

A logisztikai rendszer hatásainak vizsgálata az egyes friss élelmiszertermékek egyes tulajdonságaira

Készítette: **Novák Andrea**; Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campus, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élelmiszermérnök, nappali képzés

Témavezető: Vargáné Dr. Tóth Adrienn, Tudományos munkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Budai Campus, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élelmiszermérnök Intézet, Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológia;

Külső témavezető: Boros Anikó, PhD Hallgató; Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élelmiszermérnök Intézet, Állatitermék és Élelmiszertartósítási Technológia

Jelen dolgozat a vákuumcsomagolt csirkemellfilé minőségváltozásait vizsgálta 10 napos tárolási periódus alatt, különböző hőmérsékleti körülmények között (1°C, 4°C, 7°C, 12°C, valamint ingadozó hőmérsékleti kombinációk: 4–7°C, 4–12°C, 7–12°C). A téma aktualitása, hogy a vákuumcsomagolt csirkemellfilé tárolási hőmérsékletének és csomagolási rendszerének optimalizálása különösen időszerű kutatási terület, mivel a növekvő házhozzállítási kereslet, az élelmiszerpazarlás globális problémája és a szigorodó élelmiszerbiztonsági elvárások együttesen szükségessé teszik a hűtési lánc minden szakaszának tudományos alapú fejlesztését. A kutatás során hat minőségi paraméter mérésére került sor: csepegési veszteség, pH-érték, szárazanyagtartalom, főzési veszteség, állomány (TPA-módszer) és szín (L^* , a^* , b^* , ΔE^* értékek).

Az empirikus adatok egyértelműen validálták az eredeti hipotéziseket. Összességében a hőmérséklet jelentős hatással volt a színstabilitásra: az 1°C-on tárolt minták mutatták a legkisebb színváltozást a teljes tárolási periódus alatt, míg a magasabb hőmérsékletek (különösen 7–12°C és 12°C) gyorsabb és kifejezettebb színeltéréseket eredményeztek. A 4°C feletti tárolás kritikus pont: minden vizsgált minőségi paraméter (csepegési veszteség, a^* és L^* értékek, pH-emelkedés) szignifikánsan romlott magasabb hőmérsékleteken.

A nagyobb hőmérséklet-ingadozás (pl. 7–12°C közötti fluktuáció) súlyosabb károsodást okozott, mint az állandó magas hőmérséklet, amit az erős lineáris korrelációk és a ΔE^* értékek felgyorsult növekedése mutatott. A vizsgált másodlagos csomagolások (nejlon, papír, újrahasznosított PET) valóban képesek voltak mérsékelni a hőmérséklet-kilengéseket, bár a papír csomagolás gyengébb hőszigetelő tulajdonságai miatt kevésbé volt hatékony.

A színparamétereknél az L^* értékek elemzése kimutatta, hogy az 1°C-on történő tárolás során a világossági tényező csak enyhe növekedést mutatott, ami az ultraalacsony hőmérséklet stabil színmegőrzését igazolja. A 4–12°C és 7–12°C közötti fluktuáló tárolási körülmények esetében az L^* értékek jelentős növekedése volt megfigyelhető, ami a magasabb hőmérséklet

hatására bekövetkező gyorsabb színváltozásra utal. A 12°C-on tárolt mintáknál az extrém romlási körülmények miatt a szín-viselkedése véletlenszerűvé vált. Az a^* értékek (vörösségi tényező) alakulása szintén hőmérséklet-függőnek bizonyult, míg a ΔE^* értékek 3 fölé emelkedése már vizuálisan is észlelhető színkülönbséget jelentett, amely közvetlenül befolyásolja a fogyasztói elfogadottságot.

Az állománymérés (TPA) során mért keménységi értékek egy nem-lineáris, U-alakú tendenciát mutattak minden hőmérsékleten. A 2. napon a legmagasabb keménységértékeket mértem, különösen a 7-12°C tartományban, ami a friss hús tömör szövetszerkezetére utal. Az 5. napon jelentős csökkenés következett be minden csoportban, ami valószínűleg a szövetlágulásra vezethető vissza. A 8. napra érdekes módon jelentős emelkedés volt tapasztalható a keménységben, ami feltehetően vízvesztéssel és szövettömörődéssel magyarázható. Az 1°C-on tárolt minták viszonylag stagnáló, alacsony keménységet mutattak a teljes időszak alatt, ami jobb minőségmegőrzést jelent.

A másodlagos csomagolások hőtartó képessége kritikus szerepet játszik a minőségmegőrzésben. A nejlon zacskó 40 perces reakcióideje a felmelegedés ellen különösen előnyös rövid távú szállítások során. Ezzel szemben az rPET táska az átlagos maghőmérséklet-különbség tekintetében kedvező hőmérséklet-ingadozásokat mutatott. A papírtáska az átlagos delta hőmérséklet 0°C értéke alapján stabil hőmérsékleti környezetet biztosított az átlagos szinten. A három vizsgált másodlagos csomagolás közül a nejlon biztosította a legjobb védelmet a felmelegedés ellen, az rPET a legjobban megőrizte a meleget, míg a papír a legalacsonyabb átlaghőmérsékletet biztosította, de gyenge hőszigetelőként teljesített.

A fogyasztók megbízható minőségű termékre való igénye nem csupán fogyasztói preferencia, hanem logisztikai rendszer-szintű felelősség. Az objektív mérések igazolják, hogy a hőmérséklet mindössze 1°C-os eltérése számos paraméter szimultán degradációjához vezet. A fogyasztói kérdőív azt mutatja, hogy az emberek ezt intuitívan felismerik: a 76%-os pozitív értékelés ellenére a teljes bizalom hiánya arra utal, hogy a logisztikai innovációk nemcsak a minőségnek, hanem az egész piac stabilitásának alapfeltételei. A friss csirkemellfilé házhoz szállításakor a 0–4°C hőmérsékleti tartomány fenntartása, valamint a másodlagos csomagolás kiválasztása szállítási körülmények kulcsfontosságú az élelmiszerbiztonság és a minőségmegőrzés szempontjából. A logisztikai rendszer hatékonyságának javítása pedig csak a hideglánc folyamatos monitorozásával, a hőmérséklet-szabályozás szigorú betartásával, valamint a csomagolóstechnológia optimalizálásával érhető el.

A szakdolgozatomban szereplő eredmények alapján és a kísérlet korlátait figyelembe véve további kutatásokat végeznék, a csirkemell mikrobiológiai kockázatbecsléséről, különösen a patogén kórokozók elszaporodásának dinamikájára fókuszálva, Ez lehetővé tenné a kritikus hőmérsékletkülbszöbök megállapítását; és az élelmiszer-biztonsági kockázatok objektivizálását a logisztikai gyakorlatban. Ezen kívül még végeznék egy valós logisztikai körülmények közötti szimulációt, ahol a 'last-mile' szállítás során fellépő hirtelen hőmérsékletkilengésekről lehetne pontosabb képet kapni, amelyek alkalmazható adatot szolgáltatnának az e-kereskedelmi platformokon történő házhozszállítás optimalizálásához.