

Examination of *Salmonella* contamination of retail chicken meat and *Salmonella* Enteritidis heat elimination during grilling

D. Pleva*
K. Szakmár
D. Tózsér
R. Sweeney
A. Domak
P. Laczay

Állatorvostudományi Egyetem
Élelmiszer-higiéniai Tanszék,
1078 Budapest, István utca 2.

*e-mail: pleva.daniel@univet.hu

Kiskereskedelmi forgalomban kapható csirkehúsok *Salmonella*-szennyezettségének és a *Salmonella* Enteritidis grillezés közbeni hőpusztulásának vizsgálata

Pleva Dániel*, Szakmár Katalin, Tózsér Dóra, Ronan Sweeney, Domak Adrienn, Laczay Péter

ÉLELMISZER-HIGIÉNIA

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők csirkemellminták *Salmonella*-kontaminációjának mértékét vizsgálták redoxpotenciál-méréssel. A vizsgált minták mindegyike tartalmazott *Salmonella*-t, az egyikben *S. Typhimurium*-ot is kimutattak PCR-módszerrel. Emellett mesterségesen *S. Enteritidis*-szel szennyezett csirkemellek kontaminációjának mértékét, és a mintákban a baktérium túlélését is vizsgálták grillezés során. Eredményeik alapján a *Salmonella* túlélése erősen függ a grillezés módjától és a bőr szigetelő hatásától. A bőr nélküli minták 10, de zárt sütés esetén már 5 perc után minden esetben *Salmonella*-mentesnek bizonyultak, míg a bőrös mintákban erőteljesebb hőkezelésre volt szükség.

SUMMARY

For our experiment retail chicken meat samples (filet and skin covered) were purchased from a local supermarket to detect their contamination level from salmonellae. Altogether eight samples were examined and all of them proved to be positive by redoxpotential measurement, the magnitude of their contamination rate varied between 10^1 and 10^5 cfu. We also examined these samples by real-time PCR system whether they contain any significant zoonotic serovariants (*S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* or *S. Infantis*). In one of the samples *S. Typhimurium* could be detected. Similar samples from the same origin were contaminated artificially with *S. Enteritidis* by a soaking method. The samples were cut into $4 \times 6 \times 1.6$ cm size bricks and the soaking period took 4 or 16 hours to notice if there is any difference in the samples' salmonella levels depending on the duration of the contamination period. No significant difference was observed ($10^{5.30}$ and $10^{5.35}$). It seemed that 4 hours were enough for the salmonella to reach the deeper layers of the meat samples. Slices of the same size and contamination level were then used for the grilling experiment. A DeLonghi electric grill was applied for the grilling that had two individual frying sheets. The parameters of the grilling included the time (5, 10, 15 minutes), sheet temperature (150, 190, 230°C), the presence or absence of the skin and the state of the two frying sheets (opened or closed). The reduction rate of *Salmonella* was influenced by the sheet temperature but the elimination curves did not exhibit the expected differences among the temperatures that can be explained by the slower change of core temperature. The skin seemed to have an insulating effect that could protect the bacteria from destruction. Closed grilling was more effective than the opened one, although the opened samples were treated for double time (to grill both sides).

Az ételek feldolgozásának egyik legrégebbi módszere a hőkezelés, amely elősegíti, hogy azok könnyebben emészthetők és biztonságosak legyenek a mikrobiológiai szennyeződésektől. Már 2000000 évvel ezelőttről is vannak jelek a tűz ételkészítéshez történő felhasználásáról (14), és a tudósok szerint az emberi agy a feldolgozott ételekben gazdag étkezés nélkül nem tudott volna ilyen gyorsan ekkora fejlődést mutatni (17). Az évszázadok során kialakultak a hőkezelés különféle módszerei, amelyek által az étel ízletesebbé vagy könnyebben emészthetővé válhatott. A XX. században az élelmiszer-kémia és a toxikológia elérte azt a fejlettséget, hogy képes volt felismerni és kimutatni az élelmiszerek molekuláris változásait a hőkezelés során, és felfedezni azok emberi szervezetre való hatását a fogyasztás után. A Maillard-reakció (10) leírja a hőkezelés ételek ízére, illatára és színére gyakorolt hatását, de később néhány keletkező molekula toxicitását is kimutatták. Pl. hús esetében rákkeltő heterociklusos aminok keletkezhetnek a kreatinin-, aminosav- és glükóztartalomból (3), vagy policiklusos aromás szénhidrogének képződhetnek lángolás vagy faszézen grillezés során (1).

