

UDK 637.524:664.942
ISSN 0352-9193

revijalni prikaz

Utjecaj dodataka na procese zrenja fermentiranih kobasica

The Influence of Additives on the Ripening of Fermented Sausages

B. Čavlek i Z. Mavračić*

Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
*»Podravka« Prehrambena industrija, Koprivnica

Primljeno 22.10.1992.

Prihvaćeno 18.2.1993.

Sažetak

Brz razvoj biotehnoških znanosti te procesne i mjerne tehnike doprinio je objašnjavanju procesa zrenja fermentiranih kobasica u njihovu uvođenju u industrijsku proizvodnju. U proizvodnji fermentiranih kobasica mišićno i masno tkivo su supstrati na kojima se zbivaju brojni procesi uzrokovani ili ubrzani međudjelovanjem prirodnih aktivnih sastojaka nadjeva i dodataka.

U radu su prikazane novije spoznaje o svojstvima i međuovisnosti pojedinih dodataka: starter-kultura mikroorganizama, šećera, kuhinjske soli, nitrata, nitrita i začina s osnovnim sastojcima nadjeva. Prije je potrebno znati promjene koje nastaju u nadjevu tijekom proizvodnje, to više što se na njihov intenzitet može utjecati brojnim čimbenicima. Samo poznavanjem mehanizama i dinamike promjena, koje se zbivaju u kompleksnoj biološkoj sirovini, mogu se odabrati približno optimalni uvjeti proizvodnje fermentiranih kobasica. Nadalje, prikazane su važnije reakcije u nadjevu ove vrste proizvoda, kao: fermentacija šećera, tvorba proteinskoga gela, nastanak nitrozilmioglobina, razgradnja masti i proteina, koje sve zajednički čine složeni mehanizam pretvorbe sirovog nadjeva u gotov proizvod velike biološke vrijednosti.

Uvod

U još nedefiniranoj sistematizaciji sirovih proizvoda od mesa fermentirane su kobasice proizvod koji nije konzerviran toplinom već je donekle fermentiran i osušen kako bi mu se povećala trajnost, a okus i miris tako promijenio da je proizvod primamljiv potrošaču. Proučavanje problematike proizvodnje te vrste proizvoda aktualno je tek posljednjih tridesetaka godina pa je danas najsloženije, a ujedno i najviše proučavano područje suvremene znanosti o mesu. U proizvodnji fermentiranih kobasica najviše su ispitivane biokemijske, fizikalne, kemijske, mikrobiološke, strukturne, organoleptičke i druge promjene sustava koji sadržava meso,

Summary

The rapid development of the biotechnological sciences and of processing and measuring techniques has led to a better understanding of the ripening process in fermented sausages and to the commercial processing of this group of products. In the production of fermented sausages, the muscles and the fatty tissue are the substrates on which occur numerous processes caused or speeded up by the interaction of the natural active ingredients of the filling and of added ingredients.

Some recent insights into the properties and interdependence of the individual ingredients, i.e. the starter culture of microorganisms, sugar, common salt, nitrate, nitrite and spices, and the basic components of the filling during processing are presented in this paper. A knowledge of the changes that occur in the filling during processing is essential, especially since the intensity of the changes can be influenced by numerous factors. Only a knowledge of the mechanisms and dynamics of the changes that occur in a complex biological raw material makes it possible to select nearly optimal conditions for processing fermented sausages. Furthermore, the more important reactions occurring in the filling of this group of products, such as sugar fermentation, the formation of protein gel, the formation of nitrosylmyoglobin, and the decomposition of fats and proteins, which together make up the complex mechanism of conversion of the raw filling into a finished product of great biological value, are presented.

masna tkiva i dodatke što zrenjem prelaze u proizvod, namirnicu velike biološke i hranjive vrijednosti. Novije spoznaje s područja biokemije, posebno kemije makromolekula, fizikalne kemije i mikrobiologije omogućile su industrijsku proizvodnju fermentiranih kobasica primjenom starter-kultura mikroorganizama i drugih dodataka. Cilj je ovoga rada sistematizirati svojstva i djelovanje dodataka nadjeva, koji se primjenjuju u industrijskoj proizvodnji na temelju do sada objavljenih podataka u literaturi, te prikazati međudjelovanje dodataka i osnovnih sastojaka, potrebnih za dobivanje proizvoda određene i stalne kakvoće.

Izbor sirovina i sastav nadjeva

Uporaba odgovarajućih sirovina i dodataka jedan je od osnovnih uvjeta za izradu fermentiranih kobasica dobre kakvoće. Brojni znanstveni radovi obrađuju tu problematiku (1-8). Vrsta mesa i masnog tkiva, stanje u kojem se nalaze prilikom izrade nadjeva, te njihov međudnos u smjesi također utječu na kakvoću proizvoda. Dodatak starter-kultura mikroorganizama, šećera, kuhinjske soli, nitrata, nitrita i drugo znatno utječe na procese u nadjevu (5,7,9-14). Također začini, koji se dodaju da bi se poboljšala senzorna svojstva, mogu pospješiti promjene u nadjevu tijekom zrenja i sušenja (15,16).

