

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

**A csokoládé 3D nyomtatási technológia típusai,
fejlesztési lehetőségei**

Borsi Noémi Összefoglaló

Borsi Noémi
Budapest
2023

Összefoglaló

Szakedolgozatom céljaként a 3D csokoládényomtatás jelenlegi technológiai lehetőségeinek feltérképezését tűztem ki, a különböző technológiák elméleti összehasonlítását végeztem el. A 3D élelmiszernyomtatás még kezdeti fázisban van, a csokoládé, mint nyomtatandó anyag összetételének és kristályosodási tulajdonságainak megismerése fontos feltétel a nyomtatás sikerességéhez. A csokoládémassza az egyik legsikeresebben nyomtatható élelmiszer, mivel nyomtatás során, a lehelyezést követően az extrudátum, már szobahőmérsékleten megszilárdul. A csokoládényomtatáshoz az extrudálási paraméterek megtervezése ugyanakkor kihívást is jelent, mivel folyékony állapotában a csokoládé igen viszkózus anyag.

Csokoládé nyomtatása esetében megkülönböztetünk extrúziós, kötőanyag-lehelyezéssel és tintasugaras eljárást.

A csokoládé extrúziós nyomtatása során összetett formák folyamatos gyártása lehetséges, ez hagyományos eljárással nem lehetséges, ugyanakkor a nyomtatási eljárás közbeni temperálás is lehetséges. Ezzel a módszerrel készült extrudátum alaktartó lesz, viszont időigényes. A csokoládét egy fűvókán keresztül extrudálják ezen eljárás során, így a fűvóka paramétereit, beállításait alaposan kell megválasztani. A tejszokoládé extrúziója a magasabb folyékony zsírtartalom miatt ugyanazon hőmérsékleten könnyebben kivitelezhető, mint az étcsokoládénál, és alacsonyabb extrúziós nyomásra van szükség. Az extrudálási hőmérsékletet és sebességet gondosan kell megválasztani, mert az extrudálás utáni nyomtatott anyag jellemzőire hatással lesz. Az extrudáláshoz a hagyományos csokoládégyártáshoz használt csokoládémassza alkalmazható.

A csokoládényomtatás kötőanyag-lehelyezéssel eljárás egy gyorsabb technológiának számít. Bonyolult szerkezetek nyomtatása lehetséges, de utófeldolgozási eljárásra is szükség van a poreltávolítás szükségessége miatt, mivel a lehelyezése a nyomtatott anyagoknak egy porágyra történik egy fűvóka segítségével. A kötőanyag-lehelyezéssel eljáráshoz nem alkalmas a hagyományos csokoládégyártáshoz használt csokoládémassza, mert annál egy magasabb cukortartalmú és alacsonyabb zsírtartalmú csokoládé használata szükséges.

A tintasugaras eljárással is sok egymásra helyezett réteggel hoznak létre nyomtatott objektumokat, élelmiszeripari alkalmazásban díszelemek létrehozására használatos (például tortákra díszelemek). Két fő fajtája van a tintasugaras eljárásnak: drop-on-demand és jet nyomtatás. A drop-on-demand típusú eljárással pontosabb nyomtatás lehetséges, de ugyanakkor lassabban készülnek a nyomtatott objektumok. A tintasugaras eljárással a

csokoládé íze is jobban hasonlít a hagyományos eljárással készült csokoládé ízére, a kötőanyag-lehelyezéssel eljárással ellentétben. Hátránya, hogy leginkább 2D tárgyak nyomtatására korlátozódik jelenleg használata, bár a jövőben ez változhat.

A tradicionális csokoládégyártáshoz különböző gyártási paraméterek beállítására van szükség, a 3D csokoládényomtatás optimalizálásához más értékekre van szükség. Idővel a hagyományos csokoládégyártást a 3D csokoládényomtatás válthatja le, amivel a hagyományos üzleti modell átforgalmazását eredményezheti, emiatt a csokoládé lehetséges jövőbeli üzleti modellek vizsgálatát is elvégeztem.

A 3D nyomtatási technológia lényege, hogy extrúziós művelettel rétegeket egymásra helyeznek, így egy tervezett objektum felépítése kivitelezhető, ez a technológia egyedi formák létrehozását teszi lehetővé, ez a hagyományos csokoládégyártás során nem lehetséges. A folyamat rendkívül összetett, mivel számos fizikai és termodinamikai folyamat zajlik le a 3D csokoládényomtatás során. Jelenleg a gyártási idő hosszúsága a hagyományos gyártási technológia leváltását még nem teszi lehetővé, így technológiai továbbfejlesztésre van szükség. A jövőben a csokoládéra, mint funkcionális élelmiszerre folyamatosan nőhet a kereslet, a minél inkább egészségtudatos vásárlói szemlélet miatt. Az élelmiszerek tápanyagtartalma növelhető, ha különböző komponenseket (funkcionális összetevőket) adunk hozzájuk, a csokoládé esetében a mikrokapszulázási eljárással járhatunk el a legsikeresebben, így az íz, az állag, a szín és aroma nem károsodik. Kifejezetten hatékony az eljárás, ha probiotikumokat vagy más bioaktív összetevőket szeretnénk keverni a csokoládába, kísérleti úton bizonyították a mikrokapszulált baktériumok jobb túlélését mutattak a késztermékben a csupasz sejtekkel szemben. A mikrokapszulázás a nyomtatási eljárásba könnyen integrálható.