Az ételek hőkezelése javítja emészthetőségüket és mikrobiológiai biztonságosságukat

A Salmonella az egyidejűleg több ember megbetegedését okozó leggyakoribb élelmiszer-eredetű kórokozó

Magyarországon a szalmonellás csoportos megbetegedések 59 %-áért a Salmonella Enteritidis felelős

A hőkezelés kockázatainak felismerése miatt manapság számos olyan nézet és mozgalom alakult, amelyek a főzés hátrányaira összpontosítottak. De a „nyers” étrend esetén a mikrobiológiai kockázat nagyobb, és még fejlett országokban is vannak súlyos, élelmiszer-eredetű járványok, amelyeket többek között *Escherichia coli* (2), *Listeria monocytogenes* (13) vagy *Salmonella enterica* (6) okoz.

A *Salmonella* mind a mai napig az egyidejűleg több ember megbetegedését okozó leggyakoribb élelmiszer-eredetű kórokozó (5). Mert bár a közvetlenül emberi patogén szerotípusok (*S. Typhi*, *S. Paratyphi*) már visszaszorultak a fejlett országokban, vannak olyan zoonotikus szerotípusok, amelyek haszonállatokban többnyire tünetmentes hordozás formájában fordulnak elő, de emberben számos betegséget okozhatnak (9). Ezért az Európai Unió még az elmúlt évtizedben *Salmonella*-gyérítési programot indított a közegészségügyi szempontból legfontosabb szerotípusok, mindenekelőtt a *S. Typhimurium* és *S. Enteritidis* (4) ellen.

A *Salmonella enterica* egyik legfontosabb zoonotikus szerotípusa a *Salmonella Enteritidis*, amely Magyarországon a szalmonellás csoportos megbetegedések 59 %-áért felel (12). Fertőző adagja 10^3 – 10^5 cfu/g nagyságrendben határozható meg (7). A tünetek általában gyomor- és bélrendszeri panaszok, hasmenés, hányás, de súlyos esetekben septicaemiát és halált okozhat (20). A leggyakoribb megbetegedést okozó élelmiszerek, a nyers vagy nem megfelelően főtt tojás, tojással készült ételek, hidegkonyhai termékek és a nem kellően hőkezelt baromfi (8).

SAJÁT VIZSGÁLAT

Kutatásunk során a következő vizsgálatokat végeztük:

- 1) a kiskereskedelmi forgalomból származó csirkemellminták *Salmonella*-fertőzöttsége
- 2) a mintákból a veszélyes, humán patogén szerotípusok meghatározása
- 3) a mesterségesen kontaminált minták *Salmonella*-szintje a kontaminációs művelet (áztatás) időtartamának függvényében
- 4) a grillezési paraméterek *Salmonella*-pusztulásra gyakorolt hatása:
 1. hőmérséklet
 2. idő
 3. bőr jelenléte
 4. nyitott / kontakt grillezés

ANYAG ÉS MÓDSZER

Filézett, ill. bőrös, csontos csirkemellet vizsgáltak

A húsminták Salmonella-szennyezettségét redoxpotenciál-méréssel vizsgálták

Valós idejű PCR-vizsgálatot is végeztek S. Enteritidis, S. Typhimurium és S. Infantis szerotípusok kimutatására

A S. Enteritidis hőpusztulásának vizsgálatához mesterségesen szennyezték húsmintákat

A hőkezeléseket kontakt grillsütőn végezték nyitott és zárt állásban

A hőkezelést maghőmérővel ellenőrizték

A minták alapjául szolgáló filézett és csontos, bőrös csirkemellet (filé; ill. csontos és bőrös) a VII. kerület egyik helyi szupermarketében szereztük be. A csirkemellből standard méretű mintákat készítettünk a következők szerint: 1,6 × 4 × 6 cm oldalhossz és 40–45 gramm tömeg. A nem filézett húsokat az Állatorvostudományi Egyetem Élelmiszer-higiéniái Tanszékének Élelmiszer-technológiai Laboratóriumában csontoztuk, de ebben az esetben a bőrt nem távolítottuk el a felszínről. A nyers, mesterségesen nem kontaminált húsból nyolc esetben 10 grammot vettünk az eredeti *Salmonella*-szennyezés szintjének kimutatására, amelyet redoxpotenciál-méréssel végeztünk a tanszék Élelmiszer-mikrobiológiai Laboratóriumában. A redoxpotenciál-mérés során a kiindulási mintában lévő élő szalmonellák számát határoztuk meg, amelyek metabolizmusuk révén csökkentik a táptalajuk redoxpotenciálját. A bekövetkező csökkenésnek a görbéjéből lehet következtetni az eredeti mikrobaszámra. A 10 grammos mintát 100 ml-re egészítettük ki Rappaport–Vassiliadis szójapepton tápközeggel (RVS). Ezután 10 ml-t használtunk fel egy Microtester redoxpotenciál-mérő berendezésben.

