



SPU
Slovenská
poľnohospodárska
univerzita v Nitre



SPU·VC ABT
Výskumné centrum
AgroBioTech

PLÁN [OBNOVY]



Financované
Európskou úniou
NextGenerationEU

Analýza, mapovanie a popis dodávateľského reťazca v agropotravinárskom sektore od prvovýrobcu ku koncovému zákazníkovi



www.decarb.uniag.sk

Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR
v rámci projektu č. 09I04-03-V02-00054 - Nízkoemisná Budúcnosť: Sledovanie Uhlíkovej Stopy
v Agropotravinárskych podnikoch pre Podporu Lokálnych Výrobcov

Obsah

Úvod	3
1 PRVOVÝROBA (primárna produkcia)	4
2 ZBER, PRIMÁRNE SPRACOVANIE A SKLADOVANIE.....	6
3 SPRACOVATEĽSKÝ PRIEMYSEL	8
4 DISTRIBÚCIA A LOGISTIKA.....	10
5 MALOOBCHOD / HoReCa	12
6 KONEČNÝ SPOTREBITEĽ.....	14
7 PRÍKLAD: Jogurt (Spoločnosť A).....	16
8 INTEGROVANÝ HACCP A ESKALAČNÝ STROM.....	18
Zoznam použitej literatúry.....	19



Úvod

Dodávateľské reťazce v agropotravinárstve predstavujú viacúrovňové, dynamické a biologicky determinované systémy, v ktorých sa investičné rozhodnutia a prírodné cykly prelínajú s požiadavkami potravinovej bezpečnosti, spotrebiteľskej dôvery, regulačných rámcov a environmentálnej udržateľnosti.

Významnú úlohu v týchto systémoch zohrávajú sezónnosť, biologické procesy a technologická variabilita, ktoré si vyžadujú koordináciu širokého spektra aktérov – od farmárov cez spracovateľov až po distribútorov a maloobchod.

Dodávateľský reťazec v agropotravinárskom sektore možno rozdeliť na tieto hlavné procesy:

1. Prvovýroba (primárna produkcia)
2. Zber, primárne spracovanie a skladovanie
3. Spracovateľský priemysel
4. Distribúcia a logistika
5. Maloobchod / HoReCa
6. Konečný spotrebiteľ



1 PRVOVÝROBA (primárna produkcia)

Účel procesu

Cieľom primárnej produkcie je zabezpečiť poľnohospodárske suroviny v definovanom objeme, kvalite a časovom rámci pri dodržiavaní zásad správnej poľnohospodárskej praxe (Good Agricultural Practices – GAP), legislatívy EÚ a medzinárodne uznávaných certifikačných štandardov (napr. GlobalG.A.P. vrátane zásad welfare zvierat).

Proces musí byť realizovaný tak, aby minimalizoval environmentálne zaťaženie a zabezpečil udržateľnosť prírodných zdrojov.

Subprocesy

- **Plánovanie osevných a chovateľských cyklov** podľa prognóz dopytu, dostupnosti vstupov, kapacít mechanizácie a environmentálnych faktorov (osevný postup, rotácia plodín, optimalizácia výživy pôdy).
- **Riadenie vstupov** – obstarávanie a racionálne využívanie osív, sadeníc, krmív, veterinárnych prípravkov, vody a energie pri zachovaní efektívnosti a ekonomickej rentability.
- **Ošetrovanie porastov a zvierat** biologickými, chemickými alebo mechanickými metódami, vrátane veterinárnych prehliadok, očkovaní a antiparazitárnych zásahov.
- **Zber, dojenie alebo porážka zvierat** za podmienok, ktoré zamedzujú kontaminácii a zachovávajú senzorické a nutričné vlastnosti suroviny.
- **Prvotná evidencia a označenie šarží** na zabezpečenie plnej sledovateľnosti podľa štandardu **GS1 Global Traceability Standard (GTS)**.
- **Odovzdanie suroviny** na zberné miesto alebo prepravu do ďalšej fázy reťazca.

