

APPLICATION OF NATURAL SOURCES OF NITRITE OF PLANT ORIGIN IN MEAT PROCESSING INDUSTRY

Aleksandra Silovska Nikolova

Faculty of Agricultural Sciences and Food, Ss. Cyril and Methodius University in Skopje,
Republic of North Macedonia, silovska@fznh.ukim.edu.mk

Daniela Belichovska

Institute of Animal Science, Ss. Cyril and Methodius University in Skopje,
Republic of North Macedonia, daniela.belichovska@istoc.ukim.mk

Abstract: The use of nitrite in meat processing industry is of great technological importance. Nitrites are important as preservatives, due to their inhibitory effect on the growth and development of pathogenic microorganisms, primarily *Clostridium botulinum*. With their application healthy and safe meat products are placed on the market. On the other hand, they are important for: development and stabilization of the pink - reddish color of processed meat, they act as antioxidants, and through their antioxidant activity, they indirectly affect the improvement of the aroma of the finished product. If nitrites and nitrates are used in excessive amounts, they pose a great risk to human health. However, there is an established legislation on their use, i.e. the maximum allowed concentration is determined, depending on the type of meat product, which eliminates the possibility of their excessive use. The added nitrites react with the meat proteins, thus forming the harmful chemical carcinogens N-nitrosamines. Today, modern consumers are increasingly taking care of their health and starting to change their eating habits. They start looking for meat products with a lower amount of additives. At the same time, consumers begin to prefer the use of natural sources of additives, as opposed to synthetic additives, primarily emphasizing the use of synthetic nitrites used in meat processing. For this purpose, the intake of nitrites in meat products is constantly reduced. Meat processing factories use compounds that inhibit the production of N - nitrosamines and seek natural alternative sources of nitrites. However, it is very difficult to find a suitable substitute. More and more emphasis is put on the use of vegetables that contain large amounts of nitrates, such as carrots, celery, spinach, beets, parsley, chard, etc. Especially the juice and powder of these vegetables contain very high concentrations of nitrites, which can be used in the meat processing industry.

Keywords: nitrites, nitrates, meat products, natural source, vegetable origin

ПРИМЕНА НА ПРИРОДНИТЕ ИЗВОРИ НА НИТРИТИ ОД РАСТИТЕЛНО ПОТЕКЛО ВО ИНДУСТРИЈАТА ЗА ПЕРЕРАБОТКА НА МЕСО

Александра Силовска Николова

Факултет за земјоделски науки и храна, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје,
Република Северна Македонија, silovska@fznh.ukim.edu.mk

Даниела Беличовска

Институт за сточарство, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје,
Република Северна Македонија, daniela.belichovska@istoc.ukim.mk

Резиме: Употребата на нитритите има големо значење во индустријата за преработка на месо од технолошки аспект. Тие се значајни како конзерванси поради нивното инхибиторно дејство при што дејствуваат на растот и развојот на патогените микроорганизми, пред сè *Clostridium botulinum*. Со нивната примена, на пазарот се пласираат здравствено исправни и безбедни преработки од месо. Од друга страна, тие се значајни и за развојот и стабилизирањето на розова-црвеникава боја на преработките од месо, дејствуваат како антиоксиданси, превенирајќи ја појавата на вкусот на всаленост. Преку своето антиоксидативно дејство, индиректно влијаат и врз подобрување на аромата кај готовиот производ. Доколку нитритите и нитратите се користат во прекумерно количество, тие претставуваат голем ризик по здравјето на човекот. Но, со законските прописи се регулира нивната употреба, односно утврдена е максималната дозволена концентрација, зависно од видот на преработката од месо, со што се елиминира можноста од нивна прекумерна употреба. Додадените нитрити реагираат со протеините од месото и при тоа создаваат штетни канцерогени соединенија N-нитрозамини. Денес, современиот потрошувач сè повеќе се грижи за своето здравје и почнува да ги менува своите навики во исхраната. Тој почнува на пазарот да бара преработки од