A nyers, mesterségesen nem szennyezett mintákból valós idejű PCR-vizsgálatot is végeztünk *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* és *S. Infantis* szerotípusok kimutatására. Ugyanazon mintákból, amelyeket a redoxpotenciál méréséhez használtunk, 1 ml RVS-t vettünk steril Eppendorf csövekbe. A DNS extrakcióját a Mericon TM DNA Bacteria Kit segítségével végeztük. A folyamat után (a gyártó útmutatásait követve) a felülúszó készen állt a PCR-készülékben való felhasználásra. Az összes *Salmonella enterica* szerotípus kimutatására a Mericon *Salmonella* spp. Kitet (Qiagen) használtunk, és a három megkülönböztetett szerotípushoz (*S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* és *S. Infantis*) egy DiaSalmR Kitet (a Diagon cégtől) alkalmaztunk. A mérést egy SLAN 20@ valós idejű PCR-rendszerrel (Hongshi) végeztük, fluoreszcens detektorral. A folyamat során pozitív és negatív kontrollt használtunk a minta mellett.

A *S. Enteritidis* hőpusztulásának vizsgálatához mesterségesen szennyezett, ismert kontaminációs szintű mintákra volt szükségünk. Ezt ismert *Salmonella*-koncentrációjú kontaminált tápoldatban való áztatással értük el. Egyidejűleg azt is vizsgálni kívántuk, hogy mennyi idő alatt diffundálhat a kórokozó a hússzeletek belsőbb rétegeibe. Az áztatási időnek a szalmonella eloszlására gyakorolt hatásának kimutatására 2 csoportot hoztunk létre 4–4 standard méretű mintával: az 1. csoportot 4 órán át, a 2.-at 16 órán át áztattuk 5 °C-on. Az áztatófolyadék peptonos tápoldat volt, 10⁵ nagyságrend cfu/ml *S. Enteritidis* kontaminációval, és 10 standard szeletet áztattunk 500 ml-ben, úgy, hogy a folyadék a hússzeleteket teljesen ellepje. A kontamináció mértékének meghatározásánál az általunk a mesterségesen nem szennyezett mintából kimutatott legmagasabb szalmonella értékeket, valamint a fertőző dózis mértékét is figyelembe vettük. A szalmonella kimutatását ugyancsak redoxpotenciál-méréssel hajtottuk végre, mint a nyers, nem szennyezett minták esetében.

A hőkezelést DeLonghi CGH 1012D elektromos kontakt grillsütőn végeztük, amelynek 2 sütőlapja van. Ezek külön is használhatóak (nyitott állás), de össze is csukhatóak (zárt állás, vagyis kontakt grillezés). A hőkezelés hőmérséklete és időtartama a grillsütő hőkapacitása és a fogyasztói szokások figyelembevételével történt (18), de a fogyasztásra ajánlott intervallumnál szélesebb skálát öleltünk fel, hogy a *Salmonella*-pusztulás részletesebben tanulmányozható legyen. A hőmérsékletek 150, 190 és 230 °C voltak; 5, 10 és 15 perc időtartammal kombinálva. A nyitott grillezés esetén az idő kétszeresen értendő, mivel a minta mindkét fele megkapta a fent említett hőkezelést. A hőkezelés során a minták maghőmérsékletét maghőmérővel monitoroztuk. A párhuzamos kísérletekben mesterségesen szennyezett, standard méretű mintákat használtunk, később ezekből vettünk 10 grammokat a feljebb leírtaknak megfelelő redoxpotenciál-méréshez.