Vstupy

- **Prírodné zdroje** – poľnohospodárska pôda, voda, klimatické a meteorologické podmienky.
- **Produkčné vstupy** – osivá, sadenice, krmivá, veterinárne prípravky, hnojivá a pôdne aditíva.
- **Energetické vstupy** – elektrická energia, palivá, teplo.
- **Ľudské zdroje** – kvalifikovaná pracovná sila a riadiaci personál.
- **Informácie** – agrometeorologické údaje, výnosové prognózy, legislatívne normy a štandardy kvality.

Výstupy

- Poľnohospodárska surovina (zrno, ovocie, zelenina, mlieko, živé zvieratá, mäso) spĺňajúca požiadavky špecifikácie.
- Dokumentácia o pôvode a spôsobe výroby, vrátane záznamov o použitých vstupoch, zásahoch a zdravotnom stave zvierat.



Tabuľka: KPI – Kľúčové ukazovatele výkonnosti

KPI	Jednotka	Metóda merania / zdroj dát
Výnos plodín	t/ha	Váženie úrody, denná evidencia
Dojivosť	l/krava/deň	Denná evidencia objemu mlieka
Surovina v špecifikácii	%	Laboratórna analýza podľa ISO/EN
Miera chorobnosti a mortality	%	Veterinárna evidencia
Spotreba vody	l/kg produkcie	Vodomery, evidencia
Uhlíková stopa farmy	CO ₂ e/kg suroviny	Výpočet podľa GHG Protocol alebo ISO 14064
Dodržanie plánovaných termínov	% šarží v pláne	Porovnanie skutočných a plánovaných dátumov

Hlavné riziká a CCP

Riziká: extrémne počasie, invázia škodcov, choroby rastlín a zvierat, kontaminácia pesticídmi alebo antibiotikami.

CCP: veterinárne prehliadky a testy rezíduí, kontrola dávkovania prípravkov, hygiena pri dojení a manipulácii so surovinou.

Dáta a evidencia

- ID parcely, pôvod osiva a krmiva.
- Záznamy o aplikácii prípravkov (dátum, dávka, účel).
- Zdravotná dokumentácia zvierat.
- Fotodokumentácia a dáta zo senzorov (vlhkosť pôdy, teplota vzduchu).

Digitalizácia

- **Farm Management Systémy (FMS)** – riadenie osevných plánov, krmivových dávok a evidencie zásahov.
- **Senzorické systémy** – monitoring pôdy a dojní.
- **Drony** – vizuálny monitoring porastov, detekcia stresu rastlín, mapovanie výnosového potenciálu.
- **Mobilné aplikácie** – okamžitý záznam údajov priamo v teréne.



2 ZBER, PRIMÁRNE SPRACOVANIE A SKLADOVANIE

Účel procesu

Cieľom tejto fázy je minimalizovať straty kvality a množstva medzi okamihom zberu suroviny a jej vstupom do spracovateľského procesu. Využívajú sa technologické zásahy na stabilizáciu suroviny tak, aby bola vhodná na prepravu a následné spracovanie.

Uplatňujú sa zásady post-harvest technológie, založené na poznatkoch fyziológie rastlín a živočíchov, mikrobiológie a fyziky, s cieľom predchádzať rozkladu, degradácii textúry, farby, chuti a nutričnej hodnoty.

Subprocesy

- **Organizácia a harmonogram zberu** podľa optimálnej zrelosti, stavu plodín, kapacít a klimatických podmienok.
- **Mechanizovaný zber alebo odber mlieka** s minimalizáciou mechanického poškodenia produktu.
- **Triedenie, čistenie a kalibrácia** – odstránenie nečistôt, separácia podľa veľkosti, hmotnosti alebo zrelosti; znižuje mikrobiálnu záťaž a pripravuje produkt na skladovanie.
- **Chladenie alebo sušenie:**
 - *Chladenie* spomaľuje metabolizmus rastlín a rast mikroorganizmov (Q10 efekt).
 - *Sušenie* znižuje vodnú aktivitu pod hranicu rastu mikroorganizmov.
- **Krátkodobé skladovanie** pri kontrolovanej teplote, vlhkosti a ventilácii, aby sa predišlo hromadeniu etylénu alebo kondenzácii vody.
- **Nakládka a expedícia** – minimalizácia fyzického poškodenia, zachovanie hygieny obalov a dopravných prostriedkov, dodržanie teplotného režimu.