Meso i masno tkivo

U tradicionalnoj (uglavnom zanatskoj) proizvodnoj praksi mislilo se da je izbor mesa i masnog tkiva starijih i dobro uhranjenih životinja, najčešće primitivnih pasmina, važan preduvjet za proizvodnju fermentirane kobasice dobre kakvoće (1,17-19). Zbog intenzivnije stočarske proizvodnje, uz istodobno povećanu proizvodnju fermentiranih kobasica, pomanjkalo je tradicionalne sirovine, ali se pokazalo da se proizvod dobre kakvoće može proizvesti i od mesa intenzivno tovljenih životinja plemenitih pasmina (20,21). Bitno je da se za izradu nadjeva upotrebljava dobro ohlađeno meso zdravih životinja s normalno izraženim postmortalnim promjenama (22-26). Masno tkivo treba biti svježije, čvrsto, zrnate konzistencije, dobro ohlađeno bez degradacijskih promjena (1,21,27).

Da bi se postigao što bolji izgled presjeka proizvoda, meso i masno tkivo se namrzavaju prije usitnjavanja i homogenizacije (6,17) ili se upotrijebi smrznuta sirovina. Ne smije se koristiti dulje skladišteno smrznuto masno tkivo (28) na kojem je došlo do oksidacijskih promjena, posebno kada se u proizvodnji fermentiranih kobasica primjenjuje glukono-delta lakton (GdL) (29,30).

U Italiji, Mađarskoj i Francuskoj najkvalitetnije se fermentirane sušene kobasice proizvode samo od svinjetine i masnog tkiva, a u Njemačkoj uz dodatak 30 % govedine (28,31). U Turskoj se proizvodi suđuk od mesa i masnog tkiva goveda i bivola, a dodaje se i do 10 % ovčjeg masnog tkiva (32).

Odnos mišićnog i masnog tkiva u pripremanju nadjeva ovisi o vrsti kobasice, ali se kobasice dobre kakvoće najčešće proizvode sa 70 % mišićnog i 30 % masnog tkiva (33).

Dodaci

Meso i masno tkivo osnovni su sastojci nadjeva u kojem se zbivaju promjene što uzrokuju nastanak senzornih i nutritivnih svojstava fermentirane kobasice. Promjene ne ovise samo o osnovnom sastavu nadjeva već i o tehnološkim postupcima, a posebno o dodanim tvarima koje utječu na proces prijelaza nadjeva u fermentirani proizvod.

Starter-kulture mikroorganizama

Dok se tradicionalna proizvodnja oslanjala na fermentaciju nadjeva djelovanjem enzima mišićnog tkiva i prirodno prisutnih mikroorganizama ili na inokulaciju nadjeva s kobasicom dobre kakvoće iz prethodne proizvodnje, u posljednje se vrijeme u industrijskoj proizvodnji primjenjuju starter-kulture mikroorganizama. Primje-

na starter-kultura ima niz prednosti. U prvom redu ubrzava se proces proizvodnje zbog skraćene »lag«-faze rasta mikroorganizama te zbog sigurnije fermentacije kobasica pri višim temperaturama (34,35). Drugi je važan činitelj, koji govori tome u prilog, da poželjni mikroorganizmi starter-kulture brzo prerastu prirodno prisutne mikroorganizme koji mogu uzrokovati nepoželjne promjene u nadjevu ili što više proizvesti toksine (31). Ujedno fermentacija nadjeva dobro proučenim bakterijama, čije je enzimsko djelovanje istraženo, osigurava stalnu i standardnu kakvoću proizvoda.

Bakterije mliječno-kiselinskog vrenja: *Lactobacillus plantarum*, *L. sake*, *L. curvatus*, *Pediococcus acidilactici*, *P. pentosaceus* te *Micrococccaceae*: *Staphylococcus carnosus*, *S. xylosus*, *Micrococcus varians* (35) danas su najčešće primjenjivani mikroorganizmi u obliku starter-kultura za pripremu nadjeva.

Mikroorganizmi dodani ili spontano prisutni važan su sastojak nadjeva fermentiranih kobasica. Osim što izravno utječu na intenzitet i kakvoću procesa zrenja i sušenja, produktima svog metabolizma (kombinirano sa spojevima nastalim razgradnjom mišićnog i masnog tkiva) sudjeluju u nastanku karakterističnih svojstava proizvoda. Laktobacili i bakterije porodice *Micrococccaceae* najčešće su i najdjelotvornije starter-kulture koje se dodaju nadjevu fermentiranih kobasica (36). Laktobacili i druge bakterije mliječno-kiselinskog vrenja u prvom redu razgrađuju šećere i snižuju vrijednost pH. Sniživanjem vrijednosti pH utječe se na promjene proteina mesa i inhibiranje rasta nepoželjnih mikroorganizama (5). Brzo snižavanje pH nadjeva na 5,3 inhibira rast bakterija vrsta *Salmonella typhimurium* i *Staphylococcus aureus* (9). Bakterijske vrste *Lactobacillus sake* i *Lactobacillus carnosus* u nadjevu pri 20 °C dobro inhibiraju rast bakterija roda *Salmonella* (10). Neki sojevi vrste *L. sake* mogu se primijeniti i kao zaštitne kulture jer sprečavaju rast bakterija vrste *Listeria monocytogenes* (9). Bakterije porodice *Micrococccaceae* pak potrošnjom kisika i razgradnjom peroksida pomažu stabilizaciji boje te štite masno tkivo od oksidacijskih promjena. Nadalje katalazapozitivni koki utječu na lipolitičke promjene u mastima, a time i na poboljšanje okusa i arome kobasica (2,36,37).

