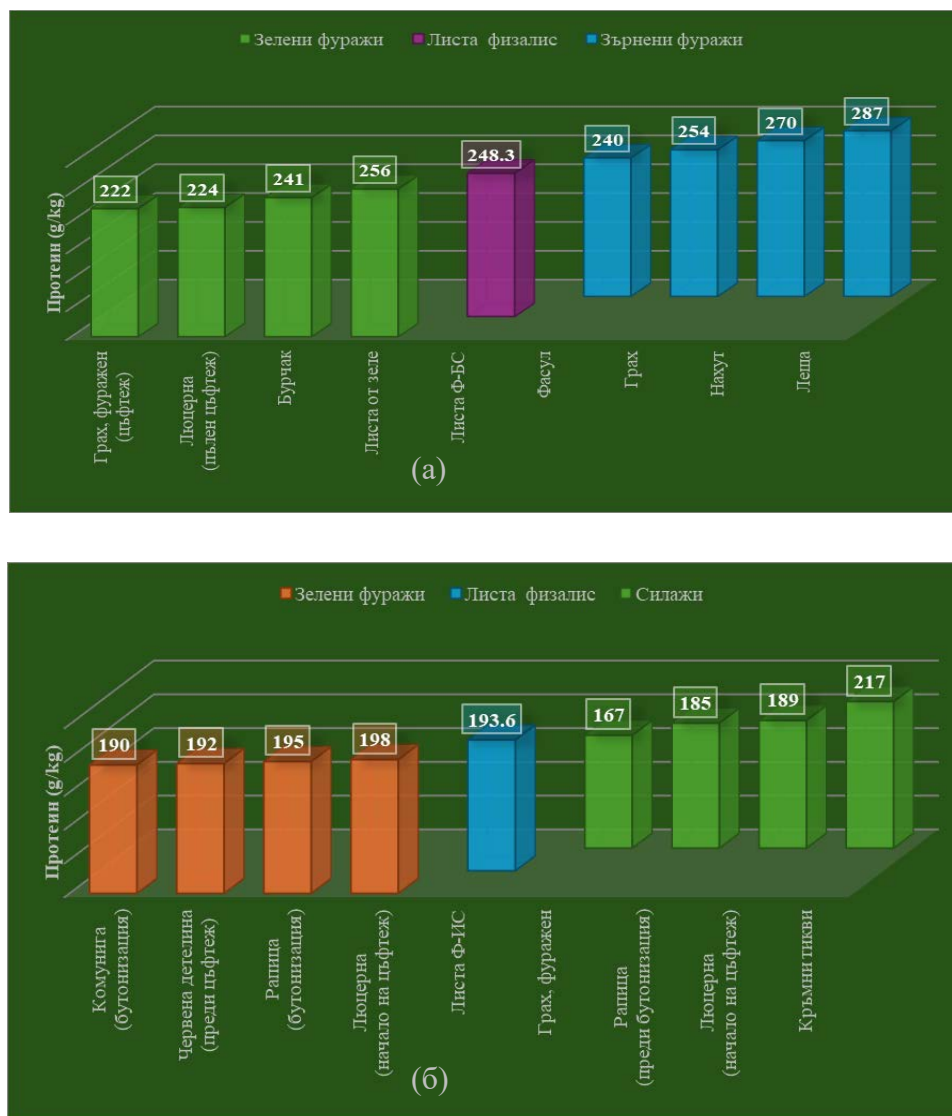
Таблица 1. Съдържание на протеин и целулоза в листа от физалис

№	Показатели	Ф-БС*	Ф-ИС
1	Протеин, g/kg	$248,3 \pm 0,2$	$193,6 \pm 0,2$
2	Целулоза, g/kg	$186,3 \pm 0,2$	$276,3 \pm 0,3$

* използваните съкращения са описани в част Материали и методи.

