

Potasyum Nitrat ve Starter Kültür Kullanılarak Üretilen Pastırmaların Bazı Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özellikleri

Muhammet İrfan AKSU, Mükerrerem KAYA
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 26.10.2000

Özet: Araştırmada, potasyum nitrat ve ticari starter kültür (*Staphylococcus carnosus* + *Lactobacillus pentosus*) kullanılarak pastırma üretimi yapılmıştır. Pastırmalık etler kuru kürlenme yöntemine göre kürlenmiş ve kürlenmede KNO_3 ile birlikte NaCl, glukoz ve sakkaroz kullanılmıştır. Üretimde starter kültür kullanımı toplam aerobik mezofilik, *Micrococcus/Staphylococcus* ve laktik asit bakteri sayıları üzerinde etkili olmuş ve en yüksek sayılar pastırma üretiminin ikinci kurutma aşamasında belirlenmiştir. Maya-küf sayısında ise kontrol ve starterli örnekler arasında istatistiki olarak farklılık görülmemiştir. Ticari starter kültür kullanılarak üretilen pastırmalarda daha düşük kalıntı nitrit/nitrat miktarları belirlenmiştir. Ayrıca starterli örneklerde protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarları daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: Pastırma, *Staphylococcus carnosus*, *Lactobacillus pentosus*, Nitrit, Nitrat, Protein Tabiatında Olmayan Azotlu Madde

Some Microbiological and Chemical Properties of Pastırma Produced Using Potassium Nitrate and Starter Culture

Abstract: In this study, pastırma samples were produced using potassium nitrate and commercial starter culture (*Staphylococcus carnosus* + *Lactobacillus pentosus*). The meat for pastırma was dry cured with NaCl, glucose and saccharose together with KNO_3 . The use of starter culture in pastırma production had a significant effect on counts of total aerobic mesophilic bacteria, *Micrococcus/Staphylococcus* and lactic acid bacteria. The maximum counts of microorganisms were found in the 2nd stage of the drying process. There was no significant difference between yeast mould counts in control and starter added samples. Nitrite and nitrate residues were lower in commercial starter added samples than in the control group. In addition, starter added samples contained more non-protein nitrogen.

Key Words: Pastırma, *Staphylococcus carnosus*, *Lactobacillus pentosus*, Nitrite, Nitrate, Non-protein Nitrogen

Giriş

Parça halinde işlenen kür edilmiş et ürünleri, pişirilmiş ve çiğ olarak kür edilmiş et ürünleri olmak üzere iki ana grup altında toplanmaktadır. Ülkemizde parça halinde işlenen çiğ et ürünlerinden en önemlisi pastırmadır (1-5).

Parça halinde kür edilmiş çiğ et ürünlerinde mikrobiyolojik stabilitenin sağlanmasında, renk ve aroma oluşumunda tuz, nitrit ve nitrat büyük öneme sahiptir (6-8). Ancak kürlenme maddesi olarak nitrat kullanıldığında nitratın nitrite indirgenmesi, nitrat redüktaz aktivitesine sahip bakterilerin varlığında mümkün olmaktadır (9-12). Parça halinde işlenen kür edilmiş kurutulmuş et ürünlerinde *Micrococcaceae* (*Micrococcus/Staphylococcus*) familyası üyeleri ile bazı laktik asit bakterilerinin starter kültür olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir (9,10,13-16). Kürlenme işlemi uygulanan et ürünlerinde nitratın

parçalanmasında önem arzeden nitrat redüktaz aktivitesi genellikle *Micrococcaceae* familyası üyeleri tarafından sağlanmaktadır (15, 17).

Pastırma üretiminde starter kültür olarak bazı laktik asit ve *Micrococcaceae* familyası üyelerinin kullanımının son ürün özelliklerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir (16,18,19).

Pastırma üretiminde kürlenme maddeleri olarak tuzun yanısıra, nitrit, nitrat veya nitrit+nitrat birlikte kullanılmaktadır. Kürlenme maddesi olarak nitratın kullanıldığı üretim proseslerinde arzu edilen renk ve aroma oluşumunda nitrat redüktaz aktivitesine sahip mikroorganizmalar büyük öneme sahiptir. Bu nedenle bu tip üretimlerde arzu edilen renk ve aroma oluşumu ancak pastırma üretim koşullarında bu tür aktivite gösterebilen mikroorganizmalara bağlıdır. Pastırma üretimi yapılan et

işletmelerinde bu husus dikkate alınmadığından son üründe sıklıkla renk ve aroma kusurları ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan kullanılan kütleme maddelerine bağlı olarak son üründe kalıntı nitrit ve nitrat miktarlarının da piyasa araştırmalarında yüksek bulunması starter kültürlerin önemini daha da artırmaktadır.

Araştırmada, pastırma üretiminde *Staphylococcus carnosus* + *Lactobacillus pentosus* ticari preparatı kullanılmış ve bunların üretim prosesindeki gelişme durumları incelenmiştir. Kullanılan starter kültürlerin son ürün kalitesine etkileri bazı mikrobiyolojik ve kimyasal analizler yapılarak belirlenmiştir.