Šećeri

Razgradnja šećera u mliječnu kiselinu, djelovanjem bakterija mliječno-kiselinskog vrenja, bit je fermentacije kojom se osigurava zrenje nadjeva. U mesu obično nema dovoljno šećera za brzo postizanje poželjne vrijednosti pH pa se šećeri trebaju dodavati u nadjev. *Litcke* i *Hechelmann* (35) utvrdili su da oko 1 % šećera snižuje vrijednost pH za jedinicu pa se, ovisno o udjelu šećera u mesu te željenoj konačnoj vrijednosti pH, preporučuje dodatak od 0,4 do 0,8 % šećera u nadjev (6,23,38). Da bi se postigao željeni tijek fermentacije, bitno je odabrati vrstu i količinu šećera te odgovarajuću starter-kulturu. To je važno zbog toga jer polagana razgradnja šećera, uz postupno snižavanje vrijednosti pH produljuje vrijeme djelovanja nepoželjnih mikroorganizama.

Naprotiv, prevelika brzina razgradnje šećera i brzo smanjenje pH ispod izoelektrične točke proteina mesa mogu biti uzroci loše konzistencije i arome kobasica (12). Danas se najčešće koriste monosaharidi: (glukoza i galaktoza), disaharidi (saharoza i laktoza) te polisaharid (škrob).

Usporednim ispitivanjem glukoze, saharoze, laktoze, škroba i škrobnog sirupa u istim masenim udjelima (0,5 %) pokazalo se da glukoza, saharoza i škrobni sirup brzo snižuju pH uz značajnu proizvodnju mliječne kiseline i stvaranje čvrste konzistencije kobasice (39). Brzina difuzije šećera u mišićnom tkivu nadjeva te njegova razgradnja ovise o veličini molekule šećera i njezinoj topljivosti (40).

Kuhinjska sol

Kuhinjska sol, koje se u nadjev dodaje 2-3 % (28,31), utječe na tvorbu poželjnih organoleptičkih svojstava proizvoda, ali isto tako djeluje na mikrobiološke i fizikalno-kemijske procese u nadjevu tijekom zrenja i sušenja. Kuhinjska sol uglavnom neizravno djeluje na mikroorganizme jer se njezinim dodavanjem u nadjev smanjuje aktivnost vode. Kuhinjska sol masenog udjela 2,5-4,0 % selektivno ihibira rast gram-negativnih bakterija, a ne utječe na razvoj mikrokoka, laktobacila i kvasaca (41). Dokazan je utjecaj kuhinjske soli na konzistenciju i povezanost nadjeva, a kao posljedica reakcija kuhinjske soli i proteina miofilamenata (42,43).

Nitriti i nitriti

Iako se u nadjev dodaje mala količina nitrita i nitrata, oni imaju značajnu ulogu u proizvodnji fermentiranih kobasica. U reakcijskom nizu s mioglobinom, uz kemijske i mikrobne agense, tvore nitrozilmioglobin i tako izravno sudjeluju u nastanku boje proizvoda (44). Osim toga glavnog djelovanja, nije zanemariva ni inhibicija rasta nepoželjnih mikroorganizama uzrokovana nitritom. Utvrđeno je da maseni udjel nitrita, veći od 0,0125 %, ihibira rast salmonela i drugih patogenih bakterija (31). Isto je tako utvrđeno da nitrit doprinosi tvorbi poželjnog okusa i mirisa fermentiranih kobasica (45). Optimalni je maseni udjel nitrita u nadjevu 0,010-0,015 % (46), iako postoje podaci da bi zadovoljili i manji udjeli (47). Preveliki su udjeli nitrita nepoželjni jer preostali nitrit može reagirati s proteinima mesa uz tvorbu nitrozilamina, za koje se znade da su kancerogeni.

