



ZRENJE SIREVA

Prof. dr. sc. Samir Kalit

Višegodišnjim istraživačko stručnim radom na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima (OPG) utvrdili smo da mnogi proizvođači sireva zanemaruju važnost zrenja kao tehnološkog segmenta proizvodnje polutvrdih i tvrdih autohtonih sireva prvenstveno zbog manjka znanja iz područja tehnologije zrenja sireva. Stoga je cilj ovog članka pružiti osnovna znanja iz područja tehnologija zrenja polutvrdih i tvrdih sireva koja će proizvođačima na OPG poslužiti za lakše razumijevanje procesa zrenja sireva i pogrešaka koje se mogu pojaviti kao posljedica neadekvatnog zrenja i njege sireva.

U proizvodnji autohtonih sireva koriste se tehnologije koje se međusobno razlikuju u trajanju i temperaturnim režimima pojedinih faza. Pri tom se koriste: (a) različite vrste sirila, (b) različito mlijeko (ovaca, koza, krava ili bivolica) specifičnog sastava i kakvoće s obzirom na pasminu i područje uzgoja, (c) ponekad se koriste različite vrste čistih kultura mliječno kiselinskih bakterija. Iskustvom i znanjem svaka se tehnologija proizvodnje autohtonih sireva može usavršiti, a time se značajno poboljšava kakvoća proizvedenih sireva. Međutim, mnogi proizvođači na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima (OPG) zbog nedostatka znanja zanemaruju važnost zrenja, odnosno uvjeta u zrionici kao i njegu sireva tijekom zrenja. Stoga se na sirevima javlja veći broj pogrešaka vezanih uz neadekvatne uvjete u zrionici i/ili neadekvatnu njegu sira tijekom zrenja, a da se pri tom nije griješilo u samoj tehnologiji proizvodnje sira. Iako primijenjena tehnologija i kakvoća mlijeka za sirenje značajno utječu na tijek zrenja, primjena optimalne tehnologije u preradi mlijeka visoke higijenske i kemijske kakvoće nije garancija da će se u konačnici dobiti sir visoke kakvoće ako se zanemari tehnološki segment zrenja.

Završetkom proizvodnog procesa svi sirevi proizvedeni enzimatskom koagulacijom djelovanjem sirila vrlo su slični. Sastoje se od proteinske mreže u kojoj je raspoređena mast i vodena faza sira. Tek nakon završetka zrenja nastaju karakteristična svojstva pojedinih tipova sireva, odnosno specifičan okus, miris, aroma i konzistencija sira kao posljedica kemijskih i biokemijskih procesa kod kojih se složeni organski spojevi (prvenstveno proteini, masti i mliječni šećer) razgrađuju na jednostavnije. Specifičan sastav i omjer tih spojeva određuju okus, miris, aromu i teksturu svakog sira, odnosno njegovu kakvoću.

Što je zrenje sira

Zrenje sira čine sve biokemijske transformacije (razgradnja) proteina, masti i mliječnog šećera (ponekad citrata) djelovanjem različitih enzima u siru. Enzimi su biokatalizatori koji ubrzavaju kemijske reakcije

(razgradnju), a da se pri tome sami ne mijenjaju. Izraz je izveden iz grčkih riječi en = u i zime = dizano tijesto. Izvori najvažnijih enzima koji utječu na biokemijske procese tijekom zrenja polutvrdih i tvrdih sireva su:

Sirilo (najčešće korišteno sirilo je kimozin). U siru zaostaje oko 6-9% sirila. Razgradni produkti nastali djelovanjem sirila ne utječu na okus sira, ili siru daju gorki okus, naročito u prvim tjednima zrenja. Djelovanjem sirila dolazi do omekšavanja gumastog sirnog tijesta. Nastali produkti se dalje razgrađuju djelovanjem enzima bakterija mliječno kiselinske fermentacije i nestarterskih bakterija u siru na jednostavnije spojeve koji siru daju karakterističnu aromu, miris, okus i konzistenciju. Ukoliko predoziramo količinu sirila potrebnog za sirenje mlijeka, u siru će se povećati količina gorkih spojeva iznad kapaciteta djelovanja enzima bakterija mliječno kiselinske fermentacije što ima za posljedicu nastajanja pogreške sira – gorki sir.

Prirodni (indogeni) enzimi mlijeka. U mlijeku danas poznajemo oko 60 različitih prirodnih enzima. Njihov je učinak naročito dobro izražen u sirevima kod kojih nije provedena prethodna toplinska obrada mlijeka za sirenje. U adekvatnim uvjetima tijekom zrenja prirodni enzimi mogu imati vrlo povoljan učinak na senzorska svojstva zrelog sira (vanjski izgled sira, miris, stanje sirnog tijesta (konzistencija) i okus sira).