Vstupy

- Čerstvo zozbieraná surovina.
- Obaly, prepravky a palety vhodné pre styk s potravinami.
- Chladiace a ventilačné zariadenia (chladiace komory, ventilátory).
- Rýchlotestové laboratórne metódy (napr. CFU/g, inhibičné látky v mlieku podľa IDF/ISO).

Výstupy

- Surovina v špecifikovanom stave vhodnom na prepravu (napr. mlieko ≤ 4 °C, zrno s vlhkosťou 12–14 %).
- Certifikát analýzy (COA) na základe laboratórnych výsledkov.
- Prepravná dokumentácia vrátane elektronického prepravného listu (e-CMR).



Tabuľka: KPI – Kľúčové ukazovatele výkonnosti

KPI	Jednotka / limit	Metóda merania / zdroj dát
Čas od zberu po stabilizáciu	h (limit podľa komodity, napr. ≤2 h pri mlieku)	Časové záznamy od zberu po dosiahnutie cieľovej teploty/vlhkosti
Teplotný profil suroviny (T-mean, T-max)	°C	IoT loggery s intervalom ≤5 min
Straty pri manipulácii a triedení	%	Pomer hmotnosti odpadu k vstupu
Počet nevyhovujúcich šarží pri vstupe	ks	Vstupná kontrola kvality
Obsah vlhkosti / inhibítorov	% / prítomnosť	ISO 712, IDF normy

Hlavné riziká a CCP

Riziká: prerušenie chladiaceho reťazca, krížová kontaminácia, nesprávne nastavenie triediacich zariadení.

CCP: kontrola teplotných limitov (napr. ≤4 °C pre mlieko, ≤8 °C pre čerstvú zeleninu), hygiena nádob a povrchov, čistota vody na oplach.

Dáta a evidencia

- GPS záznamy o miestach zberu, ID šarží.
- Teplotné záznamy z chladiarenských jednotiek.
- Výsledky rýchlotestov kvality.
- Protokoly o sanitačných procesoch prepravníkov a nádrží.

Digitalizácia

- IoT loggery s prenosom dát do centrálného systému.
- RFID/QR kódy pre jednoznačnú identifikáciu šarží.
- Algoritmy plánovania zberu na základe satelitných snímok a meteorologických modelov.
- Digitálne COA a e-CMR pre rýchlejšiu administratívu a nižšie riziko chýb.



3 SPRACOVATEĽSKÝ PRIEMYSEL

Účel procesu

V tejto fáze sa primárna surovina transformuje na hotový potravinársky výrobok s požadovanými senzorickými, nutričnými a bezpečnostnými vlastnosťami. Proces je navrhnutý tak, aby zabezpečil:

- mikrobiologickú bezpečnosť (inaktivácia patogénov a saprofytov),
- fyzikálnu stabilitu (prevencia fázovej separácie, zrážania bielkovín, žltnutia tukov),
- predĺženie trvanlivosti bez negatívneho dopadu na kvalitu.

Opiera sa o vedecké poznatky z oblasti potravinárskej mikrobiológie, termodynamiky a reológie potravín.

Subprocesy

- Príjem suroviny a vstupná kontrola kvality – senzorické, fyzikálno-chemické a mikrobiologické parametre podľa legislatívy.
- Predpríprava – filtrácia, štandardizácia zloženia, homogenizácia.
- Tepelné a biochemické spracovanie – pasterizácia, sterilizácia, UHT, fermentácia s kontrolou kinetiky inaktivácie mikroorganizmov (D-hodnota, z-hodnota).
- Plnenie a balenie – minimalizácia rizika sekundárnej kontaminácie, plnenie v ochrannej atmosfére (MAP) alebo asepticky.
- Etiketovanie a QA uvoľnenie šarže – súlad s legislatívou (Nariadenie (EÚ) č. 1169/2011) a internými špecifikáciami.
- Sklad hotových výrobkov – dodržiavanie teplotných a vlhkosťných podmienok, princíp FEFO (First Expired, First Out).

Vstupy

- Primárna surovina.
- Kultúry, enzýmy a aditíva (stabilizátory, emulgátory, konzervačné látky).
- Obalové materiály s bariérovými vlastnosťami.
- Energia a médiá (para, voda, stlačený vzduch).
- Kvalifikovaný personál a technologické linky.
- Špecifikácie receptúr a technologických postupov.

