

VALORIZATION OF BY-PRODUCTS FROM PUMPKIN AND FLAX PROCESSING – REVIEW

Pajtim Rrustemi

University „St. Kliment Ohridski“-Bitola, Faculty of Technology and Technical Sciences-Veles, Republic
of North Macedonia, pajtim.rustemi@uklo.edu.mk

Abstract: Limited environmental resources, a growing world population, and the increasing demand for renewable and sustainable sources are the basis for the search for healthy food products. The current demand for healthy and sustainable food is driving the development of new alternatives, even for traditional products. By replacing or adding new ingredients, food products can become a healthier choice for consumers interested in a balanced diet and sustainable consumption. One way to achieve sustainability in the food industry is to utilize by-products from food processing. The circular economy model plays an important role in the valorization of by-products, which helps reduce waste and conserve natural resources. The food industry applies this model to increase the efficiency of production processes and convert by-products into useful raw materials. An example of such innovations is the use of by-products from pumpkin and flax processing (pumpkin peel, pumpkin seeds, defatted pumpkin seed cake, defatted flax seed cake). By-products from pumpkin and flax processing are rich in proteins, minerals, vitamins, and bioactive components such as phenols, soluble and insoluble dietary fibers, and unsaturated fatty acids. These compounds exhibit antioxidant, anti-carcinogenic, anti-inflammatory, antidiabetic, and antimicrobial properties and may reduce the risk of chronic diseases. Due to their rich nutritional composition, they are considered functional products that can contribute to meeting basic nutritional needs, improving general well-being, reducing the risk of diseases or promoting optimal health. Current state-of-the-art functional food technology is related to the use of by-products from the food industry. The aim of this paper is to provide an overview of the available scientific literature regarding the utilization of by-products from pumpkin and flax processing by using various databases of available scientific literature. In the scientific literature, there is information about conducted studies that examined the potential for the application of by-products from pumpkin and flax processing in the production of bread, cookies, biscuits, muffins, crackers, cakes, pasta, and other bakery products. The authors believe that this method of use can improve the quality of bakery products, not only in terms of nutritional value but also in terms of their physical, sensory, and textural characteristics. Also, the addition of these non-traditional raw materials can reduce the calorie content of the final products. In the context of the sustainable food industry, the authors emphasize that it is important to develop products that optimize the utilization of by-products from pumpkin and flax processing while satisfying the needs of consumers for healthy and quality food. These products simultaneously contribute to reducing waste and environmental impact, which is crucial for the future of food systems.

Keywords: pumpkin, flax, by-products, valorization, sustainability

ВАЛОРИЗАЦИЈА НА НУСПРОИЗВОДИТЕ ОД ПРЕРАБОТКАТА НА ТИКВА И ЛЕН –ПРЕГЛЕД

Пајтим Рустеми

Универзитет „Св. Климент Охридски“ – Битола, Технолошко-технички факултет – Велес,
Република Северна Македонија, pajtim.rustemi@uklo.edu.mk

Резиме Ограничените ресурси на животната средина, зголемената светска популација и зголемената побарувачка за обновливи и одржливи извори се основата во барањето на здрави прехранбени производи. Сегашната побарувачка за здрава и одржлива храна поттикнува развој на нови алтернативи, дури и кај традиционалните производи. Со замена или додавање нови состојки, прехранбените производи можат да станат поздрав избор за потрошувачи заинтересирани за урамнотежена исхрана и одржлива потрошувачка. Еден од начините за одржливост во прехранбената индустрија е искористување на нуспроизводите од преработката на храна. Кругниот економски модел игра важна улога во валоризацијата на нуспроизводите, што помага во намалувањето на отпадот и зачувувањето на природните ресурси. Прехранбената индустрија го применува овој модел за да ја зголеми ефикасноста на производните процеси и да ги претвори нуспроизводите во корисни сировини. Пример за такви иновации е користењето на нуспроизводите од преработката на тиква и лен (кора од тиква, семки од тиква, обезмастена погача од семки од тиква, обезмастена погача од семки од лен). Нуспроизводите од преработката на тиква и лен се богати со протеини,