месо кои содржат помалку адитиви. Истовремено, претпочита употреба на природни извори на адитиви, наспроти синтетичните, пред сè акцент се става на примената на синтетичните нитрити кои се додаваат во преработките од месо. Затоа постојано се редуцира внесот на нитрити во производите од месо и се употребуваат соединенија кои го инхибираат создавањето на N-нитрозамините. Се бараат природни алтернативни извори на нитрити. Но, многу е тешко да се најде нивна соодветна замена. Сè повеќе се става акцент на примената на зеленчуци што содржат големо количество на нитрати, како што се морков, целер, спанаќ, црвена репка, магдонос, блитва итн. Особено сокот и правот од овие зеленчуци содржат многу високи концентрации на нитрити, кои може да најдат примена во индустријата за преработка на месо.

Клучни зборови: нитрити, нитрати, преработки од месо, природен извор, растително потекло

1. ВОВЕД

Современиот начин на производство на храна тешко може да се замисли без употреба на адитиви, меѓу кои најзначајно место во индустријата за преработка на месо заземаат нитритите и нитратите. Технолошките придобивки од нивната употреба се значајни поради: процесот на нитрозација на мускулниот пигмент миоглобин, кој е значаен за формирање термостабилен пигмент нитрозилмиоглобин (NOMb), кој им дава убава црвена боја на преработките од месо. Во исто време, нитритите влијаат на ограничувањето и спречувањето на растот и размножувањето на микроорганизмите, го инхибираат растот и развојот на патогената бактерија *Clostridium botulinum*. Тие делуваат како антиоксиданти (ја спречуваат оксидацијата на масите), истовремено делуваат и на развојот и зачувувањето на аромата и го продолжуваат рокот на употреба на преработките од месо. И покрај своите позитивни ефекти, гледано од технолошки аспект, употребата на нитритите сè повеќе се доведува во прашање. Повеќе децении се говори за нивниот негативен ефект врз здравјето на човекот. Нитритите може да предизвикаат формирање нитрозамини кај преработките од месо, поради нивната реакција со секундарните амини застапени во протеините од мускулите.

Проблемот на елиминирање на нитритите од производите од месо и нивната замена со други нештетни адитиви е комплексна. Сите напори за да се пронајде еквивалентен супституент на нитритите се без успех. Многу од испитуваните алтернативни адитиви можат да заменат само еден од ефектите на нитритите, а само со комбинација од адитиви е возможно да се обезбедат сите ефекти на нитритите (Wirth, 1991). Исто така, се истакнува дека многу малку е веројатно да се најде едно единствено соединение кое ќе ги замени сите функции на нитритите (O'Boyle и сop., 1991; Shahidi и Pegg 1992).

Некои зеленчуци со висока содржина на нитрати, како што се морков, целер, спанаќ, црвена репка и магдонос во форма на прав или екстракти, се квалификуваат како извори на нитрати (Riel et al, 2017; Ko et al., 2017).

2. ТЕХНОЛОШКИ ПРИДОБИВКИ ОД ПРИМЕНАТА НА НИТРИТИТЕ

Andrée и сop., (2010) истакнуваат дека употребата на нитритите има значаен ефект врз развојот и стабилизирање на бојата кај преработките од месо. Развојот на бојата се одвива низ серија реакции сè додека не се формира нитрозилмиоглобин (NOMb). Пигментот не е стабилен на воздух и можни се брзи дисколорации (Varnam и Sutherland, цит. Пејковски, 2000). При загревање, NOMb преминува во нитрозилхемокром, стабилен пигмент, кај термички обработеното и саламуреното месо (Shahidi и Pegg, 1992). Доколку се употребуваат нитрати, најнапред потребно е тие да се редуцираат до нитрити, со помош на дејството на бактерискиот ензим нитратредуктаза (Arnau и сop., 2007; Gøtterup и сop., 2008). Со многу едноставен експеримент, Polenski (цит. Honikel, 2007) од Германската здравствена организација, во далечната 1891 година, прв објавува во својот труд дека нитратите се редуцираат во нитрити под дејство на бактериите. Редукцијата на нитратите ја катализираат нитрат редуktivните бактерии од родот *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas* и *Kocuria* (Fista и сop., 2004; Casaburi и сop., 2007; Vuković, 2012).