**A hőkezelést
maghőmérővel
ellenőrizték**

EREDMÉNYEK

Eredményeink szerint a nyolc, mesterségesen nem szennyezett minta mindegyike tartalmazott szalmonellát. Az átlagos szennyeződés mértéke $2,78 \times 10^4$, a nagyságrendi eloszlás a következő volt: 10^0 : 1 minta; 10^2 : 4 minta; 10^4 : 2 minta; 10^5 : 1 minta. A PCR-vizsgálat az egyik mintában kimutatta a *S. Typhimurium*-ot, de a kiskereskedelemből vásárolt csirkében nem találtunk *S. Enteritidis* vagy *S. Infantis* szerotípusokat.

A két kontaminációs áztatási időtartam 4–4 mintájának *Salmonella*-szintje összehasonlításakor szignifikáns különbség nem volt kimutatható. A 4 órás áztatás után mért szalmonellaszám átlaga $2,01 \times 10^5$ cfu/10 g, 16 órás áztatás esetén pedig $2,26 \times 10^5$ cfu/10 g. A csoportok között ANOVA-számítást végeztünk (az átlagot is beleértve), és a *p*-értéke 0,7093-nak adódott (*p* < 0,05 eseté a különbség szignifikáns lenne) (1. táblázat).

Két párhuzamos grillezési kísérletet végeztünk a hőmérséklet, az idő, a bőr és a sütőlapállások befolyásoló hatásának összehasonlítására az előzetesen mesterségesen kontaminált minták felhasználásával. A két szalmonellapusztulási mérés átlaga az egyes bőr-sütőlap paraméterek szerint csoportosítva az 2. táblázatban, valamint az 1, 2, 3. és 4. ábrán látható. A kiindulási (0 perc) koncentrációk átlaga minden esetben $1,64\text{--}2,85 \times 10^5$ cfu/10 g között változott, majd az értékek minden hőkezelés során csökkentek. Az eliminációs sebesség különbsége a hőmérsékleti csoportgörbék között észlelhető volt: az átlagos hőmérséklet 150 °C -on $y = -1,3189x$, 190 °C -on $y = -1,4900x$ és 230 °C -on $y = -1,6011x$. A trendvonalak R^2 -értékei minden esetben 0,916 és 0,999 között voltak, tehát az *S. Enteritidis* hőeliminációja minden alkalommal logaritmus tendenciát követett.

	4 óra	16 óra
1.	5,42	4,50
2.	5,05	5,33
3.	5,42	5,42
4.	5,23	5,60
Átlag	5,30	5,35

1. TÁBLÁZAT. A különböző áztatási idők után mért *Salmonella*-kontamináció mértéke, tízes alapú logaritmus (cfu/10 g)

TABLE 1. The level of *Salmonella* contamination after soaking, logarithm based on ten (cfu/10 g)

Nyílt, bőrös			
Idő\Hőm.	150	190	230
0	5,17	5,17	5,17
5	4,86	4,67	3,94
10	4,42	3,75	0,00
15	3,74	2,74	0,00

Nyílt, bőr nélküli			
Idő\Hőm.	150	190	230
0	5,21	5,21	5,21
5	3,50	2,73	3,74
10	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00

2. TÁBLÁZAT. A különböző kombinációk szerint hőkezelt mintákban mért *S. Enteritidis* mennyiségek (Idő: perc; Hőmérséklet: °C; *Salmonella*-szám: log cfu/10 g)

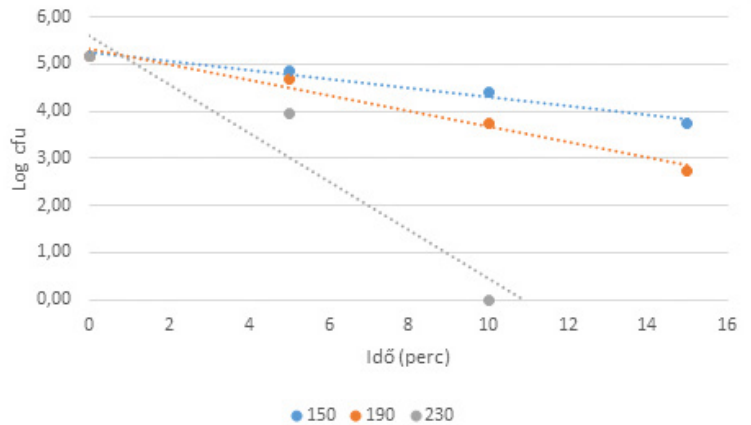
TABLE 2. The amount of *S. Enteritidis* in samples treated by different combinations of grilling parameters (Time: minute; Temperature: °C; *Salmonella*: log cfu/10 g)

