

A banán globális szállítmányozásának kihívásai és költségei a fenntarthatóság tükrében

TDK Dolgozat

Audi Hungaria Járműmérnöki Kar
Szabó Patrícia, Vecsei Anna
2024.11.04.

Absztrakt

A banán a világ egyik legnagyobb mennyiségben forgalmazott gyümölcse, amelynek szállítmányozása jelentős logisztikai és gazdasági kihívásokkal jár a termelő helyszínektől a fogyasztói piacokig. Dolgozatomban a banán ellátási láncának elemzésére fókuszálok, különös tekintettel a szállítási folyamatokra. Bemutatom a betakarítástól a végső elosztásig tartó szállítási lánc legfontosabb elemeit, ideértve a tárolási és hűtési technológiák szerepét, valamint a hűtési lánc (cold chain) fenntartásának jelentőségét, mivel a banán rendkívül érzékeny a hőmérsékletre és az érési folyamatra. A tanulmányt emellett részletesen foglalkozik a globális ellátási lánc kockázataival és kihívásaival, amelyek a banán szállítmányozásában különösen hangsúlyosak. A kockázatok közé tartoznak a természeti katasztrófák, a politikai instabilitás, a szállítási útvonalak zavarai, valamint a betegségek, például a Fusarium hervadás (TR4), amelyek komoly hatással lehetnek a banánellátásra. E kihívások növelik a költségeket és bizonytalanságot eredményeznek az ellátási láncban. A kutatás kiemeli a szállítmányozás során felmerülő környezeti és gazdasági kihívásokat, valamint a fenntarthatóbb megoldások iránti igényt a banán globális piacán. Különös figyelmet fordítok a szállítmányozás költségvonzataira is. Részletesen elemzem a szállítás, tárolás és feldolgozás során felmerülő költségeket, valamint ezek hatását a végső árra és a termék versenyképességére. A dolgozat célja, hogy átfogó képet nyújtson a banán szállítmányozásának jelenlegi helyzetéről, és javaslatokat tegyen a költségek optimalizálására, valamint a fenntarthatósági szempontok figyelembevételével a hatékonyság növelésére.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
2. Szakirodalmi áttekintés.....	5
2.1. „Botanikai csoda”	5
2.2. Fiatal termések megjelenése.....	5
2.3. Banánok a tányéron	6
2.4. Ideális környezeti feltételek	7
2.5. Kihívások a banánültetvényeken	7
3. A banántermesztés teljes spektruma	10
3.1. Globális banánfogyasztás	10
3.2. A világ termelőországai.....	10
3.3. A banán világkörüli útja	11
3.4. Honnan érkezik a banán?.....	13
3.5. Hogyan kerül a banán a boltok polcaira	16
4. Logisztikai költségek és hatékonyság	18
4.1. A költségszámítás szerepe a logisztikai szolgáltatások egységköltség-elemzésében	18
4.2. A termelés rejtett költségei.....	19
4.3. Fenntarthatóbb banán: Hogyan csökkenthetők a külső költségek?	20
4.4. A banánszektor külső költségei.....	22
5. A hűtőlánc fejlődése a banánszállításban	25
5.1. Hűtött tárolás, érési folyamat és hűtött raktározás	25
5.2. Hatékonysági elemzés.....	27
5.3. Idő- és költséghatékonyság.....	27
6. Technológiai innovációk a banán logisztikában	28
6.1. Automatizáció	28
6.2. Frissességért versenyben.....	29
6.3. Kötélpályás szállítás előnyei a banánfeldolgozásban.....	30
6.4. Okosbanán: IoT nyomon követés a szállítmányozásban	31
7. Fenntarthatóság	33
7.1. Újrahasznosított csomagolások.....	33
7.2. Az újra felhasználható műanyag banán ládák előnyei	34
8. Főbb megállapítások.....	35
9. Várható trendek a banán szállítmányozásában	36
Irodalomjegyzék.....	41