От изложените данни се установява вариране между стойностите на двата изследвани генотипа, обосновано от влиянието на сорта и условията на отглеждане на растенията. Независимо от отчетените различия между изследваните суровини, съдържанието на протеин и на целулоза в тях обуславя разглеждането им като потенциална добавка в храна за животни. За целта е направена съпоставка, по литературни данни (Todorov, N., Krachunov, I., Dzhuvinov, D. & Alexandrov, A., 2007), с редица източници, използвани в състава на фуражи.

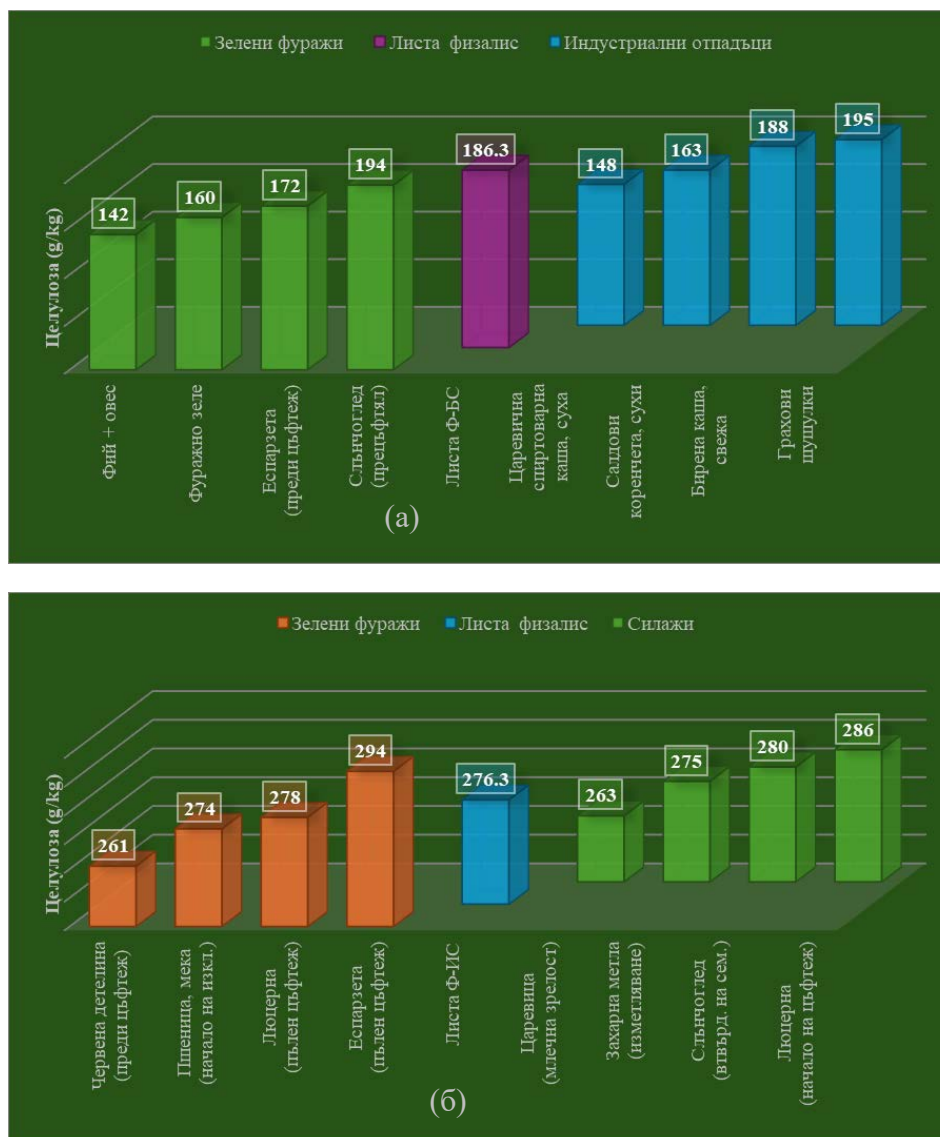
На фиг. 1 графично е представен направеният сравнителен анализ между изследваните листа от физалис със зелени и зърнени фуражи и със силажи, спрямо съдържанието на суров протеин.