Výstupy

- Hotové výrobky spĺňajúce mikrobiologické, fyzikálno-chemické a senzorické špecifikácie.
- Uvoľnené šarže s plnou sledovateľnosťou podľa GS1.
- Výrobné a kontrolné záznamy archivované podľa legislatívy a certifikačných požiadaviek.



Tabuľka: KPI – Kľúčové ukazovatele výkonnosti

KPI	Jednotka	Metóda merania / zdroj dát
Výťažnosť	%	Pomer hmotnosti vstupu a výstupu, technologické straty
OEE liniek	%	Dostupnosť × výkon × kvalita podľa TPM metodiky
Miera reklamácií	na 100 000 ks	Evidencia zákazníckej podpory a oddelenia kvality
Počet odchýlok (NCR)	ks	Interná evidencia nezhôd
Dĺžka CAPA cyklu	dni	Čas od evidencie nezhody po implementáciu opatrení
Energetická náročnosť	kWh/kg	Elektromery na úrovni linky
Spotreba vody	l/kg	Vodomery, analýza tokov
PIF (process-to-invoice lead time)	h	Čas od začiatku výroby po vystavenie faktúry

Hlavné riziká a CCP

Riziká: nedostatočná pasterizácia/sterilizácia, kontaminácia kultúr, prítomnosť cudzorodých predmetov.

CCP: kontrola teplôt a časov pasterizácie/sterilizácie, integrita filtrov a metal detektorov, sterilita plniacich liniek.

Dáta a evidencia

- **SCADA/MES** záznamy o parametroch procesov (tlak, teplota, čas).
- Výsledky laboratórnych testov z **LIMS**.
- Evidencia šarží aditív a kultúr.
- Uvoľňovacie protokoly QA a auditná stopa.

Digitalizácia

- Prepojenie MES a LIMS pre automatizovaný prenos dát o šaržiach.
- SPC (Statistical Process Control) pre kontrolu kritických parametrov v reálnom čase.
- Prediktívna údržba na základe senzorov (vibrácie, teplota, spotreba energie).
- Elektronické HACCP plány a digitálne záznamy auditov.



4 DISTRIBÚCIA A LOGISTIKA

Účel procesu

Distribúcia a logistika zabezpečujú fyzický presun hotových výrobkov od výrobného závodu k odberateľovi (maloobchod, HoReCa, distribučné centrá) v podmienkach garantujúcich zachovanie kvality, bezpečnosti a legislatívnej zhody.

Táto fáza integruje:

- **Plánovanie dopytu**
- **Riadenie skladov**
- **Optimalizáciu trás**
- **Monitoring chladiaceho reťazca**

Uplatňujú sa princípy Just-In-Time (JIT), Cold Chain Management a OTIF (On Time In Full) ako kľúčový ukazovateľ výkonnosti. Cieľom je minimalizovať náklady, uhlíkovú stopu a riziko znehodnotenia potravín počas prepravy.

Subprocesy

- **Plánovanie dopytu a alokácia zásob** – na základe historických dát, sezónnosti, marketingových kampaní a výrobných kapacít (predikčné modely môžu využívať strojové učenie).
- **Príjem objednávok a operácie WMS** – spracovanie objednávok v systéme, vychystávanie (picking) a balenie (packing).
- **Príprava zásielok** – kontrola integrity obalov, zabezpečenie teploty, označenie zásielok podľa legislatívy.
- **Nakládka a plombovanie vozidiel** – plombovanie zabezpečuje integritu zásielky od expedície po dodanie.
- **Preprava** – v chladiacom režime (0–6 °C) alebo pri bežných podmienkach podľa povahy produktu; monitoring teploty pomocou IoT senzorov.
- **Príjem u odberateľa** – kontrola teploty, plomb a súladu dodávky s objednávkou (OTIF kontrola).

Vstupy

- Prognózy predaja a aktuálne objednávky.
- Dopravné kapacity (vozidlá, vodiči, plánovači).
- Chladiaca technika (chladiarenské nadstavby, izotermické kontajnery).
- WMS (Warehouse Management System) a TMS (Transportation Management System).
- Informácie o šaržiach a dátumoch DMT/DS.