Materyal ve Metot

Pastırma üretiminde hammadde olarak sığır *M.longissimus dorsi* kasları kullanılmıştır. Starter kültür olarak ise CHR HANSEN, Rudolf Müller (Almanya) firmasından temin edilen *Staphylococcus carnosus*+*Lactobacillus pentosus* ticari preparatı kullanılmıştır. Bir karkasdan elde edilen 4 parça etten ikisi kontrol olarak kullanılmış, diğer ikisi ise *S. carnosus* + *L. pentosus* ile muamele edilmiştir. Starter kültürler kütleme karışımı ile birlikte üretici firmanın önerileri doğrultusunda (25 g starter/100 kg et) ilave edilmiş ve pastırmalar kuru kütleme metoduna göre üretilmiştir. Kütlemede 1kg et için 47,25 g NaCl, 0,75 g KNO₃, 1,00 g glukoz ve 1,00 g sakkarozdan oluşan 50,00 g kütleme karışımı kullanılmıştır.

Pastırmalık etler, pastırma üretiminin birinci kütleme aşamasında ticari kültürler ile muamele edilmiş ve her parça ayrı ayrı küvetlerde kürlenmiştir. Pastırma üretimi bu aşamadan itibaren Gökalp ve ark., (4) ile Aksu (18) tarafından verilen üretim prosesine göre yapılmıştır. Çemen hamuru ise Çankaya (20) ve Aksu (18) tarafından verilen formülasyona göre hazırlanmıştır.

Pastırma üretim aşamalarında (A:Hammede, B:Kütleme Sonu, C:İkinci Kurutma Sonu, D:İkinci Kurutma Sonu, E:Çemenleme Sonu, E:Pastırma) toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), laktik asit bakteri (LAB), *Micrococcus/Staphylococcus* (M/S) ve maya-küf (MK) sayımları yapılmıştır. Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) ile laktik asit bakteri (LAB) sayımları Baumgart ve ark., (21)'na, *Micrococcus/Staphylococcus* (M/S) sayısı Rödel ve ark.,(22)'na, maya-küf sayısı ise Anon., (23)'a göre saptanmıştır. *Enterobacteriaceae* ve

Enterococcus sayımları ise sadece hammadde (A) ve pastırmada (F) yapılmıştır (21). Mikrobiyolojik ekimlerde yüzeye yayma yöntemi uygulanmıştır.

Örneklerin nem miktarı Gökalp ve ark.,(24), protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı Anon., (25)'a göre, tuz, nitrit ve nitrit/nitrat miktarları ise Tauchmann (26) ve Kaya (27) tarafından verilen yöntemle göre belirlenmiştir.

Araştırma tam şansa bağlı deneme planına göre kurulmuş ve iki tekerrürlü (iki grup) olarak yürütülmüştür. Veriler paket program (SAS, 1990) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır (28).

Bulgular ve Tartışma

Staphylococcus carnosus + *Lactobacillus pentosus* ticari starter kültür preparatının kullanıldığı pastırmalar ve starter kültür kullanılmadan üretilen pastırmaların üretim aşamalarında (hammadde, kütleme sonu, birinci kurutma sonu, ikinci kurutma sonu, çemenleme sonu) ve pastırmalarda belirlenen TAMB, M/S, LAB ve MK sayıları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'de verilen değerler üzerinde yapılan varyans analiz sonuçlarında hem starter kültür kullanımı hemde üretim aşamalarının TAMB, M/S ve LAB sayıları üzerinde çok önemli (P<0,01) düzeyde etkili oldukları anlaşılmıştır. Üretim aşaması değişkenine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Tablo 2'de verilmiştir.

TAMB sayısı üzerine çok önemli (P<0,01) etkili belirlenen starter kültür x üretim aşaması interaksyonu Şekil 1'de verilmiştir. Buna göre kütleme aşamasında kontrolde değişme olmazken, starter kültürü grupta starter kültür ilavesi nedeniyle yaklaşık 1 logaritmik birimlik bir artış olmuştur. Birinci kurutma esnasında her iki pastırma grubunda da sayı artmış, ancak maksimum sayılara ikinci kurutma sonunda ulaşılmıştır. Daha sonraki aşamalarda ise sayıda azalmalar saptanmıştır (Tablo 1 ve 2).

S. carnosus+*L. pentosus* ticari kültür preparatlarının kullanıldığı pastırmalar ile starter kültürsüz pastırmalarda son ürünlerde belirlenen TAMB sayıları ile Aksu ve Kaya (19) tarafından belirlenen TAMB sayıları paralellik göstermektedir. Bu araştırmada üretilen starter kültürsüz pastırmalarda belirlenen toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları ile diğer araştırma sonuçları arasında da önemli farklılıklar yoktur (29-34).