Zárt, bőrös			
Idő\Hőm.	150	190	230
0	5,42	5,42	5,42
5	5,02	3,10	3,10
10	3,56	2,36	2,55
15	1,72	0,00	0,00

Zárt, bőr nélküli			
Idő\Hőm.	150	190	230
0	5,45	5,45	5,45
5	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00

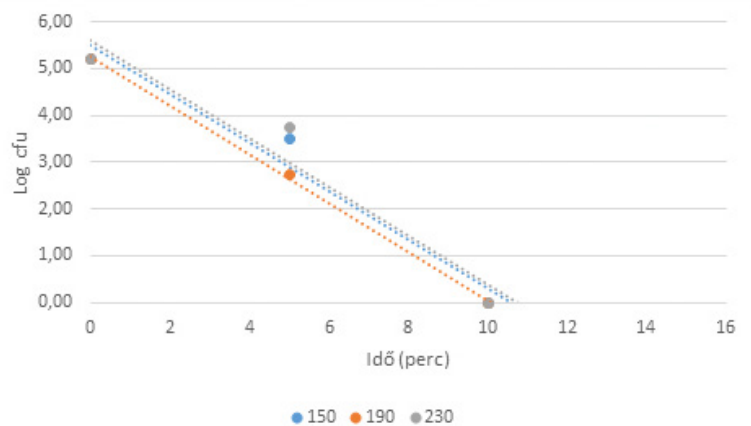
1. ÁBRA. A *S. Enteritidis* mennyisége (cfu/10 g) nyíltan grillezett bőrös csirkemell esetén, különböző hőmérsékleteken (°C)

FIGURE 1. The amount of *S. Enteritidis* (cfu/10 g) of chicken breast samples with skin in the case of opened grilling at different temperatures (°C)



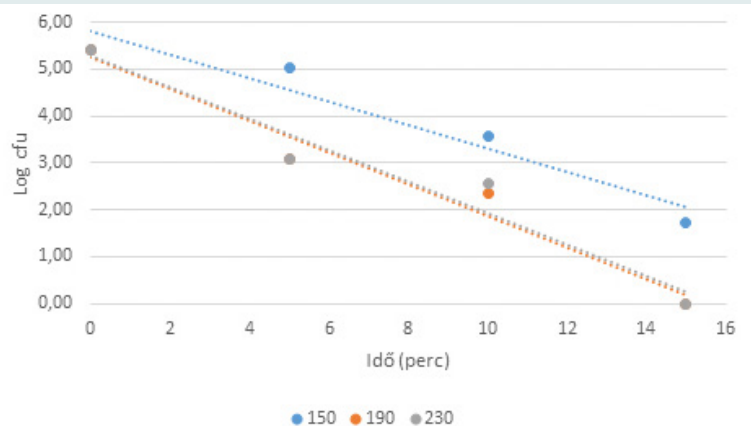
2. ÁBRA. A *S. Enteritidis* mennyisége (cfu/10 g) nyíltan grillezett bőr nélküli csirkemell esetén, különböző hőmérsékleteken (°C)

FIGURE 2. The amount of *S. Enteritidis* (cfu/10 g) of chicken breast samples without skin in the case of opened grilling at different temperatures (°C)



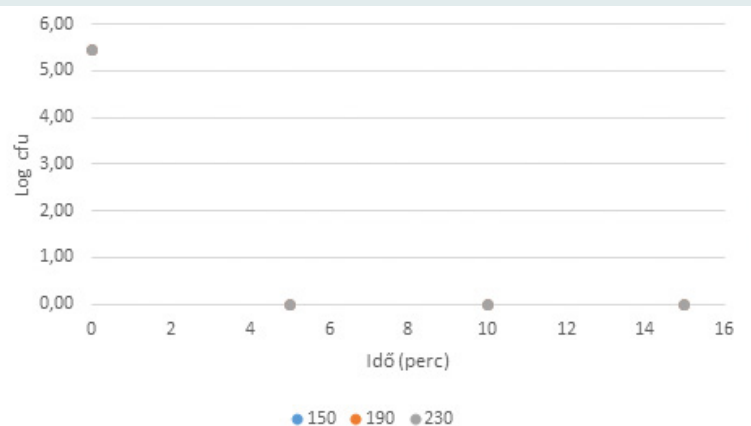
3. ÁBRA. A *S. Enteritidis* mennyisége (cfu/10 g) zártan grillezett bőrös csirkemell esetén, különböző hőmérsékleteken (°C)