Začini

Začini se dodaju da bi se poboljšao okus i miris proizvoda (48). Ovisno o vrsti kobasice dodaje se 1-3 % začina (31,34), uglavnog bijelog i crnog papra, slatke i ljute paprike, češnjaka i manji udjeli drugih specifičnih začina (49). Utvrđeno je da najčešće primjenjivani prirodni začini, za razliku od oleoresina, stimuliraju rast bakterija vrste *L. plantarum* i tako ubrzavaju fermentaciju (50). Neki začini ograničavaju rast pojedinih mikroorganizama. Češnjak djeluje inhibitorno na rast patogenih mikroorganizama, kapsicidin iz paprike sprečava razmnožavanje kvasaca, a piperin iz papra rast *E. coli* (15). Začini djeluju i antioksidacijski i tako sprečavaju ranu užeženost proizvoda (16).

Ostali dodaci

U nadjev se mogu dodavati i neki drugi sastojci kako bi se poboljšala kakvoća proizvoda i brzina njihove proizvodnje.

Tako se dodatkom od 0,3 do 0,8 % GdL-a, već za nekoliko sati, snižuje vrijednost pH nadjeva.

Sve većom primjenom starter-kultura manje se koristi dodatak GdL-a jer fermentirane kobasice proizvedene sa starter-kulturama imaju bolja organoleptička svojstva od proizvoda pripremljenih s dodatkom GdL-a.

Udjel od 0,01 do 0,05 % askorbinske kiseline ili njezine soli može se dodavati u nadjev da bi se brže postigla željena boja salamurenog mesa te bolje održala boja proizvoda (51).

Dodatak natrij-glutaminata od 0,1 do 0,3 % omogućava bolji okus proizvoda (51). U posljednje vrijeme ispituje se utjecaj dodataka lipaze pankreasa (52), zatim lipaze i proteinaze bakterija mliječno-kiselinskog vrenja na tijek fermentacije te kakvoću proizvoda (53).

Nadjev pripremljen od osnovnih sirovina i ostalih dodataka, kao heterogena masa, puni se u ovitke različitih promjera u kojima fermentira sirovi nadjev u proizvod pod određenim i strogo kontroliranim mikroklimatskim uvjetima, kao što su temperatura, relativna vlažnost, cirkulacija i izmjena zraka.

Promjene tijekom proizvodnje

Promjene su u nadjevu dvostupanjske. U prvom stupnju koji je kraći, ali kudikamo intenzivniji, osnovni je proces (popraćen značajnim učincima) fermentacija šećera u mliječnu kiselinu i dehidracija. U drugom stupnju, duljem po trajanju, uz daljnji gubitak vode iz nadjeva postupno nastaju organoleptičke promjene značajne za kakvoću proizvoda.

Primjenom starter-kultura u nadjev se unose bakterije mliječno-kiselinskog vrenja i veliki broj mikrokoka. Aktivnost unesenih bakterija mliječno-kiselinskog vrenja ovisi u prvom redu o temperaturi, vrijednosti pH, udjelu šećera i kuhinjske soli (54). Pripremljen od ohlađene ili čak smrznute sirovine, nadjev se izlaže temperaturi od 15 do 24 °C, povoljnoj za djelovanje i razmnožavanje mikroorganizama. Bakterije su neravnomjerno razdijeljene u nadjevu, a nalaze se u nakupinama međusobno udaljenim 0,1- 5,0 mm. Prelaskom miofibrilarnih proteina iz otopljenog stanja u gel-stanje, imobiliziraju se bakterije u šupljinama u kojima se zbiva fermentacija šećera i drugi procesi što utječu na zrenje i razvoj organoleptičkih svojstava proizvoda. Brzina fermentacije u takvu modelu ovisi o difuziji šećera, uvjetovanoj vrstom šećera te brzinom izlaska mliječne kiseline iz nakupina (55). Fermentacijom nastala mliječna kiselina snižuje pH od početne vrijednosti 5,8-6,0 na vrijednost 5,3-5,4 za što su pri 22 °C potrebna dva dana (56,57). Dakako, ovisno o početnom udjelu šećera, fermentacija se može nastaviti, tako da konačna vrijednost pH nadjeva može biti niža od 5,0 (58).

Sniženje pH nadjeva na vrijednost 5,3-5,4 značajno je radi nekoliko popratnih pojava. Pri nižoj vrijednosti pH (5,4) ihibira se većina nepoželjnih mikroorganizama, čime se ostvaruje sigurnost proizvodnje (9). Posebno je to značajno za inhibiciju vrsta stafilokoka čiji se rast može ihibirati niskim vrijednostima pH, a ne može smanjivanjem aktivnosti vode u nadjevu (59).

U području izoelektrične točke proteini mesa (pH = 5,3-5,4) prelaze u gel-stanje u kojem pokazuju najmanju sposobnost vezanja vode, čime je stvorena predispozicija za odvajanje vode iz nadjeva sušenjem (60). Isto su tako ljepljivi proteini u gel-stanju pa utječu na povezivanje mi-

šićnog i masnog tkiva i na nastanak poželjne konzistencije proizvoda. Pri povećanom početnom udjelu šećera i sniženoj vrijednosti pH ispod 5,0 povećava se sposobnost hidratacije proteina. Istodobno se gel djelomično otapa, što uzrokuje manji gubitak mase tijekom proizvodnje i mekšu konzistenciju proizvoda.