Денес, современото и модерно производство на преработки од месо не може да се замисли без употреба на нитритите и нитратите како конзерванси. Тие се одобрени и безбедни. Нивната употреба е законски регулирана и јасно дефинирана. Тие се употребуваат со точно утврдени услови, точно утврдени причини, во точно утврдена преработка од месо и со точно утврдено количество за нивно користење. Се смета дека денес без примена на нитритите и нитратите не е возможно да се оствари доволно количество здравствено исправни и безбедни преработки од месо (Silovska-Nikolova и Belichovska, 2020).

Нитритите и нитратите се адитиви кои припаѓаат на групата конзерванси. Тие спречуваат интоксикација и расипување на месото и на производите од месо, односно го продолжуваат нивниот рок на траење (Ковачевиќ и сop., 2016). Govari и Pexara (2015) посочуваат дека во индустријата за месо, нитритите и

нитратите се два значајни адитиви кои се употребуваат заради нивниот корисен ефект врз квалитетот и микробиолошката безбедност на производите од месо.

Употребата на нитритите, во комбинација со други фактори, придонесуваат да се намали и да се спречи растот и размножувањето на патогените бактерии, од кои најпозната е *Clostridium botulinum* (Sindelar и Milkowski, 2011; Kovačević и сop., 2016; Lee и сop., 2018). Sindelar и Milkowski (2011) истакнува дека нитратите и нитритите го спречуваат развојот и размножувањето и на другите патогени микроорганизми: *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* и *Bacillus cereus*.

Нитритите инхибиторно дејствуваат и врз *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus* и *Pseudomonas*, додека *Sallmonellae* и *Lactobacilli* се резистентни на нитрити (Person и Smooth, цит. Пејковски, 2000).

Кај месото и преработките од месо, нитритите покрај тоа што делуваат на развојот и стабилноста на бојата, инхибирањето на растот и размножувањето на микроорганизмите, развојот на аромата, тие имаат и силно антиоксидантско дејство кај месото и преработките од месо (Sebranek и Vacus, 2007a,b; Honikel, 2004; Andréе и сop., 2010). Нитритот е важен антиоксиданс, неговото дејство ги штити мастите од оксидација. Преработките од месо кои се третирали само со сол многу побрзо го губат својот вкус, за разлика од преработките од месо кои се третирани со нитрити. Тие истовремено постигнуваат подолг рок на траење бидејќи нитритот ја забавува оксидацијата на липидите и развојот на несаканите ароми (Wirth, 1985).

Andréе и сop., (2010) истакнуваат дека нитритите имаат значајна улога и при формирањето на карактеристичниот вкус кај конзервираните преработки од месо, наспроти Sindelar и Milkowski (2011), кои сметаат дека сè уште нема доволно разјаснет механизам на делување на нитритите на вкусот. За да се постигне својствената арома, доволно е 20-40 ppm на нитрити. Но, со истражување е утврдено дека нитритите го инхибираат развојот на вселниот вкус при релативно ниско ниво (Gassara и сop., 2016), и затоа се смета дека количеството од 50 ppm е доволно за да може да се предизвика разлика во вкусот од страна на потрошувачите.

3. ЗДРАВСТВЕНИ ГЛЕДИШТА ПРИ КОРИСТЕЊЕТО НА НИТРИТИТЕ

Потенцијалното опасно дејство на нитратите и нитритите е откриено во шеесеттите години од минатиот век кога е започната дебата за безбедноста на преработките од месо. Најголемата загриженост за нитратите и нитритите во храната е во врска со потенцијалната способност на нитритите да формираат канцерогени N-нитрозо соединенија (Govari и Pexara, 2015).