| Üretim Aşaması | Kontrol | | | | <i>S. carnosus+</i> <i>L. pentosus</i> | | | |
|----------------|----------------------------------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|
| | Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri | | | | <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> | | | |
| | Grup 1 | Grup 2 | Grup 1 | Grup 2 | Grup 1 | Grup 2 | Grup 1 | Grup 2 |
| Hammadde | 5,36 | 5,08 | 5,36 | 5,08 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Kürleme | 5,30 | 5,00 | 6,10 | 5,95 | 2,60 | 2,00 | 5,07 | 5,18 |
| 1. Kurutma | 7,58 | 7,45 | 8,00 | 7,95 | 7,62 | 7,10 | 7,92 | 8,12 |
| 2. Kurutma | 9,04 | 8,96 | 9,17 | 9,22 | 8,98 | 8,88 | 9,18 | 9,27 |
| Çemenleme | 8,48 | 8,82 | 8,52 | 8,52 | 7,49 | 7,73 | 8,46 | 8,83 |
| Pastırma | 7,16 | 7,22 | 7,24 | 7,00 | 7,74 | 7,68 | 7,79 | 7,76 |
| Üretim Aşaması | Laktik Asit Bakteri Sayısı | | | | Maya-Küf Sayısı | | | |
| | Grup 1 | Grup 2 | Grup 1 | Grup 2 | Grup 1 | Grup 2 | Grup 1 | Grup 2 |
| | Grup 1 | Grup 2 | Grup 1 | Grup 2 | Grup 1 | Grup 2 | Grup 1 | Grup 2 |
| Hammadde | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 3,95 | 2,30 | 3,95 | 2,30 |
| Kürleme | 2,00 | 2,00 | 6,15 | 5,86 | 2,00 | 2,00 | 2,30 | 2,60 |
| 1. Kurutma | 5,12 | 5,68 | 6,27 | 5,90 | 4,60 | 5,15 | 5,42 | 5,03 |
| 2. Kurutma | 6,48 | 5,88 | 6,18 | 6,45 | 6,66 | 5,83 | 6,15 | 6,29 |
| Çemenleme | 4,38 | 4,08 | 4,95 | 5,00 | 4,04 | 4,23 | 3,48 | 4,38 |
| Pastırma | 3,85 | 3,95 | 4,04 | 3,95 | 2,70 | 2,30 | 2,00 | 2,00 |

Tablo 1. Starter Kültürlü ve Kültürsüz Pastırmaların Üretim Aşamalarında Tespit Edilen Mikroorganizma Sayıları (log kob/g).

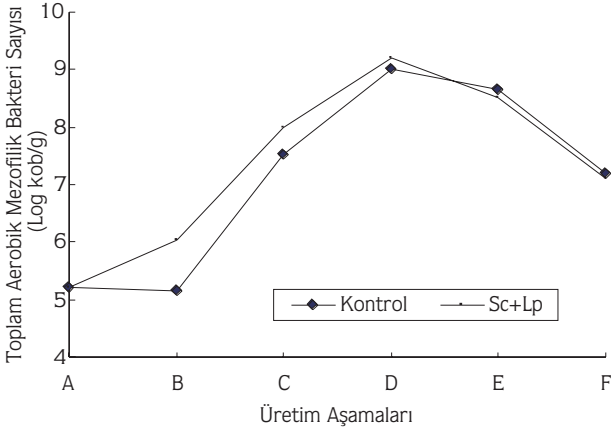
| Üretim Aşaması | Toplam Aerobik Mezofilik Sayısı | <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> Sayısı | Laktik Asit Bakteri Sayısı | Maya - küf Sayısı |
|----------------|---------------------------------|--|----------------------------|-------------------|
| Hammadde | 5,22 f | 3,00 c | 2,00 d | 3,13 d |
| Kürleme | 5,59 e | 3,71 c | 4,00 c | 2,23 e |
| 1. Kurutma | 7,75 c | 7,69 b | 5,74 ab | 5,05 b |
| 2. Kurutma | 9,10 a | 9,08 a | 6,25 a | 6,23 a |
| Çemenleme | 8,59 b | 8,13 b | 4,60 c | 4,03 c |
| Pastırma | 7,16 d | 7,74 b | 3,95 c | 2,25 e |

Tablo 2. Starter Kültürlü ve Kültürsüz Pastırmaların Üretim Aşamalarında Tespit Edilen Mikroorganizma Sayılarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları (log kob/g).

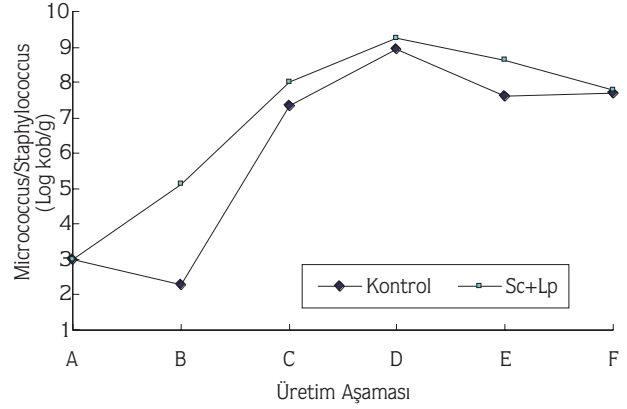
Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P>0,05).

Starter kültürlü ve starter kültürsüz üretilen pastırmalarda üretim aşamalarında tespit edilen *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları (log kob/g) hammaddelerde 10^3 kob/g olarak belirlenirken üretim aşamasında sayı 10^8 - 10^9 kob/g seviyesine kadar artmıştır (Tablo 1, Tablo 2). Üretilen pastırmalarda belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayıları dikkate alındığında starter kültür x üretim aşaması interaksyonunun da çok önemli olduğu saptanmış ve bu interaksyon Şekil 2'de verilmiştir. Kürleme aşamasında starter kültürlü örneklerde *S. carnosus* nedeniyle sayı kontrole göre yaklaşık 3 logaritmik birim daha fazla çıkmıştır. Birinci