минерали, витамини и биоактивни компоненти како феноли, растворливи и нерастворливи диететски влакна и незаситени масни киселини. Овие соединенија покажуваат антиоксидантни, антиканцерогени, антиинфламаторни, антидијабетични и антимикробни својства и може да го намалат ризикот од хронични болести. Поради богатиот нутритивен состав тие се сметаат за функционални производи кои можат да придонесат да се задоволат основните хранливи потреби, да се подобри општата благосостојба, да се намали ризикот од болести или да се промовира оптималното здравје. Сегашната најсовремена технологија за функционална храна е поврзана со употребата на нуспроизводи од прехранбената индустрија. Целта на овој труд е да се даде преглед на достапната научна литература во поглед на искористувањето на нуспроизводите од преработката на тиква и лен преку користење на различни бази на податоци на достапна научна литература. Во научната литература постојат информации за спроведени студии каде што е испитуван потенцијалот за примена на нуспроизводите од преработката на тиква и лен во производството на леб, кекси, бисквити, мафини, крекери, колачи, тестенини и други пекарски производи. Авторите сметаат дека ваквиот начин на употребата може да го подобри квалитетот на пекарските производи, не само во однос на хранливоста, туку и во однос на нивните физички, сензорни и текстурни карактеристики. Исто така, додавањето на овие нетрадиционални сировини може да ја намали и содржината на калории на крајните производи. Во контекст на одржливата прехранбена индустрија, авторите истакнуваат дека важно е да се развијат производи кои го оптимизираат искористувањето на нуспроизводите од преработката на тиква и лен, притоа задоволувајќи ги потребите на потрошувачите за здрава и квалитетна храна. Овие производи истовремено придонесуваат за намалување на отпадот и влијанието врз животната средина, што е клучно за иднината на прехранбените системи.

Клучни зборови: тиква, лен, нуспроизводи, валоризација, одржливост

1. ВОВЕД

Современата побарувачка за здрава и одржлива храна стимулира развој на нови алтернативи, дури и за традиционалните производи. Промените во составот на храната може да се постигнат со намалување на одредени состојки, додавање нови или замена на традиционалните со други, што резултира со поздрави опции за сè поголемиот број на потрошувачи кои се грижат за урамнотежена исхрана. Дополнително, зголемената побарувачка за одржливи производи помага во намалувањето на влијанието врз животната средина. Современите иновации исто така опфаќаат искористување на нуспроизводите од храна за зголемување на квалитетот на постоечките производи. Сепак, треба да се има предвид дека не сите потрошувачи се подготвени да прифатат храна создадена со нови состојки или технологии (Rabadán et al., 2021).

Одржливоста на прехранбената индустрија подразбира исполнување на сегашните и идните потреби за храна, истовремено зачувувајќи ги природните ресурси и екосистемите (Muscio et al., 2020). Одржувањето на природните ресурси и екосистемите вклучува намалување на CO₂ емисиите, заштита на водата и почвата, како и зачувување на биолошката разновидност (Veldkamp et al., 2022). Кружниот економски модел овозможува искористување на агро-прехранбените нуспроизводи со цел намалување на отпадот и заштита на животната средина. Во последните години значителен напредок е постигнат во вреднувањето на отпадот од земјоделско-прехранбената индустрија како одржлив извор, следејќи го моделот на „циркуларна/кружна економија“ (Gavril (Rațu) et al., 2024). Отпадот од храна, особено од преработката на овошје и зеленчук, нуди разни природни пигменти (секундарни метаболити) како каротеноиди (жолти до портокалови нијанси), антоцијани (сини до виолетови), хлорофили (зелени), беталаини (темноцрвени до розови), и природни адитиви за подобрување на квалитетот на прехранбените производи (Gavril (Rațu) et al., 2024; Sharma et al., 2021).

Прехранбените производи кои освен нутритивните карактеристики на храната придонесуваат и за здравствени придобивки се нарекуваат функционални производи (Olaniran et al., 2023). Овие прехранбени производи се збогатени или подготвени со биолошко активни компоненти. Содржината на овие биолошко активни компоненти е да обезбедат посебни здравствени предности, како и да ги задоволат основните хранливи потреби (Gul et al., 2016). Функционалната храна е направена за да се подобри општата благосостојба, да се намали ризикот од болести или да се промовира оптимално здравје (Delfanian et al., 2020). Сегашната најсовремена технологија за функционална храна е поврзана со употребата на нуспроизводи кои се богати на биоактивни соединенија, како феноли, диететски влакна, масла и др. (Granato et al., 2023).

Целта на овој труд е да се даде преглед на понови литературно достапни податоци во поглед на вреднувањето и искористувањето на нуспроизводите добиени при преработката на тиква и лен.