U nadjevu se oksimioglobin oksidira preko mioglobina u metmioglobin. Reakcija je ubrzana i djelovanjem nitrata koji prelazi u nitrat. Djelovanjem enzima mikrokoka nitrat ponovno prelazi u nitrit, a sniženjem vrijednosti pH ispod 5,5 nitriti se enzimski dalje razgrađuju do dušik-monoksida. Nastali se dušik-monoksid veže na metmioglobin uz stvaranje nitrozilmetmioglobina koji se u mesu pretvara u nitrozilmioglobin, poželjni pigment fermentiranih kobasica (61,62).

Istodobno reakcijama uzrokovanim fermentacijom šećera i sniženjem pH nastaju promjene na mišićnom i masnom tkivu, bitne za nastanak organoleptičkih i strukturnih svojstava proizvoda. Započete reakcije u nadjevu na mišićnom i masnom tkivu, usmjerene i ubrzane u prvom stupnju zrenja, nastavljaju se u drugom stupnju, kada dolazi do postupne difuzije vode iz nadjeva i sušenja proizvoda.

Pezacki (42) upućuje na mogući put promjena proteina mišićnog tkiva tijekom proizvodnje fermentiranih kobasica. Po tom se modelu proteini (topljivi pri $\text{pH}=5,5$) razgrađuju, a razgradni produkti mogu utjecati na aromu proizvoda. Pretpostavlja se da netopljivi proteini utječu na konzistenciju proizvoda. Interfibrilarni netopljivi proteini (kolagen i elastin) ne razgrađuju se tijekom zrenja pa se povećava njihov relativni udio. Intrafibrilarni netopljivi proteini sarkoplazme i miofibrila intenzivnije se razgrađuju dok se ne počne stvarati gel, a zatim je razgradnja usporena (42).

Razgradnja proteina mišićnog tkiva tijekom zrenja ove vrste proizvoda dokazana je stalnim povećanjem slobodnih aminokiselina i neproteinskih dušikovih spojeva (63).

Najčešće se pojavljuju ove aminokiseline: alanin, leucin, izoleucin i glutaminska kiselina (64). Dio slobodnih aminokiselina razgrađuje se osobito pri kraju zrenja uz nastanak amonijaka, a dio se može dekarboksilirati u nepoželjne biogene amine, u prvom redu histamin. Utvrđeno je da udjel histamina u sušenim fermentiranim kobasicama ovisi o slobodnom histidinu kao supstratu i mikroorganizmima koji omogućuju proizvodnju histamina te o starosti mesa upotrijebljenog u proizvodnji (65).

Tijekom zrenja zbivaju se značajne promjene i u masnom tkivu (8,29). Posebno su važne hidrolitičke promjene zbog djelovanja tkivnih lipaza i lipaza mikrokoka (66). Djelovanjem enzima postupno se razgrađuju neutralne masti, esteri kolesterola i fosfolipidi pa nastaju nezasićene, a djelomično i zasićene masne kiseline. Masne kiseline pomoću enzima mogu prijeći u hlapljive karbonile te doprinijeti nastanku karakteristične arome fermentiranih kobasica (48,67,68).

Reakcije oksidacije nezasićenih masnih kiselina, čiji produkti daju pretežito nepoželjan okus, slabije su izražene u fermentiranim kobasicama tijekom zrenja i skladištenja, što se može povezati s antioksidacijskim djelovanjem dima i dodataka (8,36).

Usporedo s navedenim promjenama nadjev se postupno dehidrira tijekom procesa proizvodnje. Dehidrata-

cija nadjeva ovisi u prvom redu o vanjskim činiteljima: temperaturi, relativnoj vlažnosti i cirkulaciji zraka, a zatim o promjeru crijeva, ali i o sastavu nadjeva, najčešće o omjeru mišićnog i masnog tkiva. Stupanj dehidratacije je veći što nadjev sadržava manje masnog tkiva (69). Rezultat dehidratacije je postupno smanjivanje aktivnosti vode (a_w) u nadjevu, koji se tijekom proizvodnje smanjuje od početne oko 0,97 do vrijednosti manje od 0,88 na kraju proizvodnje (58,70).

Vrijednosti aktivnosti vode u nadjevu i pH zacijelo su najznačajniji činitelji koji osiguravaju uspješnu proizvodnju i stabilnost fermentiranih kobasica. Manja aktivnost vode i niže vrijednosti pH inhibiraju rast nepoželjnih mikroorganizama. Vrijednost pH ima i dodatno značenje jer su sve reakcije u nadjevu na neki način vezane uz promjene pH, što se može vidjeti iz navedenog pregleda znanstvenih radova.

Od reakcija koje izravno utječu na promjene pH, u prvom redu to je fermentacija šećera u mliječnu kiselinu (56-58). Zatim, hidrolizom masti nastaju slobodne masne kiseline, što također utječe na promjenu pH (66). Neznatno povećanje vrijednosti pH pri kraju proizvodnje fermentiranih sušenih kobasica rezultat je stvaranja amonijaka razgradnjom aminokiselina (7,70).