Výstupy

- Dodávky realizované v súlade s OTIF.
- Zachovaný chladiaci reťazec počas celej prepravy.
- Potvrdené dodacie listy (CMR/e-CMR).
- Fakturácia odberateľovi.



Tabuľka: KPI – Kľúčové ukazovatele výkonnosti

KPI	Jednotka / limit	Metóda merania / zdroj dát
OTIF	%	Podiel dodávok včas, v plnom rozsahu a bez chýb
Priemerný lead time	h	Čas od prijatia objednávky po doručenie
Počet porušení teplotných limitov	ks	IoT senzory počas prepravy
Poškodenie pri preprave	% zásielok	Reklamácie, kontrola pri prijíme
Náklad na km/paletu	€	Prepravné náklady / objem prepravy
Obrat zásob v DC	x/rok	Ročný predaj / priemerná zásoba

Hlavné riziká a CCP

Riziká: výpadok chladiarenskej jednotky, dopravné meškanie, nesprávne vychystanie objednávky.

CCP: validácia teploty pri expedícii a prijíme (napr. ≤ 6 °C pre chladiace reťazce), integrita plomb, kontrola DMT/DS.

Dáta a evidencia

- Logy z WMS/TMS vrátane časových pečiatok a trás.
- GPS a teplotné záznamy z vozidiel.
- Elektronické doklady CMR/e-CMR.
- Fotodokumentácia pri poškodení tovaru.

Digitalizácia

- IoT senzory pre monitoring teploty a polohy v reálnom čase.
- Dynamické trasovanie s algoritmami pre optimalizáciu jázd.
- Digitálne doklady a elektronické podpisy pri doručení.
- Analýza OTIF a spoľahlivosti prepravy pomocou Big Data.



5 MALOOBCHOD / HoReCa

Účel procesu

Táto fáza zabezpečuje predaj hotového výrobku koncovému spotrebiteľovi pri zachovaní jeho bezpečnosti, kvality a legislatívnej zhody. Zároveň sa usiluje o maximalizáciu obratu a minimalizáciu strát spôsobených znehodnotením alebo odpismi.

V maloobchodných a HoReCa prevádzkach sa uplatňujú hygienické a technologické opatrenia, ktoré majú zabrániť degradácii senzorických, fyzikálno-chemických a nutričných vlastností výrobku až do momentu jeho spotreby. Riadenie skladu a predaja prebieha podľa princípov FIFO (First In, First Out) a FEFO (First Expired, First Out), často s podporou marketingových stratégií.

Subprocesy

- **Príjem tovaru a kontrola kvality** – kontrola množstva, stavu obalu, teploty a dátumov DMT/DS pri prevzatí zásielky.
- **Skladovanie a dopĺňanie regálov/vitrín** – dodržiavanie predpísaných teplôt (0–4 °C pre čerstvé výrobky, ≤-18 °C pre mrazené), nepretržité monitorovanie teploty IoT senzormi.
- **Merchandising a promo activity** – aranžovanie tovaru podľa planogramov, ochutnávky, zľavy, umiestňovanie na exponované miesta.
- **Predaj a zákaznícky servis** – obsluha, poskytovanie informácií, riešenie reklamácií, získavanie spätnej väzby.
- **Manažment odpadu a vratiek** – evidencia a likvidácia tovaru po DMT/DS alebo s nevyhovujúcou kvalitou; v HoReCa aj dokumentácia tepelnej úpravy a servírovania jedál.

Vstupy

- Dodávky z distribučných centier alebo od výrobcov.
- Planogramy a promo kalendár.
- Cenotvorba a zľavové mechanizmy.
- Technické vybavenie (chladiace zariadenia, vitríny, regály, pokladničné systémy).

Výstupy

- Predané výrobky, tržby a marže.
- Marketingové ukazovatele (nárast predaja počas promo).
- Minimalizovaný shrink a potravinový odpad.



