

— pored ovih specifičnih objekata na proizvodnim pogonima često treba osigurati vodu u potrebnoj količini i kvaliteti, zatim kanalizaciju, elektniku i uređaje za pripremu tople vode.

Osim navedenih objekata koji će poslužiti za primarnu obradu i skladištenje mlijeka nužno je osigurati potrebne kapacitete za finalnu obradu ili preradu.

Pri tom dolaze u obzir različita rješenja:

— najmanjim investicijama (30—50 mil. dinara) moglo bi se uz centralne proizvodne objekte urediti prostorije i opremu za nisko hlađenje i skladištenje mlijeka, koje bi se transportiralo na preradu ili za potrošnju do objekata sa slobodnim kapacitetima;

— trajnije rješenje za prihvrat ovih tržišnih viškova moglo bi se postići odgovarajućim investicijama (200—300 mil. d) u rekonstrukcije za povećanje kapaciteta i proširenje asonimama u obližnjim mljekarama (Osijek, Županja, Belje, Staro Petrovo Selo).

— Najpotpunije rješenje može se ostvariti na taj način, da se pogodno locira i izgradi novi industrijski objekt odgovarajućeg kapaciteta s perspektivnom mogućnošću proširenja. Za podizanje objekta kapaciteta oko 50.000 litara s pratećim objektima na proizvodnim pogonima i potrebnim voznim parkom bilo bi potrebno uložiti 700 do 1000 mil. dinara. Od toga bi otprilike jednu četvrtinu trebalo uložiti za uređenje objekata za primarnu obradu i skladištenje mlijeka na proizvodnim pogonima, a ostalo za gradnju centralnog objekta.

Budući da su otklonjene ekonomske smetnje za razvoj proizvodnje i plasmana mlijeka poljoprivrednih dobara, bilo bi potrebno što skorije razmotriti sadašnje tehničke smetnje i pronaći najpogodnija rješenja za plasman rastućih tržišnih viškova.

Dr Ante Petričić, Zagreb

Tehnološki fakultet

PRISUTNOST ANTIBIOTIKA U MLJEKU

Kad je A. Fleming 1929. godine otkrio da plijesan *Penicillium notatum* proizvodi tvar — penicilin — koja sprečava razvoj i uništava druge mikroorganizme, nije se slutilo da će to otkriće proizvesti pravu revoluciju u metodama liječenja raznih bolesti.

Desetak godina kasnije penicilin, primijenjen u humanoj medicini počeo je spašavati ljudske živote. Oko 1944. godine stručnjak Kalkavas prvi je primijenio penicilin s velikim uspjehom u veterinarskoj medicini kod liječenja zarazne upale vimena. Primjena antibiotika*) (penicilina, aureomycina, streptomycina, neomycina i dr.) u liječenju stoke stalno je rasla.

Ovaj način liječenja pokazao je, međutim, doskora i nepoželjne posljedice: u mlijeku liječenih krava pojavili su se antibiotici. Nakon 1947. godine počeli su mljekarski stručnjaci najprije u Švedskoj, zatim u Danskoj i drugim zemljama upozoravati na opasnosti za mljekarstvo upotrebe antibiotika u liječenju muzne stoke.

*) antibiotik — kemijska tvar proizvedena od živog organizma, posebno od mikroorganizama, koja uništava druge mikroorganizme.

Antibiotik dolazi u mlijeko preko vimena krave koja se liječi ovim sredstvima. Količina antibiotika u mlijeku ovisit će o mizu činilaca. To su najprije osobine i zdravstveno stanje grla. Razna grla cijepjena istim količinama cjepiva lučit će u mlijeko razne količine antibiotika. Zdravo vime propušta veću količinu antibiotika nego bolesno. Zatim će ovisiti o količini cjepiva antibiotika. Cijepljenja penicilinom se obično provode sa 25.000 do 100.000 internacionalnih jedinica (I. J.) po četvrti vimena, ali se količina može popeti i do 1.000.000 I. J. (jedna internacionalna jedinica penicilina odgovara količini od 0,6 mikrograma čistog, kristaliničnog penicilina). Aureomycin i streptomycin daju se u količini od 200.000 do 400.000 I. J. Kod povećanih doza izlučuje se više antibiotika u mlijeku. Nadalje na količinu antibiotika utječe i količina proizvedenog mlijeka. Kod veće proizvodnje mlijeka nalazi se u mlijeku relativno niži postotak antibiotika i obratno. U prosjeku grla izlučuju u mlijeku oko 50% od ucijepljene količine antibiotika, međutim količine mogu varirati u granicama od oko 3 do oko 84%.