Фиг. 1. Сравнителен анализ на съдържанието на протеин в: (а) листа Ф-БС, зелени и зърнени фуражи; (б) листа Ф-ИС, зелени фуражи и силажи

Данните, изложени на фиг. 1(а) и 1(б), показват, че по отношение на съдържанието на суров протеин листата от физалис Ф-БС се доближават до зелен фураж от бурчак (241 g/kg) и до зърнен фураж от грах (254 g/kg), а тези от Ф-ИС – съответно до зелен фураж от червена детелина преди цъфтеж (192 g/kg) и до силаж от люцерна в начало на цъфтеж (189 g/kg).

На фиг. 2 е представена направената съпоставка между листата от двата изследвани генотипа физалис със зелени фуражи, силажи и индустриални отпадъци от ХВП, по отношение на съдържанието на целулоза.



Фиг. 2. Сравнителен анализ на съдържанието на целулоза в: (а) листа Ф-БС, зелени фуражи и индустриални отпадъци; (б) листа Ф-ИС, зелени фуражи и силажи

От резултатите, представени на фиг. 2(а) и 2(б), се установява, че стойностите за целулоза в листата Ф-БС се доближават най-много до тези в зелен фураж от прецъфтял слънчоглед (194 g/kg) и в свежа бирена каша (188 g/kg), а в листата Ф-ИС – до зелен фураж от люцерна по време на пълен цъфтеж (278 g/kg) и до силаж от слънчоглед по време на втвърдяване на семената (275 g/kg).

Аминокиселини

Известно е, че хранителната стойност на компонентите в хранителните смеси за животни е пряко свързана с качеството на протеина. Изследван е аминокиселинният състав на листата от двата български генотипа физалис, тъй като качеството на протеина оказва съществено влияние върху хранителната стойност на компонентите, участващи в състава на фуражните смеси. На табл. 2 е представено съдържанието на традиционните лимитиращи аминокиселини (цистеин, метионин и лизин) в храната за селскостопански животни, определено в предходно проучване (Popova, V., Ivanova, T., Stoyanova, M., Mazova, N., Panayotov, N., & Stoyanova, A., 2021).

Таблица 2. Аминокиселини в листа от физалис

№	Показатели	Ф-БС*	Ф-ИС
1	Цистеин, g/kg	5,46 ± 0,05	1,35 ± 0,01
2	Метионин, g/kg	16,13 ± 0,15	0,45 ± 0,01
3	Лизин, g/kg	30,54 ± 0,29	19,91 ± 0,18

* използваните съкращения са описани в част Материали и методи.

Установените разлики в концентрациите на анализираниите аминокиселини, изложени на табл. 2, могат да бъдат обяснени със своеобразните агро-екологични условия на отглеждане, а отчетените резултати дават основание за съпоставяне на листата от физалис, по литературни данни (Todorov, N., Krachunov, I., Dzhuvinov, D. & Alexandrov, A., 2007), с други фуражни компоненти.

На фиг. 3 графично е представен проведеният сравнителен анализ между изследваните листа от физалис с индустриални отпадъци от ХВП и зърнени фуражи, спрямо съдържанието на цистеин, метионин и лизин.



Фиг. 3. Сравнителен анализ на съдържанието на цистеин, метионин и лизин в: (а) листа Ф-БС и индустриални отпадъци от ХВП; (б) листа Ф-ИС и зърнени фуражи

От данните, представени на фиг. 3(а), се установява, че листата от физалис Ф-БС се доближават най-много до: фуражни дрожди спрямо концентрацията на цистеин (5,49 g/kg); слънчогледов шрот спрямо концентрацията на метионин (10,75 g/kg); соев шрот спрямо концентрацията на лизин (32,45 g/kg). Резултатите, представени на фиг. 3(б), показват, че листата от физалис Ф-ИС са сходни с нахут по съдържание на цистеин (2,43 g/kg) и с бакла по съдържание на метионин (2,02 g/kg) и на лизин (18,79 g/kg).