Во 1978 година е докажано дека пржената сланина содржи значително количество на специфичен нитрозоамин N-нитрозопиридин, којшто се формира како последица на доволно количество присутни секундарни амини, кои се третирани на висока температура ($T > 130^{\circ}\text{C}$) и соодветна pH-вредност (Honikel 2008; Sindelar и Milkowski 2011; De Mey и сop. 2017). Голем број епидемиолошки студии сугерираат дека нитрозамините се етиолошки агенси за развојот на различни видови карцином кај човекот (Eichholzer and Gutzwiller 1998; Pegg and Shahidi 2000).

4. ПРИМЕНА НА ПРИРОДНИТЕ ИЗВОРИ НА НИТРИТИ ОД РАСТИТЕЛНО ПОТЕКЛО

Нитратите и нитритите природно се застапени во некои зеленчуци. Висока концентрација на нитрати (повеќе од 1000 mg/kg) содржат: цвеклото, целерот, зелката, зелената салата, ротквицата, спанакот, брокулата, додека нитритите во свежиот зеленчук се застапени во многу ниска концентрација (помалку од 1 mg/kg) (Gassara и сop., 2016). Santamaria и сop. (1999) посочуваат дека фамилиите: *Chenopodiaceae* (цвекло, блитва и спанак); *Brassicaceae* (зелка, брокула, карфиол, ротквица и др.); *Ariaceae* (морков, целер, анасон и магнонос) и *Asteraceae* (аспарагус, цикорија, ендивија, зелена салата, лисја од цикорија и рукола) содржат поголемо количество на нитрати. Сокот и правот од зеленчук содржат многу повисока концентрација на нитрати во споредба со свежиот зеленчук (Eisinaite, 2016).

Алтернативните природни извори на нитрати застапени во висока концентрација во некои видови зеленчук и употребата на starter културите, кои ги редуцираат нитратите во нитрити може да се користат при производство на преработки од месо. Готовите производи имаат прифатливи сензорни карактеристики (Sebranek и Vacus, 2007a).

Целерот моментално наоѓа голема примена како алтернативен извор на нитрат кој се користи во индустријата за преработка на месо (Jeong, 2016). Претходно конвертираниот нитрит од сок од целер е сличен на синтетичкиот нитрит. Но, целерот содржи алергенска супстанција (Djeri и Williams, 2014).

Додавањето на целер во прав, со и без комбинација од 0,28 % прав од цреша, придонесува да се намали 50% од количеството на резидуални (слободни) нитрити (Sebranek и Vacus, 2007a,b). Голем број истражувачи биле поттикнати да работат на замената на нитритите со алтернативни природни извори. Sugita

и сор. (1993) во своите истражувања за безнитритни системи користеле екстракт од ротквица од 1 % и 3 % во комбинација со натриум аскорбат, при што се добиени производи со карактеристична боја и вкус на термички обработени и саламурени производи од месо.

Аскорбинската киселина и аскорбатите го блокираат, односно ограничуваат формирањето на нитрозамините и нитрозамидите формирани од нитратите и нитритите во преработките од месо. Редоследот на реакциите на аскорбатот го ограничува формирањето на нитрозо соединенија при што сè уште не е целосно разјаснет. Но, причината може да биде редуција на резидуалните нитрити во производите од месо, аскорбатите или врзувањето на азот монооксидот (NO) за аскорбатите и неговото ослободување. Реакцијата на аскорбатот со кислород формира дехидроаскорбити и се намалува количеството на нитрати што може да се оксидира до нитрит. Сигурно е дека аскорбатите, исто така, можат да реагираат со нитрити (азотна киселина или азотен монооксид) со што го врзуваат формираниот NO (Gassara и сор., 2016).

Сокот од целер е богат извор на нитрати. Magrina и сор., (2009) при производство на трајни ферментирани колбаси користеле сок од целер во прав и концентрат од целер. Тие кај готовиот производ констатирале убава боја, вкус, инхибиција на патогените бактерии и бактерии кои вршат расипување на готовиот производ. Но, примената на целерот е малку ограничена затоа што целерот спаѓа во групата на алергени.