Tabuľka: KPI – Kľúčové ukazovatele výkonnosti

KPI	Jednotka / limit	Metóda merania / zdroj dát
Obrat zásob	dni	Počet dní na predaj priemernej zásoby
OSA (On-Shelf Availability)	%	Percento času dostupnosti výrobku na regáli
Shrink / odpady	% z tržieb	Odpisy a odpady vs. tržby
Dodržanie teplotných limitov v predajni	% compliance	IoT senzory, denné checklisty
Úspešnosť promo	% uplift	Nárast predaja počas promo vs. baseline
NPS / CSAT	skóre	Dotazníky, zákaznícke prieskumy

Hlavné riziká a CCP

Riziká: prekročenie DMT/DS, nesprávne teploty vitrín, neodborná manipulácia s tovarom.

CCP: kontrola DMT/DS pri prijíme, denné teplotné checklisty, uplatnenie FIFO/FEFO pri dopĺňaní.

Dáta a evidencia

- Dáta z POS systémov (predaj, zásoby).
- Teplotné záznamy z vitrín a skladov.
- Záznamy o likvidácii a vratkách.
- Mystery shopping reporty.

Digitalizácia

- Elektronické cenovky s diaľkovou zmenou cien.
- IoT monitoring chladiacich zariadení s alarmami.
- Prediktívne dopĺňanie zásob podľa historických dát.
- Prepojenie na **PLM** systémy pre rýchle stiahnutie výrobku pri incidente.



6 KONEČNÝ SPOTREBITEL'

Účel procesu

Táto záverečná fáza dodávateľského reťazca sa zameriava na bezpečné a správne použitie potravinového výrobku spotrebiteľom.

Sleduje sa:

- proces nákupu,
- podmienky domáceho skladovania,
- úroveň porozumenia informáciám na etikete,
- potravinová gramotnosť,
- spätná väzba výrobcom a distribútorom.

Výstupy tejto fázy poskytujú cenné údaje na spätné zlepšenie procesov v celom reťazci.

Subprocesy

- **Nákup výrobku** – výber podľa ceny, značky, dátumu spotreby, senzorických preferencií; v HoReCa ide o objednávku a konzumáciu hotového jedla.
- **Domáce skladovanie** – uchovávanie podľa údajov na etikete (0–4 °C pre chladené potraviny, ≤-18 °C pre mrazené, chránenie pred svetlom a vlhkosťou pre suché).
- **Konzumácia** – príprava a konzumácia podľa odporúčaní; pri niektorých výrobkoch tepelná úprava na ≥75 °C.
- **Poskytnutie spätnej väzby** – recenzie, dotazníky, reklamácie.
- **Triedenie odpadu** – separácia obalov a nespotrebovaných zvyškov, kompostovanie alebo energetické zhodnocovanie bioodpadu.

Vstupy

- Potravinový produkt s jasnou a čitateľnou etiketou.
- Informačné kanály výrobcu (infolinka, web, QR kód, aplikácie).

Výstupy

- Skutočne spotrebované množstvo výrobku.
- Recenzie, hodnotenia NPS/CSAT.
- Reklamácie s popisom problému.
- Údaje o množstve potravinového odpadu v domácnostiach.



Tabuľka: KPI – Kľúčové ukazovatele výkonnosti

KPI	Jednotka / limit	Metóda merania / zdroj dát
Miera reklamácií	%	Reklamované kusy / predané kusy
NPS / CSAT	skóre	Spotrebiteľské prieskumy
Podiel správne pochopených návodov	%	Dotazníky, testy spotrebiteľskej gramotnosti
Podiel potravinového odpadu	%	Hmotnostný pomer vyhodeneého jedla k nákupu

Hlavné riziká a CCP

Riziká: nesprávne domáce skladovanie, nesprávna interpretácia etikety, konzumácia po DMT/DS.

CCP: jasná a zrozumiteľná komunikácia na obale (vrátane piktogramov a viacjazyčných návodov), dopĺňujúce digitálne návody.

Dáta a evidencia

- Záznamy z oddelenia zákazníckej podpory.
- Výsledky spotrebiteľských prieskumov.
- Dáta o potravinovom odpade z výskumov alebo domácich monitoringov.

Digitalizácia

- QR kódy na obaloch s rozšírenými informáciami.
- Mobilné aplikácie na evidenciu DMT/DS a upozornenia na blížiaci sa koniec trvanlivosti.
- Systémy pre automatizovanú analýzu recenzií a sťažností (NLP).