S druge strane, postoje reakcije koje se ne bi provodile u drugim pH-područjima. To su najčešće one što omogućuju da proteini iz topljivog prijeđu u gel-stanje te reakcije nastanka nitrozilmioglobina (60,62). Stoga je tijekom proizvodnje važno pratiti promjene vrijednosti pH nadjeva jer ono upućuje na tijek i stupanj kemijskih, biokemijskih i mikrobioloških procesa.

Navedene promjene na mišićnom i masnom tkivu, fermentacija šećera i stvaranje poželjne boje nadjeva fermentiranih kobasica samo su dio kompleksnog mehanizma reakcija u proizvodnji te vrste proizvoda. Poznavanje tog osnovnog mehanizma značajno je zbog tehnološkog vođenja procesa i izbora odgovarajućih vanjskih mikroklimatskih i drugih činitelja. Zadatak je tehnologa da njihovim pravilnim odabirom, primjenom suvremenih procesnih i mjernih postupaka te tehnologije, usmjerava tijek promjena u poželjnom smjeru.

Zaključak

U novije je vrijeme ostvaren značajan napredak u proizvodnji fermentiranih kobasica na temelju dobrog poznavanja procesa proizvodnje. Najbolje je objašnjena primjena određenih dodataka koji pospješuju proces zrenja i dobivanje proizvoda bolje kakvoće i veće stabilnosti.

Posebno je istaknuta važnost kontroliranja uporabe šećera i starter-kultura te kontrola pH, kao pokazatelja uspješno vođenog fermentacijskog procesa.

Novije spoznaje te odabir sirovina i dodataka temelji su uspješno provedenog tehnološkog procesa proizvodnje fermentiranih kobasica, što je danas osobito značajno zbog povećanih zahtjeva na tržištu hrane i sve veće potražnje takvih proizvoda.

Extended Abstract

Some recent insights in the field of fermented sausages production are presented in this paper, with special

reference to the use of additives and to the processes which make up the complex mechanism of conversion of the raw filling into the final product.

The basic prerequisite for a high-quality product is the use of suitable raw materials and additives. Meat and fatty tissue are the basic ingredients of the filling. These are used well cooled or almost frozen.

Changes in the filling depend, among other factors, on the presence of added substances which influence the process by which the filling becomes the fermented product. Foremost among these are starter cultures of microorganisms. The starter cultures most frequently added to the filling of fermented sausages, and the most efficient ones, are bacteria belonging to the genus *Lactobacillus* and to the family *Micrococcaceae*.

Lactobacilli and other lactic acid bacteria decompose sugars and cause the pH to drop rapidly to the isoelectric point of the meat protein, which results in desirable changes in the proteins and in the inhibition of the growth of undesirable microorganisms.

Micrococcaceae, by consuming oxygen and decomposing peroxides, help to stabilize the colour and protect the fatty tissue from oxidative changes.

Meat does not contain sufficient sugar for a normal course of fermentation and for the development of a desirable pH. For this reason, sugar is added to the filling of fermented sausages in a mass fraction of 0.4 to 0.8 %.

Common salt is added to the filling in a mass fraction of 2 to 3 %. Apart from providing desirable organoleptic properties, it reduces water activity and contributes to the microbiological stability of the product. Furthermore, common salt triggers the extraction of myosin, thus helping to improve the cohesion of the filling.

Nitrates and nitrites, added to the filling in a mass fraction of 0.010 to 0.0125 %, are directly involved in the formation of the colour of fermented sausages, as well as inhibiting the growth of some pathogenic microorganisms.

Spices, used in a mass fraction of 1 to 3 %, improve the sensory properties of the product, but they may also, depending on the kind of spice, have an inhibitory influence on the growth of microorganisms.

Some other components are also added to the filling of fermented sausages to decrease the pH of the filling. The advantages and disadvantages of GdL are pointed out. Ascorbic acid may be added in a mass fraction of 0.1 to 0.5 % to speed up the pickling process and to preserve the colour, while 0.1 to 0.3 % of sodium glutamate may be added to enhance the taste.

Research is also being carried out into the effects of the addition of the enzymes lipase and proteinase on the course of fermentation and on the product quality.

Changes in the filling of fermented sausages take place in two main phases. In the first phase, which is shorter but much more intensive, the basic process which has significant side effects is the fermentation of sugar into lactic acid. During the second phase, which lasts longer, the loss of water from the filling is accompanied by the formation of the organoleptic characteristics of the final product.

In the first phase, the starter cultures of microorganisms are activated by exposing the filling to increased tem-

peratures. Sugar fermentation then starts and the pH is reduced to 5.3 or 5.4. At this pH level most undesirable microorganisms are inhibited and proteins pass into a gel state, losing their ability to bind water, which facilitates the next phase of drying the filling. The drop in pH, as well as the activity of the micrococcal enzymes, creates the conditions required for nitrite and nitrate to react with myoglobin and form nitrosyl myoglobin.