Eisinaite и сор., (2016) посочуваат дека со додавање на 3 % лиофилизиран целер, магнонос и праз кај суво ферментирани колбаси нема некој значаен ефект врз промената на pH- вредноста, активноста на водата, млечно киселинските бактерии, коагулаза-позитивните стафилококи присутни за време на процесот на ферментација и зреење на суво ферментирани колбаси, во споредба со контролните колбаси, во кои нема инкорпорирани зеленчуци. Тие посочуваат дека кај колбасите, кај кои има додадено лиофилизиран сок од целер, се забележани најдобри сензорни карактеристики. Генерално, колбасите кои имаат инкорпорирано зеленчук имаат подобри сензорни карактеристики во однос на контролниот колбас во кој нема инкорпорирани зеленчук.

Madentzidou и сор., (2012) констатирале дека при производството на традиционалниот грчки колбас со свеж праз измешан со сол, значително се зголемува присуството на млечно киселински бактерии во полнежот и со тоа се предизвикува побрзо опаѓање на pH-вредноста на полнежот. Кај колбасите се подобрува микробната активност и стабилност, се скратува времето на производство и се подобруваат сензорните карактеристики. Блитва во прав може да се користи како можна алтернатива на нитритот. Овој производ е сличен на зелениот прашок и содржи 3-3,5 % нитрат и може да се додаде во производите од месо во концентрации од 0,15 до 0,3 %. Поголемите концентрации можат негативно да влијаат на сензорните својства кај преработките од месо. Главната позитивна карактеристика на блитвата во прав е тоа што не содржи алергени (Sebranek и сор., 2012).

Ko-Eun и сор. (2018) работеле на утврдување на ефектот на конвертираниот нитрит од природни извори (спанаќ, зелена салата, целер и ротквица) и како тие дејствуваат врз развојот на бојата кај суровите и варените колбаси. При тоа, тие констатирале дека спанаќот придонесува за подобар развој на бојата, но истовремено ја инхибира и оксидацијата на липидите кај варените колбаси. Од овие причини, тие посочуваат дека конвертираниот нитрит од спанаќот, како природен извор на нитрит, може да се користи при производство на преработки од месо. Tae-Kyung и сор., (2018) констатирале дека употребата на природни нитрити, добиени од сок од спанаќ, значително ги подобрува квалитативните карактеристики кај полутрајната свинска печеница, наспроти утврдените најлоши сензорни карактеристики, заради доминантниот вкус на спанаќот. Тие посочуваат употреба на дополнителни начини со цел да се неутрализира вкусот на спанаќот. Комбинацијата од синтетички и природни нитрити придонесува да се развијат подобри сензорни карактеристики, споредено со печеницата произведена само од синтетички нитрити. Една година подоцна Tae-Kyung и сор., (2019) работеле повторно на полутрајната печеница, но како природен извор на нитрити користеле блитва во прав. При тоа констатирале дека таа не влијае на целокупната прифатливост на готовиот производ, се развива убава боја и се спречува оксидацијата на липидите. Тие посочуваат дека блитвата во прав може да се користи како природен алтернативен извор на синтетичкиот нитрит.

5. ЗАКЛУЧОК

Повеќе од пет децении се работи на замена на нитритите, но сè уште не е најдена нивна соодветна замена. Замена на нитритите со природен извор од растително потекло во преработките од месо, може да даде можност за намалување или замена на синтетичките нитрити со природен извор на нитрити од растително потекло, која ќе придонесе да се намалат Е-броевите од декларацијата. Тоа ќе даде поттик и ќе придонесе кон насочување на поголем број од преработувачите на месо кон производство на природни сувомесни производи со стандарден квалитет и минимално количество на адитиви. Со тоа би се задоволеле барањата и