Сравнителният анализ показва, че листата на физалиса могат да се класифицират като растителен материал с високо качество на протеин (Murgov, I., Plishtakova, M., Denkova, Z., 1995), което е важен аспект в храните за животни. Може да се отбележи и сравнително високото съдържание на лизин, особено в листата, който е една от обичайните лимитиращи аминокиселини (заедно с метионин и цистеин) в храните за животни (пилета, прасета).

Минерали

Анализиран е минералният състав на листата от двата изследвани генотипа физалис, тъй като минералните елементи са важен компонент в състава на фуражите, който подпомага растежа, развитието и възпроизводството на животните.

На табл. 3 е представено съдържанието на макроминералите К и Mg, публикувано в предходно изследване (Popova, V., Ivanova, T., Stoyanova, M., Mazova, N., Panayotov, N., & Stoyanova, A., 2021). В листата не са открити тежките метали олово, кадмий и хром, което е предпоставка за тяхното приложение в храни за животни.

Таблица 3. Макроминерали в листа от физалис

№	Показатели	Ф-БС*	Ф-ИС
1	Калий, g/kg	23,3 ± 0,2	25,0 ± 0,2
2	Магнезий, g/kg	13,3 ± 0,1	3,8 ± 0,1

* използваните съкращения са описани в част Материали и методи.

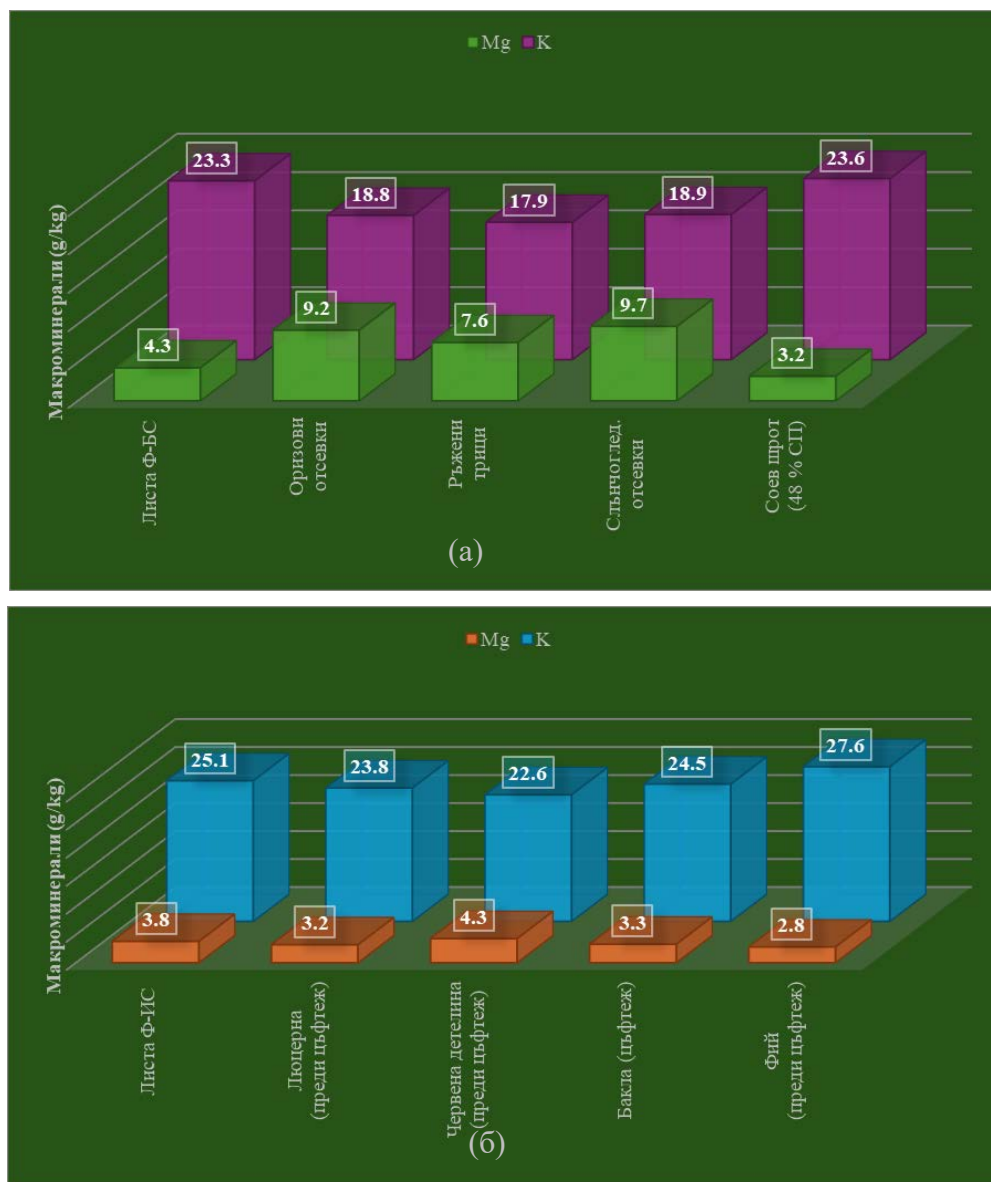
Отчетените разлики в концентрацията на К и Mg между листата на изследваните генотипове физалис най-вероятно са резултат от въздействието на почвени и генетични фактори, а получените стойности обосновават провеждането на сравнителен анализ, по литературни данни (Todorov, N., Krachunov, I., Dzhuvinov, D. & Alexandrov, A., 2007), с други растителни източници, включвани във фуражи.