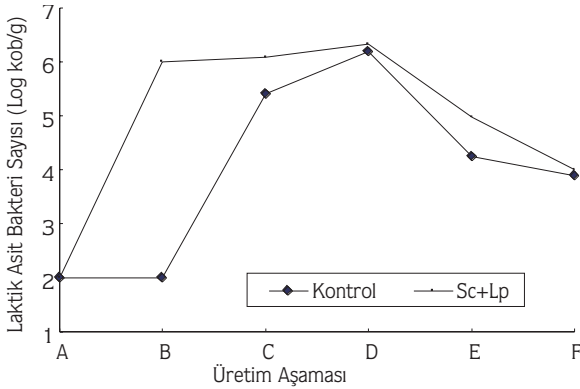
kurutma aşamasında ise fark 1 logaritmik birime düşmüştür. İkinci kurutma sonunda da sayılar birbirlerine oldukça yakın çıkmıştır. Bu sonuç ette spontan olarak bulunan mikrokok ve stafilokokların da maksimum sayıya ikinci kurutma sonunda ulaştığını göstermektedir. Ancak çemenleme aşamasında kontrol grubundan daha fazla bir düşüş olmuştur. Son üründe ise sayı açısından önemli bir farklılığın olmadığı görülmüştür (Şekil 2). Katsaras ve ark., (35) da nitrat ve nitritli kontrol gruplarında *Micrococcus/Staphylococcus* sayısının kürleme aşamasında düştüğünü, kurutma aşamasında ise maksimum düzeye ulaştığını bildirmişlerdir.



Şekil 1. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine starter kültür x üretim aşaması etkisinin etkisi (A: Hammadde, B:Kürleme Sonu, C:1.Kurutma Sonu, D;2.Kurutma Sonu, E: Çemenleme Sonu, F: Pastırma, Sc+Lp: *S. carnosus*+*L. pentosus*)



Şekil 2. *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı üzerine starter kültür x üretim aşaması etkisinin etkisi (A: Hammadde, B:Kürleme Sonu, C:1.Kurutma Sonu, D;2.Kurutma Sonu, E: Çemenleme Sonu, F: Pastırma, Sc+Lp: *S. carnosus*+*L. pentosus*)



Şekil 3. Laktik asit bakteri sayısı üzerine starter kültür x üretim aşaması etkisinin etkisi. (A:Hammadde, B:Kürleme Sonu, C:1.Kurutma Sonu, D:2.Kurutma Sonu, E. Çemenleme Sonu, E:Pastırma, Sc+Lp: *S. carnosus*+*L. pentosus*)

Laktik asit bakteri sayısı üzerine çok önemli ($P<0,01$) etkisi saptanan starter kültür x üretim aşaması etkisi Şekil 3'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi kürleme aşamasında kontrolde spontan olarak bulunan laktik asit bakterileri gelişme göstermemiştir. Buna karşın starter kültürü pastırmalarda ortalama 10^6 kob/g düzeyinde laktik asit bakterisi belirlenmiştir. Ancak bu sayı daha sonraki iki aşamada (1. ve 2. kurutma) önemli bir artış göstermemiştir. Kontrolde ise sayı birinci kurutma aşamasında önemli derecede artmış, ikinci kurutmada maksimum düzeye çıkmıştır. Çemenleme sonunda her iki

grupta da sayı düşmüştür. Katsaras ve ark., (35) kontrol grubu pastırmalarda laktik asit bakterilerinin kürleme aşamasında çok az gelişebildiğini, ancak kurutma esnasında yüksek sayılara ulaştığını belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar *L.curvatus*+*S. carnosus* karışık kültürünü kullanarak ürettikleri pastırmada ise kürleme aşamasında iç kısımda daha yüksek sayı (8,97 log kob/g) tespit ettiklerini, daha sonraki aşamalarda da sayının hafif bir düşme gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu araştırmada son ürünlerde tespit ettiğimiz sayılar bazı araştırma verileri ile de paralellik arz etmektedir (19,29,31,33,34,36).

Maya-küf sayısı üzerine kullanılan starter kültürün önemli ($P>0,05$) etkisi bulunmazken, üretim aşamasının çok önemli ($P<0,01$) etkisinin olduğu belirlenmiştir. Tablo 1 ve Tablo 2'den de görüldüğü gibi en yüksek maya-küf sayısı ikinci kurutmadan sonra belirlenmiştir. İkinci kurutma sonunda 10^6 kob/g düzeyinde olan sayı çemenleme sonunda 10^4 kob/g'a, son üründe ise 10^2 kob/g düzeyine kadar düşmüştür. Maya-küf sayısının azalmasında çemende bulunan sarmısak ile çemenleme sonucu etin oksijenle temasının sınırlandırılmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Katsaras ve ark., (35) tarafından yapılan denemelerde kontrol grubu pastırmalarda mayaların kurutma sonunda yüksek sayılara (merkezde 4,57 log kob/g, kenarda 5,39 log kob/g) ulaştığı, daha sonraki aşamalarda ise sayının azaldığı tespit edilmiştir. Aynı araştırmada starter kültürü (*L.curvatus*+*S. carnosus*) örneklerin bazılarında merkezde sayının saptanabilir sınırın altında olduğu da

belirlenmiştir. Diğer taraftan El-Khateib ve ark., (37) çemende bulunan sarmısağın maya-küf sayısını düşürdüğünü belirtmişlerdir. Bu çalışmamızda kontrol grubunda tespit ettiğimiz değerler bazı araştırma verileri ile paralellik göstermektedir (31-33,38).