Bevezetés

A banán filigrán, enyhén görbülő, sárga, igen ízletes trópusi gyümölcs. Mára már elképzelhetetlen, hogy az üzletek polcain, piacokon ne kaphassunk belőle. A banán azonban ennél sokkal több. A banán a világ egyik legfontosabb élelmiszernövénye, amely a rizs, a búza és a kukorica után a negyedik helyen áll a globális termelési érték alapján. Szerepe nemcsak a mindennapi élelmiszer-ellátásban jelentős, hanem a fejlődő országok gazdaságában is kulcsfontosságú, különösen olyan trópusi régiókban, mint Latin-Amerika, Afrika és Ázsia. A banántermelés nagy része helyi piacokra és saját fogyasztásra irányul, de a világ legtöbbet exportált friss gyümölcsként az exportra szánt banán különleges jelentőséggel bír a nemzetközi kereskedelemben. (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2003)

A globális banánkereskedelem az évek során folyamatosan növekedett, különösen az 1985 és 2002 közötti időszakban, amikor a világban exportált banán mennyisége átlagosan 5,3%-kal emelkedett. Ez a növekedés a technológiai fejlesztéseknek és a kereskedelem liberalizációjára irányuló nemzetközi erőfeszítéseknek volt köszönhető. A banán iránti globális kereslet folyamatosan emelkedik, ám a termelés és szállítás környezetvédelmi, gazdasági és társadalmi szempontból is jelentős kihívásokkal néz szembe. (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2003)

A banán szállítmányozása különösen összetett folyamat, hiszen a gyümölcs gyorsan romlik, ezért a szállítás során megfelelő hőmérséklet-szabályozásra van szükség. A „cold chain”, vagyis a hűtési lánc fenntartása elengedhetetlen ahhoz, hogy a banán elérje a távoli piacokat friss állapotban. Az ellátási láncot azonban számos tényező, például természeti katasztrófák, politikai instabilitás, valamint a Fusarium TR4 gombafertőzés veszélyezteti, amelyek jelentősen megnövelik a szállítási költségeket és a termelési kockázatokat.

Dolgozatom célja, hogy elemezze a banán globális szállítmányozásának kihívásait és költségeit. Bemutatom a termeléstől a fogyasztói piacokra történő szállításig terjedő ellátási láncot, valamint azt, hogyan lehet optimalizálni a költségeket és csökkenteni a környezetre gyakorolt negatív hatásokat a hatékonyság növelése érdekében. Ezzel átfogó képet kívánok nyújtani a globális banánszállítás jelenlegi helyzetéről és jövőbeli lehetőségeiről.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. „Botanikai csoda”

A banánnövényt gyakran tévesen "fának" nevezik, valójában egy nagy lágyszárú növény, húsos, nagyon nedvdús szárral (valójában „ál-szárral”), amelyet levelek nyélhüvelyek hengeres összetétele alkot. A növény 6–7,5 méter magasra nő, és egy húsos *rizómából* (gyöktörzsből) vagy gumóból ered. A fő növény körül sarjak fejlődnek, így egy csoportot vagy „ülőhelyet” alkotnak; a legidősebb sarj veszi át a fő növény szerepét, amikor az megterem és elhal, és ez az utódlási folyamat folyamatosan ismétlődik. A 4-5 vagy akár 15 puha, sima, hosszúkás vagy elliptikus, húsos szárú levél spirálisan helyezkedik el. A növény növekedése során, meleg időben, hetente egy levél bomlik ki, és felfelé, illetve kifelé nyúlik, akár 2,75 méter hosszúra és 60 cm szélesre is megnő. A levelek lehetnek teljesen zöldek, zöldek bordó foltokkal, vagy a felső oldalukon zöldek, míg alul vöröses-lilák. (F. Morton, 1987)