FIGURE 3. The amount of *S. Enteritidis* (cfu/10g) of chicken breast samples with skin in the case of closed grilling at different temperatures (°C)



4. ÁBRA. A *S. Enteritidis* mennyisége (cfu/10 g) zártan grillezett bőr nélküli csirkemell esetén, különböző hőmérsékleteken (°C)

FIGURE 4. The amount of *S. Enteritidis* (cfu/10 g) of chicken breast samples without skin in the case of closed grilling at different temperatures (°C)



**Nyílt, bőrs sütés
esetén 230 °C-on
10 perc alatt pusztultak
el a kórokozók**

**A nyílt, bőr nélküli
sütés gyorsabban
vezet eredményre**

**A zárt sütések sokkal
hatékonyabb pusztító
hatást eredményeztek**

A nyílt, bőrs sütés esetén (1. ábra) 150 és 190 °C-on is még a kétoldali 15 perces sütés után is maradtak kórokozók, 230 °C-on viszont már 10 perc alatt teljes mértékben eliminálódtak. A maghőmérsékletek átlagai hasonlóan alakultak a különböző hőmérsékleteken, 5 perc után még mindhárom esetben a szalmonella számára kritikus 49 °C alatt maradtak, és a 15 perces sütés után sem emelkedtek 80 °C fölé (76,3; 76,0; 78,3 °C – 150; 190 és 230 °C-os laphőnél).

Ezzel szemben a nyílt, bőr nélküli sütés (2. ábra) mindhárom hőmérsékleten már 10 perc után teljes *Salmonella*-mentességet eredményezett, és már 5 perc után jelentősebb pusztulás volt kimutatható, mint a nyílt bőrs grillezés esetén. A maghőmérsékletek mindvégig együtt mozogtak, és már 5 percnél 50 °C felett voltak mindegyik esetben, 10 percnél pedig már 67,0; 69,0 és 69,7 °C volt az átlagos maghőmérséklet az egyes laphőmérsékletek esetén. Ezután viszont sokkal több hőt látszólag már nem vett át a minták belseje, a legnagyobb mért érték 70,0 °C volt 230 °C laphőmérsékletnél.

A zárt sütések sokkal hatékonyabb pusztító hatást eredményeztek. A zárt, bőrs sütés (3. ábra) során 150 °C esetén még 15 perc után is mérhető mennyiségű élő mikroba volt a húspan (jóllehet a maghőmérséklet eddigre itt is elérte a 100 °C-ot). Ugyanakkor 190 és 230 °C sütésnél már 15 perc elegendő volt a teljes pusztuláshoz. A 190 és a 230 °C laphőmérsékleteknél a maghőmérsékletek teljesen együtt változtak; 5 perc után már 80 °C, 10 perc után pedig 100 °C feletti hőmérsékletet mértünk. Viszont 103 °C fölé nem emelkedett a hőmérséklet egyetlen méréskor sem.

A zárt, bőr nélküli sütés (4. ábra) minden hőmérsékleten már 5 perc után a szalmonellák teljes pusztulását idézte elő. A maghőmérsékletek a bőrs méréshez képest a rövidebb sütési idők esetén magasabbak voltak, de hosszabb sütési idők esetén ez a különbség fokozatosan csökkent.

MEGVITATÁS

Kutatásunk megerősítette azokat a publikált adatokat (19), amelyek leírták a *Salmonella*-szerotípusok jelenlétét a kiskereskedelmi forgalomból származó csirkehúsokban. Eredményeink arra utalnak, hogy a gyérítési program tárgyát képező jelentősebb szerotípusok (pl. *S. Typhimurium*) is potenciálisan megjelenhetnek a baromfihúsban. Ugyanakkor a friss húspan a *Salmonella*-kontamináció mértéke többnyire kisebb volt, mint a potenciálisan fertőző adag. Azonban, ha a húst nem tárolják és nem kezelik megfelelően a háztartásokban, akkor elszaporodhatnak és megbetegedést okozhatnak.