2. НУСПРОИЗВОДИ ОД ПРЕРАБОТКАТА НА ТИКВА И ЛЕН

Нуспроизводи кои се добиваат при преработката на тиква и лен се кора од тиква, семки од тиква, обезмастена погача од семки од тиква и обезмастена погача од семки од лен. Тиквата припаѓа на фамилијата *Cucurbitaceae* која се состои од околу 118 рода и 825 вида тикви и се вбројува во првите 10 водечки градинарски култури во светот (Jeffrey, 2019). Економски важни видови се *Cucurbita moschata* Duch., *Cucurbita maxima*, *Cucurbita ficifolia*, *Cucurbita pepo* L., *Cucurbita mixta* и *Telfairia occidentalis*. Тиквата се состои од кора (17,95%), месест дел (78,69%) и семиња (3,63%) (Batoool et al., 2022; Singh et al., 2024). Се карактеризира со одличен нутритивен состав и здравствени заштитни вредности на нејзиното семе. Семките од тиква се познати како мали, рамни, зелени јастиви семиња со вкус на орев и текстура на путер (Devi et al., 2018). Овие семки се важен дел од тиквата, но често се фрлаат како отпад (Kaur et al., 2018). Семките од тиквата содржат значително количество на минерали (калиум, магнезиум, селен, цинк, бакар, молибден, хром), биоактивни соединенија како токофероли и каротеноиди (Leichtweis et al., 2022).

По одделувањето на маслото од семки од тиква како остаток се добива погача. Оваа погача претставува нуспроизвод кој содржи значителна количина на диететски влакна, минерали, протеини, полинезаситени масни киселини, токофероли, полифеноли, каротеноиди и фитостероли (Aziz et al., 2023). Погачата е богат извор на олеинска (50,4%) и линолна (29,9%) киселина, како и на аминокиселината триптофан, а содржи и значителна количина фенолни соединенија. Според Litvynchuk et al. (2022), овој тип отпад се одликува со висока антиоксидантна активност. Благодарение на својот нутритивен профил, обезмастената погача се суши и меле во брашно, кое може да се искористи за збогатување или подобрување на хранливата вредност на различни прехранбени производи (Rrustemi et al., 2024). Лененото семе (*Linum usitatissimum*) е од фамилијата *Linaceae*. Семето е тркалезно и рамно со зашипени врвови. Сите делови од растението на ленено семе се користат за комерцијални цели. Лененото семе се смета како здрава храна поради високата содржина на различни хранливи материи и биоактивни соединенија како незаситени масни киселини (>70%), основно α -линоленска киселина (18:3n-3) како и олеинска (C18:1) и линолна киселина (C18:2), липиди, протеини, влакна, пептиди и микронутриенти (Dong et al., 2024).

Обезмастената погача, нуспроизвод од производството на масло, е богата со протеини и други хранливи состојки со потенцијални функционални својства. Поради својот висок нутритивен квалитет, може да се исуши и сомеле во брашно, кое може да се употреби како функционална состојка, додаток во биотехнолошки процеси, адитив или како храна за добиток (Bekhit et al., 2018).

3. ИСКОРИСТУВАЊЕ НА НУСПРОИЗВОДИТЕ ОД ТИКВА И ЛЕН

Поради богатиот нутритивен состав на нуспроизводите од тиква и лен направени се истражувања за можната нивана употреба како функционални состојки за збогатување на различни пекарски производи, а при тоа да се задржат нивните физички, текстурни и сензорни карактеристики.

Jeevitha et al. (2019) ги испитувале карактеристики на леб во кој интегралното пченично брашно е заменето со брашното од семки од тиква и утврдиле зголемување на волуменот на лебот и намалување на загубите при печење со зголемување на содржината на брашно од семки од тиква. Бојата на кората на лебот станала потемна со зголемување на содржината на брашното од семки од тиква. Утврдено е дека замената на 5% брашно од цело зрно пченица со брашното од семки од тиква не влијае врз цврстината, а со замена на 10 и 15% лебот станува потврд. Во однос на сензорните својства лебот со 10% брашното од семки од тиква имал најдобри сензорни својства. Од страна на Litvynchuk et al. (2022) се следени конформациските промени во структурата на тестото и лебот збогатен со брашно од семки од тиква. Утврдено е дека профилот на протеините со замена на 10% или повеќе пченично брашно целосно се променува, бидејќи содржината на сите аминокиселини во брашното од семки од тиква била повисока за 100% во споредба со аминокиселинскиот состав на пченичното брашно.