Parallel with reactions connected to sugar fermentation and pH reduction, reactions take place in the muscle and fatty tissue which are essential for the development of desirable organoleptic properties in the product. The reactions in the muscle and fatty tissue start before the filling is made and are speeded up and channeled into a desirable direction in the filling; they become prominent in the second phase of fermentation when a gradual reduction of the relative humidity in the environment leads to water separation and the drying of the filling.

The soluble proteins of muscle tissue are completely decomposed during fermentation, while the insoluble proteins make up the consistency of their product and their decomposition is less marked. The decomposition of muscle tissue proteins is evident from the constant increase of free amino acids and non-protein nitrogen compounds during the fermentation of dry sausages.

During fermentation, significant changes also take place in the fatty tissue. The hydrolytic changes which have a direct effect on the development of a characteristic and desirable aroma in fermented sausages are especially important.

During processing, the filling is gradually dehydrated, which leads to a reduction in water activity. The dehydration of the filling depends primarily on external factors, i.e. the relative humidity and circulation of the air, as well as on the sausage diameter and the composition of the filling, primarily the ratio of muscle tissue to fatty tissue.

The water activity and pH values are the most important factors in the processing of fermented sausages, since low values inhibit the growth of undesirable microorganisms. The pH has an additional significance because all the reactions taking place in the filling are connected in some way to changes in the pH.

Literatura

1. K. Coretti: »Rohwurstreifung und Fehlerzeugnisse bei der Rohwurstherstellung«, Rhein Hessischer Druck Verlag, Alzey (1971).
2. K. Coretti, *Fleischwirtschaft*, 57 (1977) 190.
3. K. Incze: Raw Fermented and Dried Meat Products, *Proc. 37th Int. Congress Meat Sci. Technol.*, Kulumbach (1991) pp. 829-842.
4. L. Leistner, *Fleischwirtschaft*, 66 (1986) 290.
5. E. Niinivaara, M. S. Pohja, *Fleischwirtschaft*, 9 (1957) 264.
6. W. Pezacki, *Fleischwirtschaft*, 59 (1979) 218.
7. W. Pezacki, E. Pezacka, *Fleischwirtschaft*, 63 (1983) 625.
8. D. Rade, B. Čavlek, R. Boričić, D. Škrobić, *Prehrambeno-tehnol. rev.* 22 (1984) 95.
9. U. Schillinger, F. K. Lücke, *Fleischwirtschaft, Intern.* 1 (1991) 3.
10. U. Schillinger, F. K. Lücke, *Fleischwirtschaft, Intern.* 1 (1990) 50.
11. F. K. Lücke, H. Hechelmann, *Fleischwirtschaft*, 66 (1986) 154.
12. E. Pfeil, H. U. Liepe, *Fleischwirtschaft*, 2 (1974) 177.