A húsminta áztatási ideje (4 és 16 óra) a kontaminált tápoldatban nem okozott szignifikáns különbséget a *Salmonella*-kontamináció mértékében. Eredményeink alapján a baktériumok már 4 óra alatt diffundálni képesek a mélyebb szövetekbe is. Ez a rendszer olyan pácot modellezhet, amelyben csak egy összetevő szennyezett szalmonellával, de az eszerint gyorsan elterjedhet és elérheti a hús belsejét is.

Vizsgálataink eredményei szerint a grillezés hatékony hőkezelési módszer a *S. Enteritidis* elpusztítására. Ugyanakkor fontos a megfelelő hőmérséklet/idő kombináció megválasztása, mivel ahogy az várható volt, a magasabb hőmérséklet és a hosszabb időtartamú hőkezelés több baktériumot pusztít el.

A zárt, kontakt grillezés, feltehetően a jobb hőtartás miatt, a baktériumok gyorsabb pusztulását idézte elő. A bőr ugyanakkor hőszigetelő réteget képezhet, amely hosszabb ideig tartja a hőmérsékletet alacsonyabban, és ezáltal elősegítheti a szalmonellák túlélését a húspan. A bőr nélküli zárt grillezés esetén az összes baktérium már a legkisebb hőmérsékleti/idő kombinációban elpusztult.

Ugyanakkor a többi esetben, ahol az elimináció sebessége kiszámítható volt, a görbék meredeksége közötti különbség nem tükrözte teljes mértékben a szakirodalom alapján várt pusztulási időt (11). Ez abból is adódhat, hogy a sütőlemez

**A grillezés hatékony
hőkezelési módszer
a *S. Enteritidis*
elpusztítására**

**A bőr nélküli zárt
grillezés során pusztult
el leghamarabb
a kórokozó**

A túlzott hőkezelés során rákkeltő vegyületek keletkeznek

hőmérséklete nem felel meg a maghőmérsékletnek, mert a hússzeletek nem egyenletesen veszik fel a sütőlap hőmérsékletét. A maghőmérséklet csúcsa nem ér el sokkal magasabb hőmérsékletet, mint a víz forráspontja (az abszolút maximális maghőmérséklet 103 °C volt). Észlelhető volt egy plató-effektus magas hőmérsékleten és/vagy hosszabb időtartamokon, amikor a maghőmérsékleti görbe elérte a „telítettséget”, a *Salmonella*-pusztulás sebességében nem voltak megfigyelhetők jelentős különbségek. A bőr jelenléte hőszigetelő hatást fejtett ki: zárt grillezésnél a bőr nélküli és a bőrrel borított minták közötti átlagos maghőmérsékleti különbség 2,5 és 5 percnyi grillezés után 7,2 °C felett volt. A plató eléréséhez közeledve a különbségek csökkentek, 7,5 perc után a különbség 3,7 °C volt, és a szignifikáns differencia eltűnt 10 perc után 190 °C és 230 °C hőmérsékleten.

A mikrobiológiai élelmiszer-biztonság szempontjából a magasabb hőmérséklet/idő kombinációval végzett hőkezelés előnyösebb. Ugyanakkor magasabb hőmérsékleten és hosszabb időn keresztül végzett hőkezelés során megnő a keletkező rákkeltő hatású heterociklikus aminok mennyisége. Saját vizsgálataink során hasonló elkészítési módokat alkalmazva jelentős, egészségre aggályos mennyiségű károsanyag-szinteket találtunk, különös tekintettel a húsok felületi, kérgei részére (15, 16). Éppen ezért kiemelten fontos a hőkezelés paramétereinek megfelelő megválasztása. Egy nem megfelelő hőmérséklet/idő kombináció egyidejűleg jelenthet kémiai és mikrobiológiai kockázatot az égett kéreg és a nem kellően átsült belső részek miatt. Az előbbieket mellett figyelemmel kell lennünk a grillezett hús érzékszervi tulajdonságait is. Korábbi vizsgálataink során ugyanis azt tapasztaltuk, hogy a hús színe mind gépi, mind érzékszervi vizsgálat alapján összefüggésbe hozható a heterociklikusamin-tartalommal, így megfelelő tájékoztatással a lakosság körében csökkenthető lehet ezen karcinogének felvétele (15).

Mindezek alapján a grillezés során a megfelelő hőmérséklet/idő kombináció meghatározása a mikrobiológiai és a kémiai-toxikológiai szempontok, valamint az érzékszervi jellemzők figyelembevételével kell, hogy történjen.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönöm a segítséget az Állatorvostudományi Egyetem Élelmiszer-higiéniai Tanszék munkatásainak, akik segítettek a kutatás lebonyolításában.