Na količinu i brzinu izlučivanja antibiotika u mlijeku djeluje i vrst preparata. Neki preparati sadrže »usporavajuće tvari« kao što su monosteart aluminija i prokain. Ove usporavajuće tvari zadržavaju antibiotike u vimenu dulje vremena te se on tada izlučuje u mlijeko kroz dulje razdoblje.

Prema ispitivanju stručnjaka izlučuje se antibiotik penicilin u mlijeko ovako:

1. Grlo cijepjeno po četvrti vimena s oko 25.000 I. J. penicilina bez usporavajućih tvari daje u mlijeku prve mužnje nakon cijepjenja prosječno 5 I. J. po ml, druge mužnje prosječno 0,2 I. J. po ml, kod treće mužnje penicilina u mlijeku nema gotovo ništa.

2. Grlo cijepjeno po četvrti vimena s oko 25.000 I. J. penicilina s usporavajućim tvarima daje u mlijeku prve i druge mužnje prosječno 3 I. J. po ml penicilina, treće mužnje prosječno 0,1 do 1,0 I. J. po ml, od 6 mužnje više nema penicilina u mlijeku. Zanimljivo je znati kako se često pojavljuju antibiotici u mlijeku. Ispitivanja provedena 1951. god. u USA na području države New York pokazuju da je kod 1947 ispitanih uzoraka pasteriziranog mlijeka nađeno 7% uzoraka s antibioticima, tako da to mlijeko nije odgovaralo za proizvodnju čistih kultura. Ispitivanja u Engleskoj provedena 1951. godine pokazuju prisutnost antibiotika u 1,4 do 2,8% uzoraka, a 1953. godine u 3,2% uzoraka mlijeka. U nađenim uzorcima s antibioticima rjeđe se radi o većim koncentracijama, međutim karakterističan je porast postotka uzoraka mlijeka u kojem dolaze antibiotici. Uz sve veću primjenu antibiotika kod liječenja stoke možemo očekivati i veće onečišćenje mlijeka antibioticima. To nas upućuje na važnost daljnjeg proučavanja i praćenja količine antibiotika u mlijeku.

Kako antibiotici djeluju na mikroorganizme

Penicilin ne djeluje jednako na sve mikroorganizme. Bakterije mliječnog kiselog vrenja su osjetljive na penicilin ali je stupanj osjetljivosti pojedinih vrsta mikroorganizama različit. Od streptokoka naročito je osjetljiv *Streptococcus thermophilus* a *Laktobacili* su relativno manje osjetljivi nego streptokoki.

Kritična granica sadržine penicilina u mlijeku za različite mikroorganizme

Mikroorganizam	Koncentracija penicilina koja uzrokuje značajno sprečavanje razvoja (I. J./ml)
Str. cremoris	0,05 — 0,10
Str. lactis	0,10 — 0,30
Streptokoki u č. kulturi	0,10
Str. thermophilus	0,01 — 0,05
Str. faecalis	0,30
L. bulgaricus	0,30 — 0,60
L. acidophilus	0,30 — 0,60
L. casei	0,30 — 0,60
L. lactis	0,25 — 0,50
L. helveticus	0,25 — 0,50
Leuc. citrovorum	0,05 — 0,10
Propionibacterium shermanii	0,05 — 0,10

Ostali antibiotici djeluju na mikroorganizme u mlijeku na sličan način. Katznelson i Hood svrstali su pojedine antibiotike po efikasnosti ovim redom: penicilin, subtilin, streptomycin, aureomycin, bacitracin i hloromycetin.