На фиг. 4 е представена направената съпоставка между изследваните листа от физалис с индустриални отпадъци от зърно и зелени фуражи, спрямо съдържанието на К и Mg. От данните, изложени на фиг. 4(а) и 4(б), се установява, че стойностите на К и Mg в листата Ф-БС са най-близки до тези в соев шрот (съответно 23,6 g/kg и 3,2 g/kg), а в листата Ф-ИС – до бакла по време на цъфтеж (съответно 24,5 g/kg и 3,3 g/kg).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Съдържанието и отчетените концентрации на протеин, целулоза, аминокиселини и макроминерали в състава на изследваните листа от физалис, дават основание за оценяването им като потенциална биодобавка в състава на фуражни смеси.

За повишаване на хранителната стойност на фуражните смеси, съгласно хранителния режим на животните, листата от физалис, свежи или сухи, могат да се използват в комбинация и с други отпадъци от селското стопанство и ХВП.



Фиг. 4. Сравнителен анализ на съдържанието на калий и магнезий в: (а) листа Ф-БС и индустриални отпадъци от зърно; (б) листа Ф-ИС и зелени фуражи

REFERENCES

- Akram, M., & Firincioğlu, S. (2019). The use of agricultural crop residues as alternatives to conventional feedstuffs for ruminants: a review. *Eurasian Journal of Agricultural Research*, 3(2), 58-66.
- Anjalam, A., Kalpana, S., Vijai, D., & Premalatha, S. (2016). Documentation of medicinal plants used by malayali tribes in Kolli Hills. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 3(3), 101-107.
- Hemalatha, R., Kumar, A., Prakash, O., Supriya, A., Chauhan, A., & Kudachikar, V. (2018). Development and quality evaluation of ready to serve (RTS) beverage from Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *Beverages*, 4(2), 42.
- Maobe, M., Gatebe, E., Gitu, L., & Rotich, H. (2013). Preliminary phytochemical screening of eight selected medicinal herbs used for the treatment of diabetes, malaria and pneumonia in Kisii region, Southwest Kenya. *European journal of applied sciences*, 5(10), 1-6.
- Mazova, N. (2023). Fruit husks of physalis - non-traditional feed additives. Youth Forums "Science, Technology, Innovation, Business" 2023 autumn, 29th-30th November 2023, Plovdiv, 180-185. (Оригинално заглавие: Мазова, Н. (2023). Плодови обвивки от физалис – нетрадиционни добавки към фуражни смеси. Младежки форум „Наука, Технологии, Иновации, Бизнес“ 2023 есен, 29 – 30 ноември 2023, Пловдив, 180-185).