A virágzat, a növekedési pont átalakult része, amely az álszár csúcsában a növény „szívéből” nő ki. Kezdetben egy nagy, hosszúkás, kúpos, lila takarólevelekkel borított bimbó. Kinyíláskor láthatóvá válnak a nektárban gazdag, karcsú, csöves, fehér, fogazott szélű virágok, amelyek kettős sorokban helyezkednek el a virágszáron, és minden fürtöt egy vastag, viaszszerű, lila külső és mélyvörös belső színű fellelél borít. Normál esetben a fellelél 3-10 napon belül felemelkedik az első fürtnél. Ha a növény gyenge, a kinyílás 10-15 napig is eltarthat. Az alsó 5–15 sorban nővirágok találhatók; fölöttük néhány sorban hímnős vagy meddő virágok lehetnek; a hímvirágok pedig a felső sorokban helyezkednek el. A virágfürtök kinyílása után egy nappal a hímvirágok és a fellevelek lehullanak, így a felső szárrész legtöbbször csupaszon marad, kivéve a legfelső részt, ahol egy bimbó marad, amely az utoljára képződött hímvirágokat tartalmazza. Néhány mutáns, például a 'Dwarf Cavendish' esetében a hímvirágok és fellevelek megmaradnak, elszáradnak, és kitöltik a helyet a termés és a csúcsi bimbó között. (F. Morton, 1987)

2.2. Fiatal termések megjelenése

Amint a fiatal termések a nővirágokból kifejlődnek, keskeny, zöld ujjakra emlékeztetnek. A fellevelek hamarosan lehullanak, és minden fürt érett termése egy „banánkéz” formát alkot. Szára a súly alatt lehajlik, amíg a fürt fejtetőre nem kerül. A „kezek” száma a fajtától függően változik. (F. Morton, 1987)

A gyümölcs (szaknyelven „bogyó”) színe sötétzöldből sárgára vagy pirosra vált, esetenként zöld-fehér csíkos is lehet, és mérete 6,4–30 cm hosszúságú és 1,9–5 cm szélességű lehet, alakja

pedig lehet hosszúkás, hengeres és tompa vagy kifejezetten háromszögletű, kissé görbült és szarvszerű. A gyümölcs húsa elefántcsontfehér, sárga vagy lazacszínű lehet, és éretlen állapotban kemény, fanyar vagy gumiszerűen nedvdús. Érett állapotban puha és csúszós, vagy éppen lágy, krémes, esetleg kissé száraz és lisztes. (F. Morton, 1987)

A vad típusok gyakran szinte teljesen fekete, kemény, kerek vagy szögletes magvakkal vannak tele, amelyek átmérője 3–16 mm, és húruk kevés. A közönséges termesztett típusok általában magtalanok, csak apró barnás foltok formájában helyezkedik el a kissé üreges vagy enyhén rostos központi részen. Előfordulhat, hogy vad típusokkal való keresztezés során magok keletkeznek egy normálisan magtalan fajtában, mint például a 'Gros Michel'-ben, de ez sosem történik meg a Cavendish típus esetében. (F. Morton, 1987)

2.3. Banánok a tányéron

Az ehető banánokat több fő csoportra és alcsoportokra osztják. Első helyre a diploid *M. acuminata* „Sucrier” csoportját helyezte, amelyet Malajziában, Indonéziában, a Fülöp-szigeteken, Dél-Indiában, Kelet-Afrikában, Burmában, Thaiföldön, a Nyugat-Indiákon, Kolumbiában és Brazíliában termesztnek. A növény buroklevelei sötétbarnák, levelei sárgásak, szinte teljesen viaszmentesek. Fürtjei kicsik, a gyümölcsök vékony héjúak és édesek. (F. Morton, 1987)

Ide tartozik az egyik legkisebb közismert banán, a „Lady Finger”. A növény eléri a 25 láb (7,5 m) magasságot, karcsú törzse, de nehéz gyökérrendszere megerősíti a növényt az erős széllel szemben. A külső hüvelyen vörösesbarna csíkok vagy foltok vannak. A csokor 10-14 kézből áll, egyenként 12-20 ujjal. A gyümölcs 10-12,5 cm hosszú, vékony, világossárga héjú, édes húsu. Latin-Amerikában gyakori, Queenslandben és Új-Dél-Walesben pedig kereskedelmi célra termesztik. (F. Morton, 1987)