Lukić et al. (2019) ја испитувале можноста за користење брашно од обезмастена погача од семки од тиква како замена за пченично брашно во производството на бисквити. Резултатите покажале дека брашното од обезмастена погача од семки од тиква предизвикало помека текстура и намалување на дијаметарот, висината и волуменот на бисквитите. Брашното од обезмастена погача од семки од тиква придонело за интензивирање на зелената боја на бисквитите и пријатниот вкус на печено семе од тиква. Сензорната анализа покажала дека бисквитите со 40% брашно од обезмастена погача од семки од тиква имаат многу висока прифатливост, оценета со 7,57 поени. Според авторите, дури и употребата на 60% од ова брашно во рецептурата не би имала значително влијание врз севкупната прифатливост на бисквитите. Tekin-Cakmak et al. (2021), направиле обид за употреба на брашното од обезмастена погача од семки од тиква при производството на преливи за салати со намалени масти. Тие констатирале дека брашното од обезмастена

погача од семки од тиква успешно може да се користи како стабилизатор, оксидативен агенс и како природна замена на масти во при производството на преливи за салати со намалени масти. Tomić et al. (2022) истражувале употреба на девствено и ладно цедено брашно од обезмастена погача од семки од тиква при создавање нова рецептура за безглутенски крекери од брашно од наут. Дел од брашното од наут било заменето со 20% и 35% брашно од тиква, што резултирало со зголемена содржина на протеини, феноли и антиоксидантна активност. Оваа комбинација овозможила производство на безглутенски крекери со умерен гликемиски индекс, кои се богати со влакна и претставуваат извор на протеини и минерали. Aydin et al. (2023) развиле безглутенски тестенини со брашно од обезмастена погача од тиква користејќи генетски алгоритам за оптимизација на нутритивниот и сензорниот профил. Резултатите покажале подобрување на квалитетот на тестенините, особено во однос на протеините и диететските влакна. Sanmartin et al. (2020) користеле брашно од обезмастена погача од ленено семе (0% до 10%) за збогатување на леб од кисело тесто. Најдобри резултати во поглед на физичко-хемиските, нутритивните и сензорните карактеристики постигнал лебот со 5% брашно. Wirkijowska et al. (2020) утврдиле дека додавање на 15% брашно од ленено семе при производство на пченичен леб го зголемува приносот на лебот за 146,6% во споредба со контролниот примерок (137,5%). Zarzycki et al. (2020) произведувале тестенини збогатени со брашно од обезмастена погача од ленено семе, кои покажале подобрени нутритивни својства. Oliveira et al. (2023) испитувале ефектот на додавање брашно од ленено семе (5%, 15% и 30%) во безглутенски леб. Примероците биле значително побогати со протеини, масти и диететски влакна. Најдобар квалитет, текстура и изглед имал лебот со 15% брашно, кој бил највисоко оценет според технолошките и сензорните карактеристики.