7 PRÍKLAD: Jogurt (Spoločnosť A)

Výrobný a distribučný proces jogurtu je modelovým príkladom chladeného mliečneho výrobku, ktorého kvalita a bezpečnosť závisia od nepretržitého udržiavania chladiaceho reťazca a kontroly mikrobiologických, fyzikálno-chemických a senzorických parametrov. Fermentované mliečne výrobky majú limitovanú trvanlivosť, keďže obsahujú životaschopné kultúry baktérií, ktorých metabolizmus pokračuje aj po zabalení.

Etapy procesu

1. Farma
 - Dojenie v hygienických podmienkach na minimalizáciu prenosu patogénov.
 - Okamžité ochladenie mlieka na ≤ 4 °C (spomalenie rastu psychrotrofných baktérií – Q10 efekt).
 - Inhibičné testy na prítomnosť antibiotík a chemických reziduí, ktoré by ovplyvnili fermentáciu.
2. Zvoz cisternou
 - Potravinárske cisterny s integrovanými teplotnými senzormi.
 - Kontinuálny záznam teploty (interval ≤ 5 min) cez IoT loggery a prenos do centrálného systému.
3. Mliekareň
 - **Pasterizácia** (≥ 72 °C, 15 sekúnd) – zníženie počtu patogénov, minimalizácia tepelného poškodenia bielkovín a laktózy.
 - **Homogenizácia** – zabraňuje separácii tuku, zlepšuje textúru.
 - **Fermentácia** (42–45 °C, 4–6 h) – pokles pH vplyvom tvorby kyseliny mliečnej (*Lactobacillus*, *Streptococcus*).
 - Ukončenie fermentácie rýchlym ochladením na ≤ 6 °C.
 - Aseptické plnenie a balenie na minimalizáciu sekundárnej kontaminácie.
4. Distribučné centrum (chladiace)
 - Skladovanie pri 0–6 °C, princíp FEFO.
 - Monitoring teplôt v reálnom čase, alarm pri odchýlkach.
5. Retail
 - Umiestnenie vo vitrínach s teplotou 2–6 °C.
 - Kontrola DMT (dátum minimálnej trvanlivosti) – dodanie výrobku so ≥ 75 % zostatkovej trvanlivosti.
6. Zákazník
 - Domáce skladovanie pri odporúčanej teplote.
 - Pri prekročení 8 °C sa zrýchľuje metabolizmus baktérií → zmena textúry a kyslosti.



Tabuľka: KPI – Kľúčové ukazovatele výkonnosti

KPI	Limit / cieľ	Zdôvodnenie
Celkový čas od dojenia po pasterizáciu	≤ 24 h	Rast psychrotrofných baktérií pri 4 °C → zdvojnásobenie populácie každých 18–20 h
Počet šarží s inhibítormi	0	Antibiotiká inhibujú fermentačné kultúry
Konzistencia jogurtu (viskozita, senzorické skóre)	V špecifikácii	Reometer, senzorická analýza podľa ISO 22935-2
Porušenie chladiaceho reťazca pri preprave	0 incidentov / 1000 zásielok	Dáta z IoT senzorov
DMT pri príjme do retailu	≥ 75 % trvanlivosti	Zabezpečenie času na predaj a konzumáciu



8 INTEGROVANÝ HACCP A ESKALAČNÝ STROM

Účel systému

Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) je systematický, vedecky podložený prístup k identifikácii, hodnoteniu a riadeniu rizík významných pre bezpečnosť potravín. Je integrovaný do celého agropotravinárskeho reťazca od prvovýroby po spotrebiteľa.