Második helyen a „Gros Michel” csoport áll, amely Burmából, Thaiföldről, Malajziából, Indonéziából és Ceylonból származik, és széles körben termesztik. A 19. század elején egy francia haditengerészeti tiszt hozta be Martinique-ra, majd néhány évvel később Jamaicába vitték; onnan Fidzsi-szigetekre, Nicaraguára, Hawaiiira és Ausztráliára vitték, ebben a sorrendben. Ez egy nagy, magas növény, hosszú fürtöket, nagy, sárga terméseket hoz, és korábban Közép-Afrikában, Latin-Amerikában és a Karib-térségben a vezető kereskedelmi kultúrnövény volt, de a Panama-betegségre való nagy érzékenysége miatt fokozatosan megszüntették. (F. Morton, 1987)

A Cavendish-banánok csoportja több változatot foglal magában, mint a rövid és strapabíró 'Dwarf Cavendish', a magasabbra nöövő, Kolumbiában és Ausztráliában elterjedt 'Giant

Cavendish', és a jamaicai 'Pisang masak hijau', amely Panama-betegséggel szemben ellenálló. Egyéb fontos fajták közé tartozik a 'Bluggoe', ami egy főzőbanán, a krémes ízű hawaii 'Ice Cream' is. India vezető banánjaként ismert 'Mysore', valamint a savanykás ízű 'Silk' és a vöröses héjú 'Red'. (F. Morton, 1987)

Elmondhatjuk tehát, hogy a 'Giant Cavendish' 5 klónjának és 9 másik fajtának 1976 és 1979 között készültek a Mexikóban. A 'Giant Cavendish' 1., 2., 3. és 4. klón, nagyon magasra nőtt, alacsony termést adtak, és a gyümölcsök rossz minőségűek voltak. Öt jelentős banán- és útifű-klóngyűjtemény található világszerte. A legnagyobbak közé tartozik a United Brands gyűjteménye, amely 470 változatot és 100 fajt foglal magában a hondurasi La Limában. (F. Morton, 1987)

2.4. Ideális környezeti feltételek

Banántermesztésre a trópusi vagy közel trópusi területek alkalmasak, jellemzően az északi és déli 30° szélességek között, ahol az ideális hőmérséklet 26,7°C, a havi csapadék pedig 10 cm. A száraz időszak nem haladhatja meg a három hónapot. A hideg és aszály lassítja a növekedést, sőt megakadályozhatja a virágzást és érését. A szél is káros; könnyű szél széttépi a leveleket, míg az erősebb akár a növényeket is kidöntheti. A 30 mph (48 km/h) feletti szél eltörheti a levélleveleket, míg 60 mph (97 km/h) felett teljes ültetvényeket pusztíthat el. Hűvös területeken domboldalakra telepítik a banánt, hogy elkerüljék a hideg levegőt. Az időjárás okozta károk minimalizálására füstölést, vízeláraztást és széltörő sávokat is alkalmaznak. (F. Morton, 1987)

A banánnövény gyenge talajviszonyok között is képes növekedni és gyümölcsöt hozni, de gazdaságilag termékeny csak mély, jól lecsapolt talajban válik. Alkalmasak számára a különböző talajtípusok, mint a vályog, a homok, a vörös laterit, a vulkáni hamu, a homokos agyag, és még a nehéz agyag is, de a finom homok nem megfelelő, mivel vízmegkötő. Az alluviális talajokat kedvelik, amelyek, folyók, patakok és más vízfolyások mentén, illetve azok által hozott üledékből kialakult talajok. Vízállásos területeken a banánokat magas ágyásokon termesztik, míg a száraz területeken öntözést igényelnek. (F. Morton, 1987)

2.5. Kihívások a banánültetvényeken

C.W. Wardlaw könyvében (*Banana Diseases, including Plantains and Abaca*, 1972) részletesen tárgyalja a banán növényt sújtó betegségeket, különös tekintettel a Sigatoka-fertőzést, a Fekete Sigatoka terjedését, illetve a Fusarium okozta Panama-kórt.