Enterobacteriaceae sayısı pastırma üretiminde kullanılan etlerde ve starter kültür kullanılan pastırmalarda saptanabilir sınırın ($<10^2$) altında bulunurken 1. grup kontrol grubu pastırmada sayı 3.60 kob/g, 2. grupta ise $<10^2$ kob/g olarak belirlenmiştir. *Enterococcus* sayısı ise hem starter kültürlü ve kültürsüz pastırmalarda hem de hammaddelerde saptanabilir sınırın ($<10^2$) altında bulunmuştur.

S. carnosus+L. pentosus ticari preparat kullanılarak üretilen pastırmalar ile starter kültürsüz pastırmalarda nem, tuz ve protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarları, hammaddeden son ürüne kadar olan üretim aşamalarında ise nitrit ve nitrit/nitrat miktarları tespit edilmiştir.

Nem miktarı kontrol grubu pastırmalarda ortalama %38,06, starter kültürlü pastırmalarda %37,27 olarak tespit edilmiştir. Tuz miktarı ise kontrol grubu pastırmalarda ortalama %5,97, starter kültürlü pastırmalarda ortalama %5,82 olarak saptanmıştır.

Üretilen pastırmalarda protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarı kontrol ve starterli örneklerde sırasıyla %5,47 ve %6,11 olarak belirlenmiştir. Pastırma üretiminde kullanılan starter kültürlerin proteolitik etkilerinde olması, starter kültürlü pastırmalarda protein tabiatında olmayan azotlu madde miktarını kısmen yükseltmiştir. Parça halinde işlenen kuru kür edilmiş domuz eti ürünlerinin olgunlaştırılmasında et proteinlerinde meydana gelen proteolitik parçalanma ile

üründeki protein tabiatında olmayan azotlu madde konsantrasyonunun arttığı belirtilmiştir (39,40,41). Bu parçalanma sonucu oluşan ürünler ise kür aroması bileşenlerinin önemli kaynağını oluşturmaktadır (40-42).

Starter kültürlü ve kültürsüz pastırmalarda üretim aşamaları süresince belirlenen nitrit ve nitrit/nitrat miktarları Tablo 3'de verilmiştir. Pastırma üretiminde kullanılan *S. carnosus+L. pentosus* ticari starter kültür preparatının hem nitrit hem de nitrit/nitrat miktarı üzerine çok önemli ($P<0,01$) etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Yine nitrit ve nitrit/nitrat miktarları üzerine üretim aşamasının çok önemli ($P<0,01$) etkileri saptanmıştır. Üretim aşamalarına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 4'de verilmiştir. Ayrıca her iki parametre üzerinde de starter kültür x üretim aşamaları interaksiyonlarının çok önemli ($P<0,01$) derecede etkili olduğu belirlenmiştir. Bu interaksiyonlar Şekil 4 ve Şekil 5'de verilmiştir.

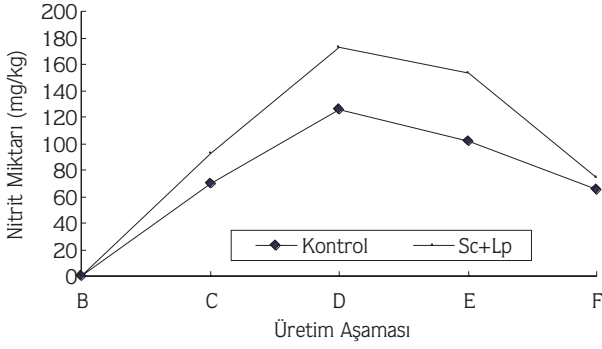
Tablo 4. Starter Kültürlü ve Kültürsüz Pastırmaların Üretim Aşamalarında Belirlenen Nitrit ve Nitrit/Nitrat Miktarlarına Ait Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları (mg/kg).

| Üretim Aşaması | n | Nitrit Miktarı | Nitrit / Nitrat Miktarı |
|----------------|---|----------------|-------------------------|
| Kürleme | 4 | 0,10 e | 230,72 b |
| 1. Kurutma | 4 | 80,91 c | 319,27 a |
| 2. Kurutma | 4 | 159,16 a | 150,81 c |
| Çemenleme | 4 | 137,63 b | 98,99 d |
| Pastırma | 4 | 70,10 d | 64,81 e |

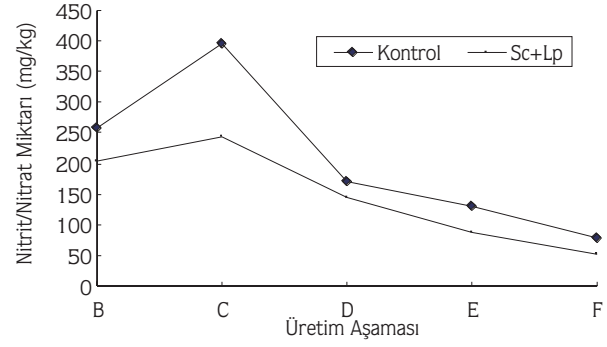
Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P>0,05$).