Enzimi bakterija mliječno kiselinske fermentacije (starteri ili čiste kulture). Većina razlika u zrenju nekog tipa sira posljedica su razlika u aktivnosti enzima bakterija mliječno kiselinske fermentacije. Postoje čiste kulture koje imaju izraženiji učinak na zrenje (veći enzimatski potencijal) i one sa slabim ili nikakvim učinkom. Pravilnim odabirom odgovarajuće kulture može se značajno utjecati na povoljnu senzorsku kakvoću zrelog sira.

Enzimi bakterija nestarterske mikroflore. Ove bakterije u siru mogu dospjeti kontaminacijom iz okoline tijekom procesa proizvodnje (u mlijeko i u sir) kao i tijekom postupka zrenja (na površini sira). Njihov se broj u siru povećava tijekom zrenja. Razgrađuju proteine i masti, te mogu značajno utjecati na aromu i okus sira. Kod većine

tipova sira oni imaju nepovoljan učinak, ali je isto tako utvrđeno da kod nekih sireva imaju presudnu ulogu pri nastajanju specifične arome i okusa zrelog sira. Njihova je važnost naročito izražena kod tradicionalnih autohtonih sireva proizvedenih iz toplinski neobrađenog mlijeka.

Trajanje zrenja je određeno za svaki tip sira, a prvenstveno ovisi o njegovom sastavu i veličini. Za polutvrde i tvrde autohtone sireve zrenje obično traje između jednog i četiri mjeseca. Za svaki tip sira postoji optimalno trajanje zrenja. Ukoliko je zrenje trajalo prekratko tada sir neće postići najbolja senzorska svojstva odnosno punu aromu, okus, miris i konzistenciju zrelog sira. Ukoliko zrenje traje predugo razgradni procesi u siru mogu ići predaleko, a sir postaje gotovo nejestiv. Stoga je za dobivanje vrhunske kakvoće sira važno striktno poštivati potrebno vrijeme zrenja nekog sira.

O čemu ovisi aktivnost enzima u siru tijekom zrenja?

Aktivnost svih enzima ovisi o uvjetima u siru, koji se mogu značajno mijenjati pod utjecajem različitih tehnologija proizvodnje sireva i uvjetima tijekom zrenja. Za njihovu aktivnost najvažniji su sljedeći uvjeti:

Kiselost sira (pH). Različiti enzimi imaju različiti optimalni učinak s obzirom na kiselost sira.

Koncentracija soli u vodenoj fazi sira. Niska koncentracija soli u vodenoj fazi sira pospješuje aktivnost jednih, ali koči učinak drugih enzima.

Temperatura tijekom zrenja. Temperatura u zionici je najvažniji čimbenik koji utječe na tijek zrenja sireva. Regulacijom temperature u zionici možemo ubrzati ili usporiti tijek zrenja prema zahtjevima konzumenta. S porastom temperature raste aktivnost enzima u siru, odnosno ubrzava se zrenje. Međutim, kod zrenja na višim temperaturama moramo neprestano vršiti kontrolu kakvoće i održivosti sira kako bi izbjegli pogreške vezane uz zrenje sireva na višim temperaturama. Utjecaj povećane temperature je jače izražen na razgradnju masti nego na razgradnju proteina. Suprotno, zrenje u hladnim uvjetima omogućuje učinkovitu kontrolu zrenja sireva.

Sadržaj vode u siru. Sadržaj vode u siru utječe na konformacije proteina (enzima). Razgradnja proteina je brža kada je sadržaj vode u siru veći.

Kako postići željene uvjete u zionici?

Prilikom izgradnje ili adaptacije prostorije koju želimo preurediti u zionicu važno je imati u vidu da se u njoj sir „sakuplja“ ovisno o duljini zrenja od mjesec dana pa sve

do jedne godine. Stoga zionica mora biti dovoljnog kapaciteta kako bi svi sirevi dočekali optimalnu zrelost za tržište. Također je vrlo važno naglasiti da prostorija za zrenje (zionica) može biti namijenjena samo za tu svrhu, te se u njoj ne mogu čuvati neka druga dobra (vino, suhomesnati proizvodi, krumpir, nafta, alat itd.) jer se u sir lako apsorbiraju mirisi iz okoline koji bitno kvare senzorsku kakvoću zrelog sira, te se narušava karakterističan sastav mikroflore u zionici. Sir se u zionici slaže na drvene stalaze načinjene od svijetlog drveta u pravilnim razmacima. Pri tom se najčešće koristi drvo bukve.