4. ЗАКЛУЧОК

Во последниве години, прехранбената индустрија покажува значаен интерес кон функционалните и збогатените производи, кои се истакнуваат со својата зголемена популарност меѓу потрошувачите ширум светот. Овој тренд се одразува на зголемената употреба на нетрадиционални сировини во пекарството, што води до значителни нутритивни и сензорни подобрувања на крајните производи. Од претставениот литературен преглед може да се заклучи дека постои значителен потенцијал за употреба на нуспроизводи од агро-прехранбената индустрија, како што се семките од тиква, обезмастените погачи од семки од тиква и лен, во создавањето на функционални и збогатени прехранбени производи. Ова ги прави овие производи привлечни за потрошувачите кои бараат здрави и вкусни опции, додека прехранбените технолози продолжуваат да истражуваат нови начини за збогатување на традиционалните рецепти со иновативни и нутритивно богати состојки. Ваквиот пристап е во согласност со концептот на циркуларна економија, која настојува да ја намали количината на отпад и да ги оптимизира природните ресурси.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- Aydin, E., Turgut, S.S., Aydin, S., Cevik, S., Ozcelik, A., Aksu, M., Ozcelik, M.M., & Ozkan, G. (2023). A New Approach for the Development and Optimization of Gluten-Free Noodles Using Flours from Byproducts of Cold-Pressed Okra and Pumpkin Seeds. *Foods*, 12(10):2018. <https://doi.org/10.3390/foods12102018>.
- Aziz, A., Noreen, S., Khalid, W., Ejaz, A., Faiz ul Rasool, I., Maham, N., Munir, A., Farwa, N., Javed, M., Ercisli, S., Okcu, Z., Marc, R. A., Nayik, G. A., Ramniwas, S., & Uddin, J. (2023). Pumpkin and Pumpkin Byproducts: Phytochemical Constituents, Food Application and Health Benefits. *ACS Omega*, 8(26), 23346. doi: 10.1021/ACSOMEGA.3C02176
- Batool, M., Ranjha, M. M. A. N., Roobab, U., Manzoor, M. F., Farooq, U., Nadeem, H. R., Nadeem, M., Kanwal, R., Abdelgawad, H., Al Jaouni, S. K., Selim, S., & Ibrahim, S. A. (2022). Nutritional Value, Phytochemical Potential, and Therapeutic Benefits of Pumpkin (*Cucurbita* sp.). *Plants* 2022, 11(11), 1394. doi: 10.3390/PLANTS11111394
- Bekhit, A.E.D.A., Shavandi, A., Jodjaja, T., Birch, J., Teh, S., Mohamed, Ahmed, I.A., Al-Juhaimi, F.Y., Saeedi, P., & Bekhit, A.A. (2018). Flaxseed: Composition, detoxification, utilization, and opportunities. *Biocatal. Agric. Biotechnol.*, 13, 129–152.
- Delfanian, M., & Sahari, M. A. (2020). Improving functionality, bioavailability, nutraceutical and sensory attributes of fortified foods using phenolics-loaded nanocarriers as natural ingredients. *Food Research International*, 137, 109555. doi: 10.1016/J.FOODRES.2020.109555.
- Devi, M., Prasad, R. V., & Sagarika, N. (2018). A review on health benefits and nutritional composition of pumpkin seeds. *International Journal of Chemical Studies*, 6(3), 1154-1157. <https://www.chemijournal.com/archives/2018/vol6issue3/PartQ/6-3-36-289.pdf>.