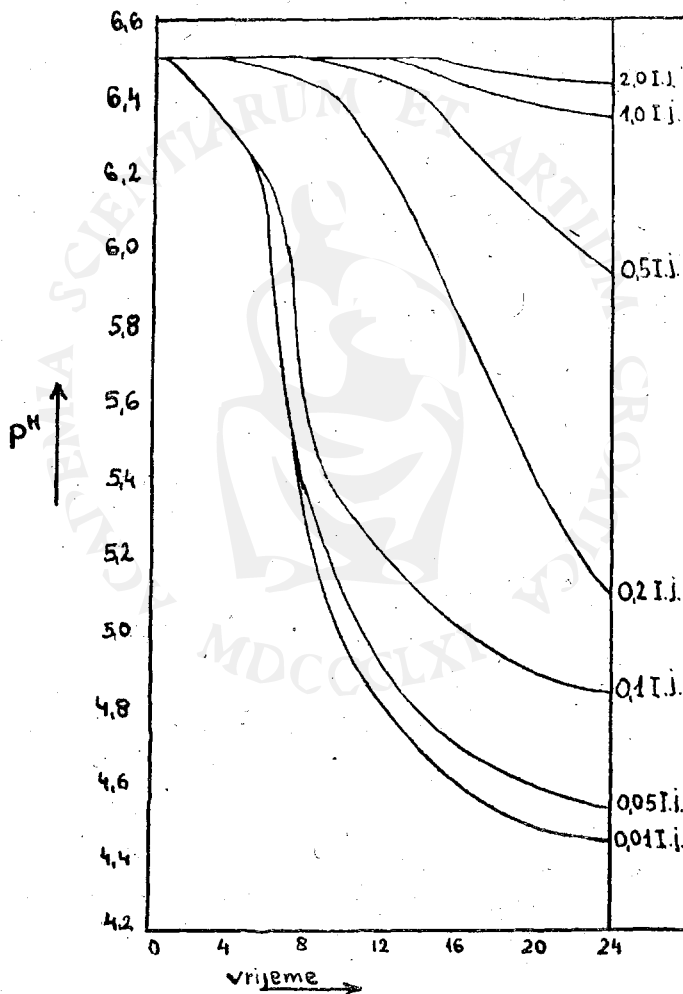
Antibiotici djeluju na mikroorganizme u mlijeku bilo sprečavanjem proizvodnje mliječne kiseline, bilo zaustavljanjem rasta mikroorganizama. Porastom koncentracije antibiotika proizvodnja mliječne kiseline u čistoj kulturi je postepeno sve manja. Antibiotici iz mlijeka zadržavaju se u siru i u toku zrenja. Ograničavanje razvoja mikroorganizama koji normalno provode zrenje može imati za posljedicu jači razvoj na antibiotike otpornih mikroorganizama što opet dovodi do stvaranja nepoželjnih nuzproizvoda.

Kod sira camemberta koji sadrži makar i male količine antibiotika istraživači su ustanovili slab razvoj plijesni, pretjeran razvoj bakterija crvenog maza, proizvodnju plina u siru i loš okus. Kod cheddara koji se proizvodi iz mlijeka s antibioticima gruš je nedovoljno kiseo što pogoduje razvitku koliformnih bakterija i uslijed toga razvoju plina i lošeg okusa. Kod grijera dolazi do maslačnog nadimanja ili pak do plinotvorne fermentacije uslijed prisustva koliformnih bakterija. Općenito se moglo zapaziti za većinu sireva da već niske koncentracije antibiotika daju siru lošu konzistenciju, defektan okus i uzrokuju pretjeranu proizvodnju plina.