очекувањата на современиот потрошувач, а главна цел на секој производител е задоволување на потребите на потрошувачите.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- Andrée, S., Jira, W., Schwind, K. H., Wagner, H., Schwägele, F. (2010). Chemical safety of meat and meat products. *Meat Science*. 86: 38-48.
- Arnau, J., Serra, X., Comaposada, J., Gou, P., Garriga, M. (2007). Technologies to shorten the drying period of dry-cured meat products. *Meat Science*, 77, 81–89.
- Casaburi, A., M. C. Aristoy, S. Cavella, R. Di Monaco, D. Ercolini, Toldra, F. Villani, F. (2007). Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of Vallo di Diano (Southern Italy) as affected by use of starter cultures. *Meat Science* 76: 295 – 307.
- De Mey E., De Maere H., Paelinck H., Fraeye, I. (2017). Volatile N-nitrosamines in meat products: Potential precursors, influence of processing, and mitigation strategies. *Food Science and Nutrition*. 57 (13): 2909-2923.
- Djeri, N., Williams, S. K. (2014). Celery juice powder used as nitrite substitute in sliced vacuum-packaged turkey bologna stored at 4°C for 10 weeks under retail display light. *J. Food Quality* 37, 361-370.
- Eichholzer, M., Gitzwiller, F. (1998). Dietary nitrates, nitrites, and N-nitroso compounds and cancer risk: a review of the epidemiologic evidence. *Nutrition Reviews*, 56(4):95-105.
- Eisinaite, V., Vinauskiene, R., Viskelis, P., Leskauskaitė, D. (2016). Effects of Freeze-Dried Vegetable Products on the Technological Process and the Quality of Dry Fermented Sausages. *Journal of Food Sciences* 81(9):C2175-82.
- Fista, G. A., Bloukas, J.G., Siomos, A.S. (2004). Effect of leek and onion on processing and quality characteristics of Greek traditional sausages. *Meat Science*, 68, 163–172.
- Gassara, F., Kouassi, A. P., Brar, S. K., Belkacemi, K. (2016). Green Alternatives to Nitrates and Nitrites in Meat-based Products - A Review. *Food Science and Nutrition*. 56:13, 2133-2148.
- Götterup, J., Olsen, K., Knochel, S., Tjener, K., Stahnke, L. H., Møller, J. K. S. (2008). Colour formation in fermented sausages by meat-associated staphylococci with different nitrite- and nitrate-reductase activities. *Meat Science*, 78, 492–501.
- Govari, M., Pexara, A. (2015). Nitrates and Nitrites in meat products. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 66, 127-140.
- Honikel, K. O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science* 78, 1–2, 68–76.
- Honikel, K.O. (2007). Principles of Curing. In: *Handbook of Fermented Meat and Poultry*, edited by F. Toldrá, Y.H. Hui, I. Astiasarán, W.K. Nip, J.G. Sebranek, E.T.F. Silveira, L.H. Stahnke, R. Talon (pp. 16 -30). Ames, Iowa, USA: Blackwell Publishing.
- Hotchiss, J.H., Cassens, R.G. (1987). Nitrate, nitrite and nitrozo compounds in foods. *Food Technology*, 41, 4, 127-134.
- Jeong, JY. (2016). Alternative curing technology in meat products. *Food Sci Anim Resour Ind* 5:77-84.
- Ko YM, Park JH, Yoon KS. (2017). Nitrite formation from vegetable sources and its use as a preservative in cooked sausage. *Journal of the science of food and agriculture* 97(6): 1774-1783.
- Ko-Eun, H., Tae-Kyung, K., Hyun-Wook, K., Dong-Ho, S., Young-Boong, K., Ki-Hong, J., Yun-Sang C. (2018). Effect of natural pre-converted nitrite sources on color development in raw and cooked pork sausage. *Asian – Australasian Journal of Animal Sciences*. Vol. 31, No. 8:1358-1365. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0767>. (15.2.2020).
- Kovačević, D., Mastanjević, K., Ćosić, K., Pleadin, J. 2016. Količina nitrata i nitrita u mesnim proizvodima s hrvatskog tržišta. *Meso*. 18(2): 40-46.
- Lee, S., Lee, H., Kim, S., Lee, J., Ha, J., Choi, Y., Oh H., Choi K.H., Yoon, Y. (2018). Microbiological safety of processed meat products formulated with low nitrite concentration - A review. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 31(8), 1073–1077. doi:10.5713/ajas.17.0675.
- Madentzidou, E., Gerasopoulos, D., Simos, A., Bloukas, I. (2012). Salt-stressed fresh cut leek accelerates CO₂ and C₂H₄ production and enhances the development of quality characteristics of traditional Greek sausages during storage. *Meat Science*, 92(4):789-794.
- Magrinya, N., Bou, R., Tres, A., Rius, N., Codony, R., Guardiola, F. (2009). Effect of tocopherol extract, *Staphylococcus carnosus* culture, and celery concentrate addition on quality parameters of organic and conventional dry-cured sausages. *J Agric Food Chem*, 57:8963 –8972.
- Pegg, R. B., Shahidi, F. (2000). Nitrite curing of meat: the N-nitrosamine problem and nitrite alternatives.