| Üretim Aşaması | Nitrit Miktarı (mg/kg) | | | | Nitrit / Nitrat Miktarı (mg/kg) | | | |
|----------------|------------------------|--------|--------------------------------|--------|---------------------------------|--------|--------------------------------|--------|
| | Kontrol | | <i>S. carnosus+L. pentosus</i> | | Kontrol | | <i>S. carnosus+L. pentosus</i> | |
| | Grup 1 | Grup 2 | Grup 1 | Grup 2 | Grup 1 | Grup 2 | Grup 1 | Grup 2 |
| Kürleme | 0,08 | 0,09 | 0,13 | 0,10 | 236,34 | 277,89 | 203,16 | 205,49 |
| 1. Kurutma | 68,86 | 69,92 | 97,05 | 88,70 | 404,23 | 386,82 | 203,90 | 282,12 |
| 2. Kurutma | 148,99 | 142,37 | 177,22 | 168,05 | 152,90 | 161,23 | 141,66 | 147,43 |
| Çemenleme | 111,07 | 132,47 | 147,10 | 159,87 | 107,18 | 114,59 | 84,69 | 89,50 |
| Pastırma | 66,78 | 64,27 | 75,62 | 73,70 | 76,15 | 78,03 | 60,68 | 44,38 |

Tablo 3. Pastırma Üretimi Süresince Belirlenen Nitrit ve Nitrit / Nitrat Miktarları (mg/kg).



Şekil 4. Nitrit miktarı üzerine starter kültür x üretim aşaması etkisinin grafiği. (B:Kürleme Sonu, C:1.Kurutma Sonu, D:2.Kurutma Sonu, E:Çemenleme Sonu, F:Pastırma, Sc+Lp: *S. carnosus*+*L. pentosus*)



Şekil 5. Nitrit/Nitrat miktarı üzerine starter kültür x üretim aşaması etkisinin grafiği. (B:Kürleme Sonu, C:1.Kurutma Sonu, D:2.Kurutma Sonu, E:Çemenleme Sonu, F:Pastırma, Sc+Lp: *S. carnosus*+*L. pentosus*)

Kürleme aşamasında iz miktarlarda tespit edilen nitrit miktarı ikinci kurutma sonuna kadar özellikle starterli grupta giderek artmıştır. Bu sonuç, *S. carnosus*'un nitratı nitrite indirgeyen nitrat redüktaz aktivitesi ile açıklanabilir. İkinci kurutma sonunda starterli gruplarda *Micrococcus/Staphylococcus* sayısının da yükselmesi optimum nitrat redüktaz aktivitesinin sağlanması nedeniyle nitrit miktarının arttığı düşünülmektedir. Nitrit miktarı, *S. carnosus*+*L. pentosus* ticari kültür preparatlarının kullanıldığı örneklerde kontrol grubu örneklerden daha yüksektir (Şekil 4). Nitrit miktarının aksine kontrolde nitrit/nitrat miktarı üretimin bütün aşamalarında daha yüksek bulunmuştur (Şekil 5). Özellikle birinci kurutma sonunda bu fark daha yüksektir. Bu farklılık muhtemelen starter kültürsüz örneklerde nitrat redüktaz aktivitesine sahip bakteri sayısının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Daha sonraki aşamalarda spontan mikrokok ve stafilokok sayısının artması ve nitritin parçalanması nedeniyle toplam nitrit/nitrat miktarı da azalmıştır (Şekil 5). Bu denemede belirlenen kalıntı nitrit ve nitrit/nitrat miktarları Aksu ve Kaya (19)'ya göre yüksek bulunmuştur. Ancak son üründe belirlenen miktarlar 100 mg/kg'ın altındadır. Müller (43) parça halinde işlenen kür edilmiş kurutulmuş ürünlerde ortalama nitrit miktarını 16,8 ppm, ortalama nitrit/nitrat miktarını ise 138,5 ppm olarak tespit etmiştir. Aksu ve Kaya (34) tarafından yapılan piyasa araştırmasında ise pastırmalarda kalıntı nitrit miktarı 0,93-11,59ppm, kalıntı nitrit/nitrat miktarı 39,35-522,35ppm arasında belirlenmiştir.

Pastırma ve pastırma gibi kür edilmiş çiğ et ürünlerinin üretiminde nitrit etkili bir madde olup, renk oluşumu, aroma oluşumu ve ransiditenin önlenmesi açısından önemlidir (4,7,11,12,44,45). Ancak, kalıntı nitrit ve nitrat miktarının son üründe fazla olması istenmemektedir. Amerika'da et ürünlerinde kalıntı nitrit miktarının en fazla 125 ppm olmasına müsaade edilirken, Japonya'da bu miktarın kesinlikle 75 ppm'i geçmemesi zorunlu hale getirilmiştir (4). Wirth (8) ise kalıntı nitrit miktarının 100 ppm'i geçmemesi gerektiğini belirtmiştir. Araştırmamızda tespit ettiğimiz nitrit miktarlarının bu rakamlardan düşük olması üretimde kullandığımız kürleme formülasyonunun pastırma üretimi için uygun olduğunu göstermektedir. Araştırmamızda kürleme maddesi olarak potasyum nitrat kullanılmıştır. Kullanılan kültürde bulunan *S. carnosus* nitrat redüktaz aktivitesine sahip olup nitratı nitrite indirgemektedir.