Za pravilan tijek zrenja polutvrdih i tvrdih sireva u zionici treba biti povoljna mikroklima koja podrazumijeva optimalnu temperaturu, relativnu vlažnost zraka i odgovarajući protok zraka (tablica 1).

Tablica 1 - Mikroklimatski uvjeti u zionici za pravilno zrenje polutvrdih i tvrdih sireva.

Parametar	Temperatura (°C)	Relativna vlažnost zraka (%)
Minimalno	10	60
Optimalno	12-15	70-80
Maksimalno	18	85

Optimalne prostorije za pravilan tijek zrenja sireva su podrumске prostorije (slika 1) u kojima je bez većih ulaganja lako postići zadane mikroklimatske normative. Idealno je da podrum ima prozor smješten iznad nivoa sira koji se može povremeno otvarati "na kiper". Važno je da sir tijekom zrenja nije izravno izložen strujanju zraka (propuhu).

Ukoliko je zionica nadzemna prostorija tada je svakako potrebno ugraditi automatsku klimu koja će održavati temperaturu ispod 18 °C u ljetnim mjesecima, te iznad 10 °C u zimi. Kod rada klima uređaja pada vlažnost zraka u zionici uslijed njene kondenzacije na zidove rashladnog uređaja.

Relativna vlažnost zraka je drugi važan čimbenik koji izravno utječe na sadržaj vlage u siru, te na sadržaj vode na površini sira tijekom zrenja. Zrenje se gotovo uvijek odvija u uvjetima ispod zasićenosti zraka vlagom (ispod 100% relativne vlažnosti zraka). U protivnom će kora imati toliku vlagu da će biti omogućen rast mikroorganizama kvarenja po površini sireva.

Zbog činjenice da je relativna vlažnost zraka ispod 100% sirevi tijekom zrenja otpuštaju dio vlage pri čemu raste relativna vlažnost zraka u zionici. Količina otpuštene vlage ovisi o sljedećim čimbenicima:

Količini vode u siru. Sirevi s većim sadržajem vode otpuštaju više vlage.

Odnosu između volumena i površine sira. Sirevi koji imaju veću površinu (npr. sirevi oblika ravnog diska) u odnosu na okrugle sireve iste težine brže otpuštaju vlagu.

Gustoći kore sira. Kod kompaktnije kore gubitak vlage je manji.

O brzini strujanja zraka u zrionici.

Ukoliko relativna vlažnost zraka prelazi 85% potrebno je izvršiti izmjenu zraka u zrionici otvaranjem prozora kako bi snizili potrebnu vlagu. Ukoliko je vlaga preniska tada je potrebno ispod drvenih polica sa sirom staviti plitice s vodom koja će isparavanjem povećati potrebnu vlagu u zraku. Da bi mogli djelovati u tom smislu vrlo je važno da se mikroklima u zrionici može redovito kontrolirati, za što nam je potreban higrometar i termometar. Senzor na higrometru/termometru treba držati u visini sireva kako bi dobili najtočnije podatke o mikroklimi u neposrednoj blizini sireva (slika 1).



Slika 1 - Higrometar i termometar u zrionici.

Na OPG često je potrebno dio zrionice opremiti za pakiranje zrelih sireva za tržište (mjesto za kartonsku ambalažu i naljepnice za sireve). U tom dijelu sirevi će se skladištiti još kratko vrijeme do distribucije.

Kontrola i njega sireva tijekom zrenja

Polutvrđi i tvrdi sirevi se u zrionici slažu u pravilnom razmaku na drvene police, te ih je potrebno u početku zrenja češće okretati i brisati (svaka dva do tri dana), a kasnije najmanje jednom tjedno ili po potrebi. Okretanje sireva je zajednički postupak za sve tipove sireva. Sirevi se okreću iz dva razloga: (a) da bi zadržala željena forma sira i (b) kako bi se po siru ravnomjerno razvila poželjna mikroflora i smanjio rizik od rasta nepoželjne mikroflore kvarenja sira.

Ukoliko je mikroklima pretjerano suha sir je potrebno brisati vlažnom krpom (natopljenom u slanoj vodi) kako bi izbjegli naglo sušenje (veći gubitak vlage) i stvaranje debele kore na siru. Ukoliko je mikroklima prevlažna sir je potrebno brisati suhom krpom, a kako bi izbjegli prekomjeren rast plijesni, plijesan je potrebno redovito uklanjati brisanjem četkanjem, ribanjem i struganjem.