- Trumbull, Food & Nutrition Press.
- Пејковски, З. (2000). Можности за супституција на нитритите во барени колбаси. Докторска дисертација. Земјоделски факултет, Скопје.
- Riel, G., Boulaaba, A., Popp, J., Klein, G. (2017). Effects of parsley extract powder as an alternative for the direct addition of sodium nitrite in the production of mortadella-type sausages—Impact on microbiological physicochemical and sensory aspects. *Meat science* 131:166-175.
- Santamaria, P., Elia, A., Serio, F., Todazo, E. (1999). A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. *J Sci Food Agric* 79:1882-1888.
- Sebranek, G. J., Bacus, N. J. (2007a). Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite, what are the issues?. *Meat Sci.* 77, 136-147.
- Sebranek, G.J., Bacus, N.J. (2007b). Natural and Organic Cured Meat Products: Regulatory, Manufacturing, Marketing, Quality and Safety Issues. American Meat Sciences Association. 1: 1-15.
- Sebranek J. G., Jackson-Davis A. L., Myers K. L., Lavieri N. A. (2012). Beyond celery and starter culture: advances in natural/organic curing processes in the United States. *Meat Science*, 92; 267-273.
- Shahidi, F., Pegg, R.B. (1992). Nitrite-free meat curing systems: Update and review. *Food Chemistry* 43, 185-191.
- Silovska Nikolova, A., Belichovska, D. (2020). Application of nitrites and nitrates as preservatives in processed meat production. *Knowledge International Journal*, 38(3), 525 - 530.
- Sindelar, J., J., Milkowski, A., L. (2011). Sodium Nitrite in Processed Meat and Poultry Meats: A Review of Curing and Examining the Risk/Benefit of Its Use. American Meat Science Association. 3: 1-14.
- Sugita, K., Yamauchi, K., Ohashi, T., Suiko, M., Miura, M. (1993). Utilization of dried radish chip extracts in processing of sausages: An ingredient for a nitrite-free curing system. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, Vol. 40, No. 5, 339-347.
- Tae-Kyung, K., Mi-Ai, L., Jung-Min, S., Ki-Hong, J., Young-Boong, K., Yun-Sang, C. (2018). Combination effects of nitrite from fermented spinach and sodium nitrite on quality characteristics of cured pork loin. *Asian - Australasian Journal of Animal Sciences*. Vol. 32, No. 10:1603-1610.
- Tae-Kyung, K., Ko-Eun, H., Dong-Heon, S., Youn-Kyung, H., Young-Boong, K., Hyun-Dong, P., Yun-Sang, C. (2019). Effects of natural nitrite source from Swiss chard on quality characteristics of cured pork loin. *Asian - Australasian Journal of Animal Sciences*. Vol. 32, No. 12:1933-1941.
- Vuković, I. (2012). *Osnove tehnologije mesa*, 4. izdanje, Veterinarska komora Srbije, Beograd
- Wirth F. (1985). Farbbildung und farbhaltung bei Bruhwurst. *Fleischwirtschaft*, 65, 4: 423435