Postavlja se pitanje, kod koje koncentracije antibiotika dolazi do kvarenja kvalitete sira. Stručnjaci su ispitivanjima utvrdili da postoje u tom pogledu razlike kod pojedinih vrsta sireva. Kod sireva kao što su ementalac i grijer dolazi do kvarenja kvalitete kod koncentracije penicilina od 0,01 I. J. po ml. Ova velika osjetljivost pripisuje se sudjelovanju kod zrenja ovih sireva, *Lactobacillus bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*. Kod sireva tipa cheddar počinje kvarenje kvalitete od koncentracije penicilina 0,10 I. J. po ml. Za sireve tipa tilzit dolazi do nadimanja sira tek od koncentracije 0,15 I. J. po ml.

Na osnovu izmješanih podataka može se računati da kravlje mlijeko prve mužnje mora biti razređeno 500 puta, nekad i do 5000 puta, mlijeko druge mužnje 20 do 200 puta da bi se mliječno kiselo vrenje normalno odvijalo.

Promjene pH mlijeka uz razne koncentracije penicilina, cijepljenog kulturom *Streptococcus cremoris* (penicilin u I.J./ml)



Metode utvrđivanja prisutnosti antibiotika u mlijeku

Sve češća pojava antibiotika u mlijeku koje dolazi u mljekare, njihov nepovoljni utjecaj na čiste kulture za maslac i sireve, na fermentaciju jogurta, kefira, na zrenje sira, zahtjevala je nalaženje metoda za utvrđivanje antibiotika u mlijeku. Zadatak je, međutim, bio vrlo težak jer se radi o potrebi utvrđivanja vrlo malih količina antibiotskih tvari, nekad u količini manjoj od jednog dijela na 100 miliona. Od istraživačkih metoda tražila se velika preciznost i brzo dobivanje rezultata.

Postoji danas ipak čitav niz metoda za utvrđivanje prisutnosti antibiotika u mlijeku (mlječ. proizvodima). Postupak se sastoji u određivanju razvoja bakterija u mlijeku s antibioticima, ili mjerenju količine proizvoda metabolizma bakterija u mlijeku.

Opisat ćemo ukratko dvije od poznatijih metoda.

1. metoda aktivnosti čiste kulture. Ova je metoda sigurna i dosta precizna. U kušalicu se dodaje 1 ml aktivne čiste kulture na 10 ml pokusnog mlijeka. Ista količina čiste kulture dodaje se u kušalicu s 10 ml kontrolnog mlijeka (tj. mlijeka za koje smo sigurni da ne sadrži antibiotika). Kušalice se stavljaju na inkubaciju kroz 4 sata u termostat kod 35°C. Kroz to vrijeme razvija se normalno u mlijeku mlječna kiselina, čija se količina utvrđuje titracijom uz indikator s razređenom lužinom (obično NaOH n/20). U koliko se utvrdi smanjenje proizvedene količine mlječne kiseline može se sumnjati na prisustvo antibiotika. Prema stupnju smanjenja proizvodnje mlječne kiseline utvrđuje se i stupanj onečišćenja antibiotikom u mlijeku.

2. Metoda papirnatih diskova (krugova). Osniva se na principu da antibiotik u doticaju s hranjivom podlogom sprečava razvoj mikroorganizama koji su nasadeni u podlozi, a osjetljivi su na antibiotske supstance. Papirnati disk, oko 1 do 1,5 cm promjera namoči se određenom količinom mlijeka koje se istražuje, te stavi na hranjivu podlogu sa simutkinom želatinom u Petrijevoj zdjelici u kojoj se uzgaja određeni mikroorganizam osjetljiv na antibiotike (npr. *Bacillus subtilis*). Petrijeve zdjelice stavljaju se na inkubaciju u termostat kod 37°C kroz 5—7 sati. Prisustvo antibiotika pokazuje svijetla zona oko papirnato kruga. U koliko u mlijeku nema antibiotika rast mikroorganizama je po čitavoj hranjivoj podlozi jednoličan. Koncentracija antibiotika u ispitivanom mlijeku određuje se prema promjeru svijetle zone oko diskova.

Treba napomenuti da zastoj u razvitku čiste kulture i slaba fermentacija mogu biti uzrokovani i drugim faktorima, npr. prisustvom bakteriofaga, starošću kulture, onečišćenjem kulture i dr. Zbog toga jednostrano ispitivanje neće uvijek biti dovoljno da utvrdimo prave razloge zaostajanja u razvoju kulture, nego će trebati provesti i dopunska istraživanja.