Mazova, N. (2024). Environmental solutions for the recovery of food waste: a mini-review. Youth Forums "Science, Technology, Innovation, Business" 2024 spring, 25th-26th April 2024, Plovdiv, 89-94. **(Оригинално заглавие: Мазова, Н. (2024). Екологични решения за оползотворяване на отпадъци от хранително-вкусовата промишленост: Кратък обзор. Младежки форум „Наука, Технологии, Иновации, Бизнес“ 2024 пролет, 25 – 26 април 2024, Пловдив, 89-84).**

Murgov, I., Ploshtakova, M., Denkova, Z. (1995). Amino acids are used in food, agriculture, medicine, and cosmetics. Agropress Publishing House, Sofia. **(Оригинално заглавие: Мургов, И., Площактова, М., Денкова, З. (1995). Аминокиселините в хранителната промишленост, селското стопанство, медицината и козметиката. ИК „Агропрес“, София).**

Naeem, M., Hassan, L., & El-Aziz, M. (2019). Enhancing the pro-health and physical properties of ice cream fortified with concentrated golden berry juice. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentarium*, 18(1), 97-107.

Onwuka, C., Adetiloye, P., & Afolami, C. (1997). Use of household wastes and crop residues in small ruminant feeding in Nigeria. *Small Ruminant Research*, 24(3), 233-237.

Panayotov, N. (2009). "Plovdiv" – the first Bulgarian cultivar of physalis (*Physalis peruviana* L.). *Agrarian Sciences*, 1(1), 9-12. **(Оригинално заглавие: Панайотов, Н. (2009). „Пловдив“ – първият български сорт физалис (*Physalis peruviana* L.). Аграрни науки, 1(1), 9-12).**

Popova, V., Ivanova, T., Stoyanova, M., Mazova, N., Panayotov, N., & Stoyanova, A. (2021). The leaves and stems of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) as an alternative source of bioactive substances. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1031(1), 012094.

Puente, L., Pinto-Muñoz, C., Castro, E., & Cortés, M. (2011). *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. *Food Research International*, 44(7), 1733-1740.

Sadh, P., Duhan, S., & Duhan, J. (2018). Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review. *Bioresources and Bioprocessing*, 5(1), 1-15.

Sharmila, S., Kalaichelvi, K., Rajeswari, M., & Anjanadevi, N. (2014). Studies on the folklore medicinal uses of some indigenous plants among the tribes of Thiashola, Manjoor, Nilgiris South Division, Western Ghats. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4(3), 14-22.

Todorov, N., Krachunov, I., Dzhuvinov, D. & Alexandrov, A. (2007). *A reference book on animal nutrition*, Sofia, Matcom press. **(Оригинално заглавие: Тодоров, Н., Крачунов, И., Джувинов, Д., Александров, А. (2007). Справочник по хранене на животните, София, Изд. „Матком“.)**

Valdez-Arjona, L., & Ramírez-Mella, M. (2019). Pumpkin waste as livestock feed: Impact on nutrition and animal health and on quality of meat, milk, and egg. *Animals*, 9(10), 769.

Wadhwa, M., & Bakshi, M. (2005). Vegetable wastes - a potential source of nutrients for ruminants. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 22(2), 70-76.

Zhang, Y.-J., Deng, G.-F., Xu, X.-R., Wu, S., & Li, S. (2013). Chemical components and bioactivities of Cape gooseberry (*Physalis peruviana*). *International Journal of Food Nutrition and Safety*, 3(1), 15-24.

Zhivkova, V. (2018). Some examples of fruit and vegetable waste utilization. *Izvestia of the Union of Scientists - Varna, Economic Sciences Series*, 7(1), 163-173. **(Оригинално заглавие: Живкова, В. (2018). Някои примери за оползотворяване на отпадъци от плодове и зеленчуци. Известия на Съюза на учените – Варна, серия Икономически науки, (7)1, 163-173.)**