Bu araştırma sonunda, kuru kürleme uygulanarak gerçekleştirilen pastırma üretiminde liyofilize starter kültürlerin kürleme karışımı ile birlikte ete rahatlıkla ilave edilebileceği anlaşılmıştır. Starter kültür ilavesi ile kürleme yapılan etlerde kürleme sonunda *Micrococcus/Staphylococcus* sayısı kontrol etlere göre yaklaşık 3 logaritmik birim, laktik asit bakteri sayısı ise yaklaşık 4 logaritmik birim yüksek bulunmuştur. Nitrat redüktaz aktiviteye sahip bakterilerin sayıca yüksek olmaları potasyum nitratın daha fazla parçalanmasını, dolayısıyla son üründe kontrole göre daha düşük kalıntı nitrit/nitrat miktarının olmasını sağlamıştır.

Son ürün özellikleri açısından kuru kürleme prosesi uygulanan pastırma üretimlerinde 1,00 kg et için 50,00 g

kürleme karışımının yeterli olduğu, bu miktarın kullanılması halinde kürleme sonrası yıkama işlemine de gerek olmadığı saptanmıştır.

Ayrıca, duyuusal değerlendirme testinde starter kültürü örneklerin genel beğeni düzeylerinin ve tüketime

hazır starterli pastırlamalarda kırmızılığı ifade eden +a* değerinin yüksek olması, starter kültür kullanımının pastırmanın aroma, tad ve renk özelliklerini de iyileştirdiği kanaatine varılmıştır.

Kaynaklar

1. Anonymous.: Pastırma. TS 1070. TSE. Ankara. 1983.
2. Gökalp, H.Y.: Fermente Et Ürünleri. Pastırma Üretim Teknolojisi. Standard (Özel Sayı). 1995; 48-64.
3. Kolsancı, N., ve Atıcı, H.: Geleneksel Türk Et Ürünlerinin Türk Ekonomisindeki Yeri. Standard (Özel Sayı). 1995; s:69-73.
4. Gökalp, H.Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö.: Pastırma ve Diğer Bazı Kurutma Ürünler Teknolojisi. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği.(3. Baskı). Atatürk Üniv. Yay. No: 786. Ziraat Fak. Yay. No: 320. Ders Kitapları Serisi No: 70.Erzurum. 309-339.1999.
5. Tekinşen, O.C. ve Doğruer, Y.: Her Yönüyle Pastırma. Selçuk Üniv. Basımevi. Konya. 2000.
6. Wirth, F.: Zur Technologie bei rohen Pökelfleischerzeugnissen. Fleischwirtsch,1986; 66(4), 531.
7. Wirth, F.: Salting and Curing of Kochwurst and Cooked Cured Products. Fleischwirtsch,1989; 69(10), 1568-1572..
8. Wirth, F.: Restricting and Dispensing With Curing Agents in Meat Products. Fleischwirtsch, 1991; 71(9), 1051-1054.
9. Lücke, F. K.: Mikrobiologische Vorgänge bei der Herstellung von Rohwurst und Rohschinken. In: Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, p: 85-102. 1985.
10. Hammes, W. P.: Starterkulturen in der Fleischwirtschaft. Chem Mikrobiol. Technol. Lebensmittel. 1986; 9, 131-143.
11. Prändl, O., Fischer, A., Schmidhofer T. und Sinell, H. J.: Fleisch-Technologie und Hygiene der Gewinnung und Verarbeitung. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart, Germany. 1988.
12. Lautenschläger, B.R.: Rohpökelfleisch. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren. W Branscheid, K.O. Honikel, G. V. Lengerken, K.Troger (Hrsg.), Deutscher Fachverlag, Band 2. 1998.
13. Schiefer, G. und Schöne, R.: Herstellung von Pökelfleisch unter Verwendung von Starterkulturen. Fleisch, 1978,32, 215-216.
14. Liepe H. Ü. und Parobic, R.: Untersuchungen zur Schinkenpökelfleisch. Fleischwirtsch., 1984; 64, 1298-1302.
15. Hammes, W.P. and Hertel, C.: New Developments in Meat Starter Cultures. Meat Sci, 1998; 49 (1), 125-138.
16. Katsaras, K., Lautenschläger, R. und Bosckova, K.: Das Verhalten von Mikroflora und Starterkulturen während der Pökelfleisch, Trocknung und Lagerung von Pasterma. Fleischwirtsch,1996; 76 (3): 308-314.
17. Hammes, W.P. and Knauf, H.J.: Starters in the Processing of Meat Products. Meat Sci. 1993; 36, 155-168.
18. Aksu, M.İ.: Pastırma Üretiminde Starter Kültür Kullanım İmkanlarının Araştırılması. Doktora Tezi. Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst. Erzurum. 1999.
19. Aksu, M.İ., Kaya, M.:Pastırma Üretiminde Starter Kültür Kullanımının Son Ürün Özelliklerine Etkisi. Turk J Vet Anim Sci Baskıda. 2001.
20. Çankaya, H.: Kalsiyum Klorürün Pastırmanın Bazı Kalite ve Teknolojik Özelliklerine Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum. 1997.
21. Baumgart, J., Firnhaber, J. und Spcher, G.: Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln, Behr's Verlag, Hamburg, Germany. 1993.
22. Rödel, W., Stiebing, A., Lücke, F.K. und Schillinger, U.: Entwicklung eines Standars für die Herstellung von Salami nach Italienischer und Französischer Art, unter Einsatz von Microorganismen. Teilprojekt S, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, s.40. 1989.
23. Anonymous: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 3rd ed. By Vonderzant, Cand Splittstoesser, D.F. American Public Health Association, Washington D.C. USA. 1992.
24. Gökalp, H., Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö.: Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu (3.Baskı).Atatürk Üniv. Yayın No:751. Ziraat Fak. Yay. No:318. Ders Kitapları Serisi No:69. Erzurum. 1999.
25. Anonymous.: Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG. Untersuchung von Lebensmitteln. Bestimmung des Gehaltes an Nichtprotein-Stickstoffsubstanz in Fleischerzeugnissen. 1989.
26. Tauchmann, F.: Methoden der Chemischen Analytic von Fleisch und Fleischwaren. Bundesanstalt für Fleischforschung, Klumbach, DE, 80. 1987.
27. Kaya, M.: Sucuk Üretim Teknolojisinde Değişik Nitrit Dozlarının ve Farklı Starter Kültür Kullanımının *Listeria Monocytogenes*'in Çoğalımı Üzerine Etkisi ve Sucuğun Diğer Bazı Kalitatif Kriterleri. Doktora Tezi. Atatürk Üniv. Fen Bil. Ens. Erzurum. 1993.
28. Yıldız, N. ve Bircan, H.: Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üniv. Yay. No:697. Ziraat Fak.Yay. No:305. Erzurum. 1991.
29. Özeren, T.: Pastırmanın Olgunlaştırılması Sırasında Mikroflora ve Bazı Kimyasal Niteliklerinde Meydana Gelen Değişiklikler Üzerinde İncelemeler (Doktora Tezi). Ankara Üniv. Veteriner Fak. Ankara. 1980.