Ponekad se sir maže biljnim uljem kako bi spriječili prekomjeren gubitak vode i rast pljesni. Sireve treba mazati običnim biljnim uljem, a ne maslinovim koje lako oksidira na zraku, te mijenja senzorsku kakvoću sira.

Njega polutvrđih i tvrdih sireva ima za cilj spriječiti razvoj nepoželjne mikroflore kvarenja po površini sireva.

Pogreške tijekom zrenja

Tijekom zrenja sireva mogu se javiti čitav niz pogrešaka kao posljedica nedovoljne higijene mlijeka za sirenje, neodgovarajuće njega i/ili neodgovarajuće mikroklimi u zrionici. Najčešće pogreške koje susrećemo u praksi su:

Otvorena tekstura sira.

Rano nadimanje koje se javlja 24 do 48 sati nakon početka proizvodnje. Sir poprima izgled spužve. Često se pogreška može uočiti već tijekom samog procesa prerade - gruš pliva u sirutci. Uzočnici mogu biti kvasci, koliformni mikroorganizmi i različite heterofermentativne bakterije mliječno kiselinske fermentacije. Pogodni čimbenici za razvoj ove pogreške su loša higijenska kakvoća mlijeka (kada broj spomenutih mikroorganizama prelazi 105/ml mlijeka) i sporo zakiseljavanje mlijeka (prisustvo antibiotika ili bakteriofaga u mlijeku, te nedovoljna količina čistih kultura).

Kasno nadimanje (maslačno kiselinska fermentacija). Pogreška na siru se očituje kao veliki otvor u središnjem dijelu sira u obliku velikih očiju nazupčanog izgleda cvjetače ili ljuške oraha koji se stapaju. Pogreška se javlja nakon nekoliko tjedana do nekoliko mjeseci. Uzočnik je najčešće *Clostridium tirobutyrycus* (anaerobna sporulirajuća bakterija) koja u mlijeko za sirenje dospijeva iz loše konzervirane silaže ili zemlje. Pogreška se češće javlja kod slabo soljenih i slabo kiselih tvrdih sireva u pretopljenim zrionicama.

Pogreške na kori.

Pogreške na kori vrlo često nastaju kao posljedica neodgovarajuće mikroklimi u zrionici. U uvjetima prevelike vlažnosti zraka (iznad 85%) na kori polutvrđih i tvrdih sireva naseljavaju se nepoželjni mikroorganizmi kvarenja kao što su kvasci i korineformne bakterije. Kao posljedica njihovog rasta kora postaje sluzava i ljepljiva, te se na njoj mogu pojaviti mjestimične fleke. Rast spomenutih bakterija se može potencirati neadekvatnim sušenjem kore nakon salamurenja kao i uslijed prevelike koncentracije mliječnog šećera na površini sira (nedovoljno zakiseljavanje i soljenje sira u salamuri niske koncentracije soli i niske kiselosti), te nedovoljnom

higijenom drvenih polica u zionici. Na sluzavu i ljepljivu kori lako se naseljavaju plijesni koje uzrokuju promjenu boje na siru i pljesniv okus (slika 3), te u ekstremnim slučajevima može biti opasno po zdravlje konzumenata zbog prisustva mikotoksina.

Pogreške na kori mogu nastati i kao posljedica pretjerano suhe mikroklike u zionici u obliku raspuklina po kori. U ekstremnim slučajevima (kada je relativna vlažnost zraka ispod 60%) i kada je jako strujanja zraka te raspukline mogu biti velike, te je sir neprikladan za prodaju, ali mogu biti i u obliku mikropuknuća koja su jedva vidljiva prostim okom. Kroz ta mikropuknuća u unutrašnjost sireva prodiru plijesni što se na presjeku vidi kao mjestimična (neposredno ispod kore) promjena boje sirnog tijesta. Džepove s plijesnima u siru treba odstraniti i otvor popuniti sirnim tijestom kako bi spriječili ulaz zraka. Takva pogreška bitno umanjuje estetski izgled i tržišnu vrijednost sira.

Gorak okus sira.

U toplim zionicama (iznad 18 °C) dolazi do brže razgradnje masti u odnosu na proteine. Sir poprima užegao okus i miris po razgrađenoj i oksidiranoj masti. Pod tim uvjetima je djelovanje sirila u polutvrđim i tvrdim sirevima intenzivno pri čemu nastaju gorki spojevi koje enzimi bakterija mliječno kiselinske fermentacije ne stignu dalje razgraditi, te se oni nakupljaju u siru uzrokujući gorak okus sira.



www.ovce-koze.hr