Hlavné kritické kontrolné body (CCP) a ich zdôvodnenie

1. Zdravotný stav stáda a kontrola rezíduí veterinárnych liečiv
 - Riziko: antibiotické reziduá ohrozujú zdravie spotrebiteľa a inhibujú technologické mikroorganizmy.
 - Kontrola: veterinárne prehliadky, evidencia liečiv, laboratórne testy podľa ISO/IDF.
2. Teplota surového mlieka pri odovzdaní ≤ 4 °C
 - Riziko: rast psychrotrofných baktérií a produkcia tepelne stabilných enzýmov.
 - Kontrola: IoT monitoring teploty.
3. Pasterizačný profil a integrita teplotných sond
 - Riziko: nedostatočná inaktivácia patogénov (*Listeria*, *Salmonella*, *E. coli* O157:H7).
 - Kontrola: validácia sond (ISO 17665-1), kalibrácia.
4. Sterilita plniacich liniek
 - Riziko: sekundárna kontaminácia biofilmami alebo vzduchom.
 - Kontrola: testovanie sterility (ISO 11737), CIP/SIP sanitácia.
5. Teploty pri expedícii/príjme (0–6 °C) a integrita plomb
 - Riziko: prerušenie chladiaceho reťazca, zníženie trvanlivosti.
 - Kontrola: overenie teploty pri nakládke/vykládke, kontrola plomb.
6. FIFO/FEFO a kontrola DMT/DS v predajni
 - Riziko: predaj po dátume spotreby, znížená kvalita.
 - Kontrola: denné checklisty, upozornenia v POS systémoch.

Eskalácia pri zlyhaní CCP – odporúčaný postup

1. **Okamžité zablokovanie šarže** v ERP/MES systéme.
2. **Investigácia príčiny** – Root Cause Analysis (5× Prečo, Ishikawa diagram), pri biologických rizikách molekulárna typizácia patogénov (PFGE, WGS).
3. **Nápravné a preventívne opatrenia (CAPA)** – riešenie problému a prevencia opakovania, sledovanie účinnosti pomocou KPI.
4. **Informovanie odberateľov a orgánov** – podľa Nariadenia (ES) č. 178/2002.
5. **Recall – stiahnutie produktu z trhu** – dobrovoľné alebo povinné, s plnou dokumentáciou.



Zoznam použitej literatúry

1. **FAO.** *Food and Agriculture Organization of the United Nations – Food Safety and Quality.* Rome: FAO, 2023. Dostupné na: <https://www.fao.org/food-safety>
2. **Codex Alimentarius Commission.** *General Principles of Food Hygiene – CXC 1-1969.* Rome: FAO/WHO, 2022.
3. **ISO.** *ISO 22000:2018 – Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain.* Geneva: International Organization for Standardization, 2018.
4. **ISO.** *ISO 22935-2:2009 – Milk and milk products – Sensory analysis – Part 2: Recommended methods for sensory evaluation.* Geneva: International Organization for Standardization, 2009.
5. **ISO.** *ISO 712:2009 – Cereals and cereal products – Determination of moisture content – Reference method.* Geneva: International Organization for Standardization, 2009.
6. **HACCP.** *Hazard Analysis and Critical Control Point System and Guidelines for its Application.* Codex Alimentarius Annex, 2020.
7. **GHG Protocol.** *Corporate Accounting and Reporting Standard.* World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development, 2015.
8. **ISO.** *ISO 14064-1:2018 – Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.* Geneva: International Organization for Standardization, 2018.
9. **ISO.** *ISO 50001:2018 – Energy management systems – Requirements with guidance for use.* Geneva: International Organization for Standardization, 2018.
10. **SEMI.** *SEMI E79 – Definition and Measurement Methods for Equipment Productivity.* San Jose: SEMI, 2020.
11. **Nestlé.** *Dairy Supply Chain Quality Standards.* Vevey: Nestlé S.A., 2021.
12. **Luning, P. A., Marcelis, W. J., Rovira, J.** *Food Quality Management: Technological and Managerial Principles and Practices.* Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2020. ISBN 978-90-8686-346-2.
13. **Kotsanopoulos, K. V., Arvanitoyannis, I. S.** The Role of Auditing, Food Safety, and Food Quality Standards in the Food Industry: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2017, 16(5), s. 760–775. doi:10.1111/1541-4337.12293
14. **Christopher, M.** *Logistics & Supply Chain Management.* 5. vyd. Harlow: Pearson Education, 2016. ISBN 978-1-292-08218-4.
15. **Object Management Group (OMG).** *Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0.2.* Needham, MA: OMG, 2014.



Autor:

Ing. Andrej Bencel, PhD.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre



2025

www.decarb.uniag.sk