IRODALOM

1. AASLYNG, M. D. – DUEDAHL-OLESEN, L. et al.: Content of heterocyclic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons in pork, beef and chicken barbecued at home by Danish consumers. *Meat Sci.*, 2013. 93. 85–91.
2. BUCHHOLZ, U. – BERNARD, H. et al.: German Outbreak of *Escherichia coli* O104:H4 Associated with Sprouts. *New Engl. J. Med.*, 2011. 365. 1763–1770.
3. BUŁA, M. – PRZYBYLSKI, W. et al.: Formation of heterocyclic aromatic amines in relation to pork quality and heat treatment parameters. *Food Chem.*, 2019. 276. 511–519.
4. EUR-LEX - 32006R1177. URL <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32006R1177> (2006)
5. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. URL <https://www.efsa.europa.eu/en/news/salmonella-most-common-cause-foodborne-outbreaks-european-union> (2019)
6. FOOD SAFETY NEWS. URL <https://www.foodsafetynews.com/2019/03/more-than-130-deaths-in-europe-linked-to-salmonella-in-2016/> (2019)
7. KOTHARY, M. H. – BABU, U. S.: Infective Dose of Foodborne Pathogens in Volunteers: A Review. *J. Food Safety*, 2001. 21. 49–68.
8. LACZAY, P.: *Food Hygiene, Food Chain Safety. Textbook*; A/3 Printing and Publishing Ltd.: Budapest, Hungary, 2015. p. 663.
9. LOCHT, H. – MØLBAK, K. – KROGFELT, K. A.: High frequency of reactive joint symptoms after an outbreak of *Salmonella enteritidis*. *J. Rheumatol.*, 2002. 29. 767–771.
10. MARTINS, S. I. F. S. – JONGEN, W. M. F. – VAN BOEKEL, M. A. J. S.: A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends Food Sci. Technol.*, 2000. 11. 364–373.

11. MYHRVOLD, N. – CHRIS, Y.: Extended and Simplified 6.5D Salmonella Reduction Table. *Modernist Cuisine: The Art and Science of Cooking*, 2011. 193. 1st ed. Vol. 1.
12. NÉBIH. URL <https://portal.nebih.gov.hu/-/a-salmonella-esetek-szama-mar-nem-csokken-tovabb-az-eu-ban> (2018)
13. NÉBIH. URL <https://portal.nebih.gov.hu/-/gyorsfagyasztott-zold-segeket-hiv-vissza-a-nebih> (2018)
14. ORGAN, C. – NUNN, C. L. et al.: Phylogenetic rate shifts in feeding time during the evolution of Homo. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2011. 108. 14555–14559.
15. PLEVA, D. – LÁNYI, K. – DARNAY, L. – LACZAY, P.: Predictive Correlation between Apparent Sensory Properties and the Formation of Heterocyclic Amines in Chicken Breast as a Function of Grilling Temperature and Time. *Foods*, 2020. 9. 412.
16. PLEVA, D. – LÁNYI, K. – MONORI, K. D. – LACZAY, P.: Heterocyclic Amine Formation in Grilled Chicken Depending on Body Parts and Treatment Conditions. *Molecules*, 2020. 25. 1547.
17. ROSATI, A.: Food for Thought: Was Cooking a Pivotal Step in Human Evolution? *Scientific American*. URL <https://www.scientificamerican.com/article/food-for-thought-was-cooking-a-pivotal-step-in-human-evolution/> (2018)
18. THERMOWORKS. URL <https://blog.thermoworks.com/thermometer/grilling-bbqwhats-difference/> (2016)
19. UYTENDAELE, M. – DE TROY, P. – DEBEVERE, J.: Incidence of Salmonella, Campylobacter jejuni, Campylobacter coli, and Listeria monocytogenes in Poultry Carcasses and Different Types of Poultry Products for Sale on the Belgian Retail Market. *J. Food. Prot.*, 1999. 62. 735–740.
20. WRIGHT, J. – THOMAS, P. – SERJEANT, G. R.: Septicemia caused by salmonella infection: An overlooked complication of sickle cell disease. *J. Pediatr.*, 1997. 130. 394–399.

Közlésre érk.: 2020. jún. 2.