Mjere zaštite od antibiotika u mlijeku

Ako imamo na umu nepovoljni utjecaj koji antibiotici u mlijeku vrše na razne tehnološke procese i na gotove proizvode, moramo nastojati da na neki način isključimo njihovo prisustvo u mlijeku za preradu. Pri tome moramo voditi računa o činjenici da pasterizacija mlijeka nema utjecaja na antibiotike i da se njihovo djelovanje ne može uspješno potisnuti dodavanjem većih količina čiste kulture. U svrhu zaštite od antibiotika u mlijeku predlažu se ove mjere.

1. Izbor otpornih sojeva u čistoj kulturi. Brojni istraživači su pokusima utvrdili da postoje sojevi mikroorganizama koji su dosta otporni na antibiotike. Otkriti i uzgajati takove sojeve u čistoj kulturi, te se služiti takvom čistom kulturom predlaže se kao jedna od mjera za suzbijanje utjecaja antibiotika. Zbog znatnih tehničkih poteškoća ova se metoda nije do sada proširila u praksi.

2. Penicilinaza. Pojedine vrste mikroorganizama, npr. *Escherichia coli* i *Bacillus subtilis* proizvode enzim, koji je sposoban da sprečava djelovanje penicilina. Ovaj je enzim nazvan penicilinaza, a otkriven je 1940. god. od Abrahama i Chain-a. Prema kasnijim istraživanjima za suzbijanje utjecaja penicilina u mlijeku potrebne su relativno male količine penicilinaze, koje iznose 1,3 do 4,0 I. I. po ml. Penicilinaza se dodaje bilo u sirovo mlijeko, bilo u mlijeko nakon pasteurizacije u kotao za sirenje, kod oko 30°C. Penicilinaza se danas može već nabaviti kao laboratorijski komercijalni proizvod u nekim zemljama. Ipak njena primjena još nije znatnije raširena, jer je njena cijena dosta visoka.

3. Zadržavanje mlijeka za potrebe gospodarstva. Predlaže se da proizvođači nakon cijepjenja svoje stoke penicilinom ili drugim antibioticima izvjesno vrijeme zadržavaju mlijeko na gospodarstvu i ne predaju ga u mljekaru. U tom smislu je u nekim zemljama izašao i propis. U SAD, je na primjer, izdana ova obavijest proizvođačima mlijeka:

»Važna obavijest: Mlijeko koje potječe iz četvrti vimena tretirane antibiotikom treba ukloniti ili upotrebiti u druge svrhe, a ne za konzum, najmanje 72 sata poslije posljednjeg tretiranja«.

Ova mjera, iako vrlo jednostavna, nije uvijek dovoljno sigurna, jer po gađa ekonomske interese proizvođača. Na njen uspjeh može se računati samo kod savjesnih proizvođača.

4. Označivanje mlijeka s antibioticima. Kao lako provediva i praktična mjera predlaže se, da proizvođači mlijeko koje može sadržavati antibiotike, izdvoje od ostalog mlijeka, te da ga u posebnim kantama, vidljivo označenim, dostavljaju u mljekaru. Na ovaj jednostavan način mljekara će znati u kojem mlijeku ima antibiotika, te će moći poduzeti potrebne mjere (cijepjenje penicilinazom ovih relativno manjih količina, upotreba u druge svrhe nego konzum i dr.) da se izbjegne štetan utjecaj. S druge strane proizvođači neće biti ekonomski oštećeni, te neće izbjegavati ovu mjeru.

O opasnosti i šteti koju nanosi potrošaču konzumiranje malih količina antibiotika nije bilo govora u ovom članku. To je također poseban problem o kojem treba voditi računa.

Literatura

1. Materijali sa XVI Internacionalnog mljekarskog kongresa Kopenhagen, god. 1962.
2. Mocquet G. — Kosikowski F.: Progrès de la technologie du fromage, Rome, god. 1958.