13. W. Pezacki, J. Pikul, E. Pezacka, *Fleischwirtschaft*, 61 (1981) 927.
14. F. Wirth, *Fleischwirtschaft*, 71 (1991) 1051.
15. N. N. Začimba, *tehnologija začinjavanja*, 2 (1981) 9.
16. K. Tändler, W. Rödel, *Fleischwirtschaft*, 62 (1982) 150.
17. B. Žlender, S. Renčelj, Specifičnosti u proizvodnji i svojstva domaćih sirovih kobasica u Sloveniji, *Zbornik NODA '90*, Novi Sad (1990) str. 33-40.
18. K. Benčević, Lj. Dazgić, M. Tarle, V. Priljeva, *Tehnol. Mesa*, 12 (1971) 170.
19. I. Šanta, *Mjasnaja Ind.* 3 (1972) 10.
20. K. Benčević, Lj. Dazgić, M. Tarle, *Tehnol. Mesa*, 12 (1971) 174.
21. Z. Došlić, *Tehnol. Mesa*, 8 (1967) 169.
22. F. Wirth, L. Leistner, W. Rödel: in »*Richtwerte der Fleischtechnologie*«, 2. Auflage, Deucher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main (1990), pp. 94-103.
23. W. Gisske, *Fleischwirtschaft*, 10 (1958) 518.
24. F. Niinivaara, *Fleischwirtschaft*, 5 (1953) 33.
25. W. Pezacki, *Fleischwirtschaft*, 13 (1961) 390.
26. H. Bartels, K. Coretti, *Fleischwirtschaft*, 13 (1961) 636.
27. H. Daun, Antioxidative properties of selected smoked meat product, *Proc. Europ Meeting of Meat Res. Work*, Helsinki (1969) 274.
28. L. Leistner, *Fleischerei*, 42 (1991) 185.
29. B. Čavlek, K. Čulina, D. Škobić, R. Boričić, *Tehnol. Mesa*, 22 (1981) 135.
30. B. Čavlek, S. Matic, *Prehrambeno tehnol. rev.* 13 (1975) 14.
31. L. Leistner, Stabilität und Sicherheit von Rohwurst, *Zbornik: NODA '90*, Novi Sad (1990) str. 41-59.
32. N. N.: TS No 1070 *Turkis Standard Institute*, Ankara (1972).
33. N. Payer, *Fleischerei*, 35 (1984) 545.
34. H. Y. Gökalp, H. W. Ockerman, *Fleischwirtschaft, Intern.* 2 (1978) 45.
35. F. K. Lücke, H. Hechelmann, *Fleischwirtschaft, Intern.* 3 (1987) 45.
36. F. K. Lücke, *Fleischwirtschaft, Intern.* 2 (1988) 23.
37. K. Coretti, *Fleischwirtschaft*, 57 (1977) 907.
38. F. Wirth, *Mitt. Bundesanstalt Fleischforschung*, 84 (1984) 5924.
39. P. G. Klettner, D. List, *Fleischwirtschaft*, 60 (9) (1980) 1589.
40. H. U. Liepe, E. Pfeil, R. Porobić, *Fleischwirtschaft, Intern.* 3 (1990) 43.
41. M. Lerche: Mikroben in Rohwurst, *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 69 (1956) 91.
42. W. Pezacki, *Fleischwirtschaft*, 70 (6) (1990) 694.
43. J. P. Hadden, H. W. Ockerman, V. R. Cahill, N. A. Parret, J. R. Borton, *J. Food Sci.* 40 (1975) 626.
44. B. Čavlek, S. Matic, *Simpozij: Nitriti i nitriti u preradi mesa*, Portorož (1979) str. 119-140.
45. J. Bacus, *Meat Process.* 14 (1985) 26.
46. F. Wirth, *Fleischwirtschaft*, 53 (1973) 363.
47. L. Leistner, H. Hechelmann, Z. Bem, R. Albertz, *Fleischwirtschaft*, 53 (1973) 1151.
48. L. Skenderović, J. Šadl, K. Tonković, *Prehrambeno-tehnol. biotehnol. rev.* 27 (1) 33 (1989).
49. K. Tändler, W. Rödel, *Fleischwirtschaft*, 62 (1982) 150.
50. I. Nes, R. Skjelkvale, *J. Food Sci.* 47 (1982) 1618.
51. I. Savić, Ž. Milosavljević: »*Higijena i tehnologija mesa*«, Privredni pregled, Beograd (1983) str. 324-325.
52. M. Fernandez, O. Diaz, M. I. Cambero, L. Hoz, J. A. Ordeñez, Effect of the addition of pancreatic lipase on the lipolysis during ripening of dry fermented sausages. *Proc. 37th Int. Congress Meat Sci. Technol.*, Kulumbach (1991) 867-870.
53. H. Naes, J. Chrzanowska, J. Nissen-Meyer, B. O. Pedersen, H. Blom. Fermentation of dry sausage-The importance of proteolytic and lipolytic activities of lactic acid bacteria, *Proc. 37th Int. Congress Meat Sci. Technol.*, Kulumbach (1991) p.p. 914-917.
54. M. Junker, H. U. Liepe, *Fleischwirtschaft*, 64 (1981) 623.
55. K. Katsaras, L. Leistner, *Fleischwirtschaft*, 68 (1988) 1295.
56. J. C. Acton, J. G. Willams, M. G. Johnson, *J. Milk Food Technol.* 35 (1972) 264.
57. A. Stiebing, W. Rödel, *Fleischwirtschaft, Intern.* 4 (1990) 27.
58. K. Incze, *Fleischwirtschaft, Intern.* 2 (1992) 3.
59. K. Incze, *Fleischwirtschaft, Intern.* 3 (1988) 33.
60. R. Hamm, *Fleischerei*, 32 (1982) 599.
61. C. Koizumi, D. Brown, *J. Food Sci.* 36 (1971) 1105.
62. K. Möhler: Formiranje pigmenta salamurenog mesa, nitrozilmioglobina s biokemijskog i kemijskog aspekta, *Zbornik NODA '73*, Novi Sad (1974), str. 133-145.
63. V. Mihalyi, L. Körmendy, *Food Technol.* 21 (1967) 108.
64. N. Dierick, P. Vandekerckhove, D. Demeyer, *J. Food Sci.* 39 (1974) 301.
65. P. Kranner, F. Bauer, E. Hellwig, Investigations on the formation of histamine in raw sausages, *Proc. 37th Int. Congress Meat Sci. Technol.*, Kulumbach (1991) p.p. 889-891.
66. J. Živković, T. Martinčić, E. Fulgossi, Đ. Roseg, I. Šimac, *Tehnol. Mesa*, 12 (1971) 183.
67. C. Cantoni, M. R. Molnar, P. Renon, G. Giolitti, *Tehnol. Mesa*, 8 (1967) 202.
68. M. Ćirić, V. Dordević, N. K. Simić, *Tehnol. Mesa*, 10 (1969) 133.
69. P. G. Klettner, *Fleischerei*, 42 (1991) 569.
70. A. Stiebing, W. Rödel, *Fleischwirtschaft*, 69 (1989) 1530.