30. Anıl, N., Türk Pastırması: Modern Yapım Tekniklerinin Geliştirilmesi ve Vakumla Paketlenerek Saklanması. Selçuk Üniv. Vet. Fak. Dergisi, 1988; 4(1): 363-375. Konya.
31. Gürbüz, Ü.: Pastırma Üretiminde Değişik Tuzlama Tekniklerinin Uygulanması ve Kaliteye Etkileri. Sakarya Üniv. Sağlık Bil. Enst. Doktora Tezi. Konya, 1994.
32. Doğruer, Y., Gürbüz, Ü. ve Nizamoğlu, M.: Konya'da Tüketime Sunulan Pastırmaların Kalitesi. Veteriner Bil. Derg. 1995; 11.2.
33. Özdemir, H., Şireli, U.T., Sarımehtemoğlu, B. ve İnat, G.: Ankara'da Tüketime Sunulan Pastırmalarda Mikrobiyolojik Floranın İncelenmesi. 10.KÜKEM Kongresi. Mersin, 1997; 20 (3): 72-73.
34. Aksu, M.İ., Kaya, M.: Erzurum Piyasasında Tüketime Sunulan Pastırmaların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Turk J Vet Anim Sci 2001; (3) 319-326.
35. Katsaras, K., Launtenschläger, R. und Boschkova, K.: Physikalisch-chemische Vorgänge bei der Herstellung von Pasterme. Fleischwirtsch. 1996; 76 (2): 136-142.
36. Kaya, M. ve Aksu M.İ.: Dilimlenmiş ve Vakum Uygulanarak Ambalajlanmış Pastırmalarda *Listeria Monocytogenes*'in Gelişme Durumu. 10.KÜKEM Kongresi. Mersin, 1997; 20 (3): 25-27.
37. El-Khateib, T. Schmidt, U. und Leistner, L.: Mikrobiologische Stabilität von Türkischer Pastırma. Fleischwirtsch., 1987; 67(1): 101-105.
38. Askar, A., El Samahy, S.K., Shehata, H.A. and M.Tawfik.: Pasterma and Beef Bouillon. The Effect of Substituting KCl and K-Lactate for Sodium Chloride. Fleischwirtsch, 1993; 73(3), 289-292.
39. Buscailhan, S. and Monin, G.: Time-Related Changes in Nitrogen Fractions and Free Amino Acids of Lean Tissue of French Dry-Cured Ham. Meat Sci., 1994; 37, 449-456.
40. Cordoba, J.J., Antequera, T., Ventanas, J., Lopez-Bote, C., Garcia, C. and Asensio, M.A.: Hydrolysis and Loss of Extractability of Proteins During Ripening of Iberian Ham. Meat Sci., 1994; 37, 217-227.
41. Martin, L., Cordoba, J.J., Antequera, T., Timon, M.L., and Ventanas, J.: Effects of Salt and Temperature on Proteolysis During Ripening of Iberian Ham. Meat Sci., 1998; 49, 145-153.
42. Aristoy, M.C., and Toldra, F.: Deproteinization Techniques for HPLC Amino Acid Analysis in Fresh Pork Muscle and Dry-Cured Ham. J. Agric. Food. Chem., 1991; 39, 1792-1795.
43. Müller, W. D.: Pökeln und Räuchern. Früher oder heute gesunder? In: Fleisch und Wurst Bedeutung in der Ernährung des Menschen. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbacher Reihe Band 9, Kulmbach, 1989.
44. Jessen, B.: Starter Cultures for Meat Fermentation. Fermented Meats. Blackie Academic and Professional, New York, USA. 130-154. 1995.
45. Vösgen, W.: Curing. Are Nitrite and Nitrate Necessary or Superfluous as Curing Substances? Fleischwirtsch, 1992; 78(12), 1675-1677.