- Dong, Y., Li, Y., Su, W., Sun, P., Yang, H., Li, Q., Du, S., & Yu, X. (2024). Differential metabolic networks in three energy substances of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) during germination. *Food Chemistry*, 443, 138463. doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2024.138463.
- Gavril (Rațu), R. N., Cârlescu, P. M., Veleșcu, I. D., Arsenoia, V. N., Stoica, F., Stănciuc, N., Aprodu, I., Constantin, O. E., & Răpeanu, G. (2024). The development of value-added yogurt based on pumpkin peel powder as a bioactive powder. *Journal of Agriculture and Food Research*, 16, 101098. doi: 10.1016/J.JAFR.2024.101098.
- Granato, D., Zabetakis, I., & Koidis, A. (2023). Sustainability, nutrition, and scientific advances of functional foods under the new EU and global legislation initiatives. *Journal of Functional Foods*, 109, 105793. doi: 10.1016/J.JFF.2023.105793.
- Gul, K., Singh, A. K., & Jabeen, R. (2016). Nutraceuticals and Functional Foods: The Foods for the Future World. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(16), 2617–2627. doi: 10.1080/10408398.2014.903384
- Jeffrey, C. (2019). Appendix: An Outline Classification of the *Cucurbitaceae*. *Biology and Utilization of the Cucurbitaceae*, 449–464. doi: 10.7591/9781501745447-039/HTML
- Jukić, M., Lukinac, J., Čuljak, J., Pavlović, M., Šubarić, D., & Koceva Komlenić, D. (2019). Quality evaluation of biscuits produced from composite blends of pumpkin seed oil press cake and wheat flour. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 54, 602–609. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13838>.
- Jeevitha GR, & Bhuvana, S. (2019). Study on the impact of pumpkin seed flour on whole wheat bread characteristics. *International Journal of Chemical Studies*, 7(4), 273–277.
- Kaur, M., & Sharma, S. (2018). Development and nutritional evaluation of cake supplemented with pumpkin seed flour. *Asian J. Dairy & Food Res*, 37(3), 232–236. doi: 10.18805/ajdfr.DR-1310
- Leichtweis, M.G., Molina, A.K., Pires, T.C.S., Dias, M.I., Calhelha, R., Bachari, K., Ziani, B.E.C., Oliveira, M.B.P.P., Pereira, C., & Barros, L. (2022). Biological Activity of Pumpkin Byproducts: Antimicrobial and Antioxidant Properties. *Molecules*, 27, 8366.
- Litvynchuk, S., Galenko, O., Cavicchi, A., Ceccanti, C., Mignani, C., Guidi, L., & Shevchenko, A. (2022). Conformational Changes in the Structure of Dough and Bread Enriched with Pumpkin Seed Flour. *Plants*, 11(20). doi: 10.3390/PLANTS11202762
- Muscio, A., & Sisto, R. (2020). Are Agri-Food Systems Really Switching to a Circular Economy Model? Implications for European Research and Innovation Policy. *Sustainability* 2020, 12(14), 5554. doi: 10.3390/SU12145554
- Olaniran, A. F., Osemwegie, O., Taiwo, E. A., Okonkwo, C. E., Ojo, O. A., Abalaka, M., Malomo, A. A., Iranloye, Y. M., Akpor, O. B., Bamidele, O. P., & Michael, T. (2023). Application and Acceptability of Microbiomes in the Production Process of Nigerian Indigenous Foods: Drive towards Responsible Production and Consumption. *Preventive Nutrition and Food Science*, 28(2), 108–120. doi: 10.3746/PNF.2023.28.2.108
- Rabadán, A., & Bernabéu, R. (2021). Food Innovation as a Means of Developing Healthier and More Sustainable Foods. *Food Innovation as a Means of Developing Healthier and More Sustainable Foods*, 160. doi: 10.3390/BOOKS978-3-0365-2090-2.
- Rrustemi, P., Stamatovska, V., Nakov, G., Pavlovska, G., & Jankuloska, V. (2024). Pumpkin and flax by-products - ingredients for better sensory characteristics of cookies. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 47, 25–30. <https://keypublishing.org/jhed/wp-content/uploads/2024/07/03.-Full-paper-Pajtim-Rustemi.pdf>.
- Sanmartin, C., Taglieri, I., Venturi, F., Macaluso, M., Zinnai, A., Tavarini, S., Botto, A., Serra, A., Conte, G., Flamini, G., & Angelini, L.G., (2020). Flaxseed cake as a tool for the improvement of nutraceutical and sensorial features of sourdough bread. *Foods*, 9, 204. <https://doi.org/10.3390/foods9020204>.
- Sharma, M., Usmani, Z., Gupta, V. K., & Bhat, R. (2021). Valorization of fruits and vegetable wastes and by-products to produce natural pigments. *Critical Reviews in Biotechnology*, 41(4), 535–563. doi: 10.1080/07388551.2021.1873240.
- Tekin-Cakmak, Z. H., Atik, I., & Karasu, S. (2021). The Potential Use of Cold-Pressed Pumpkin Seed Oil By-Products in a Low-Fat Salad Dressing: The Effect on Rheological, Microstructural, Recoverable Properties, and Emulsion and Oxidative Stability. *Foods*, 10(11), 2759. <https://doi.org/10.3390/foods10112759>
- Tomić, J., Škrobot, D., Popović, L., Dapčević-Hadnađev, T., Čakarević, J., Maravić, N., & Hadnađev, M. (2022). Gluten-Free Crackers Based on Chickpea and Pumpkin Seed Press Cake Flour: Nutritional, Functional and Sensory Properties. *Food technology and biotechnology*, 60(4), 488–498. <https://doi.org/10.17113/ftb.60.04.22.7655>.
- Veldkamp, T., Meijer, N., Alleweldt, F., Deruytter, D., Van Campenhout, L., Gasco, L., Roos, N., Smetana, S., Fernandes, A., & van der Fels-Klerx, H. J. (2022). Overcoming Technical and Market Barriers to Enable

- Sustainable Large-Scale Production and Consumption of Insect Proteins in Europe: A SUSINCHAIN Perspective. *Insects* 2022, 13(3), 281. doi: 10.3390/INSECTS13030281.
- Wirkijowska, A., Zarzycki, P., Sobota, A., Nawrocka, A., Blicharz-Kania, A., & Andrejko, D. (2020). The possibility of using by-products from the flaxseed industry for functional bread production. *LWT Food Science and Technology*, 118(6), 108860. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108860>.
- Zarzycki, P., Sykut-Domańska, E., Sobota, A., Teterycz, D., Krawęcka, A., Blicharz-Kania, A., Andrejko, D., & Zdybel, B. (2020). Flaxseed enriched pasta - chemical composition and cooking quality. *Foods*, 9, 404. <https://doi.org/10.3390/foods9040404>.