A Sigatoka, avagy levélfolt, amelyet a *Mycosphaerella musicola* gomba okoz, először 1902-ben jelent meg Jáván, majd 1913-ban Fidzsin, ahol a Sigatoka-völgyről nevezték el. Tíz évvel

később Queenslandben, újabb tíz év múlva pedig a Nyugat-Indiákon, majd hamarosan egész Trópusi Amerikában elterjedt. A betegséget 1939-ben és 1940-ben Kelet- és Nyugat-Trópusi Afrikában is észlelték. Ghánában 1954-ben fedezték fel, és 1965-ben az állami gazdaságot sújtotta. A leveleken az első jelek kis, halvány foltok, amelyek 1,25 cm-re növekednek, sötétlilásfeketék és szürke közepűek lesznek. Amikor az egész növény megfertőződik, az elégettnek tűnik, a fürtök gyenge minőségűek, és nem érnek egyenletesen. A gyümölcsök savasak, a gyökerek kicsik. (Claude Wilson, 1972)

Egy sokkal virulensebb betegség, a Fekete Sigatoka, más néven fekete levélcsik, amelyet a *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis* okoz, 1969-ben támadta meg Hondurasban a banánültetvényeket, majd Guatemalában és Belize-ben is elterjedt. 1972-ben jelent meg Hondurasban, ahol addig nem volt szükség a szokásos Sigatoka elleni permetezésre. Gyorsan áterjedt Közép-Amerika főzőbanán-földjein keresztül Mexikóba, és körülbelül 10 évvel később Kolumbia Uruba régiójában is megtalálták. A betegség 1963-ban csapott le Fidzsire és járványos formát öltött. 1973-ban kezdett elterjedni, főként a szokásos Sigatoka helyét vette át. Leginkább a szél terjeszti, elpusztítja a leveleket, és napra kiteszi a fürtöket. A Sigatokára ellenálló fajták nem mutatnak ellenállást a Fekete Sigatokával szemben. Intenzív védekezési kísérletek történnek gombaölő szerekkel vagy intenzív olajpermetezéssel, de még a 10-12 napos, összesen 40 permetezés sem biztosít teljes kontrollt. Mexikóban, ahol a főzőbanán fontos szerepet játszik az étrendben, és a termelés 65%-a nem öntözött területen zajlik, a védekezés jelentősen, 145-168%-kal növelte a termelési költségeket. Honduras Sula-völgyében a Fekete Sigatoka évente 3 millió banán doboz veszteséget okozott. Nagy szükség lenne kiváló minőségű, ellenálló fajtákra. (Claude Wilson, 1972)

A Moko betegség a *Pseudomonas solanacearum* baktérium által okozott, amely belső rothadást eredményez. Ez lett az egyik fő banán- és főzőbanán betegség a nyugati féltekén, és komolyan csökkentette a termelést Kolumbia vezető területein. (Claude Wilson, 1972)

A fekete vég a gyümölcsök szárrészét és szárvégét támadja meg, sötét, bemélyedt léziókat képezve a héjon, amelyek hamarosan behatolnak a húsba, és sötét, vizes, puha területek keletkeznek. Súlyos esetekben az egész héj feketévé válik és a hús rothad. (Claude Wilson, 1972)

Cigar-tip rot vagy Cigar-end betegség, a *Stachylidium (Verticillium) theobromae* a virágokban kezdődik, és a gyümölcsök végére terjed, sötétre színezve azokat, a héj sötétedik, a hús rostossá válik. (Claude Wilson, 1972)

Cordana levélfolt (*Cordana musae*) ovális léziókat okoz, amelyek hossza 3 in (7,5 cm) vagy annál több, barna színűek élénk sárga szegéllyel. A levelek fokozatosan elhalnak, kezdve a

legöregebb levelektől, mint a Sigatokánál, ami a gyümölcsök korai érését és méretcsökkenését okozza. (Claude Wilson, 1972)

A Bunchy top, egy levéltetű által terjesztett vírusbetegség, Queenslandben ismeretlen volt 1913-ig, amikor véletlenül hozták be a külföldről érkező sarjakban. A következő 10 évben gyorsan terjedt, és fenyegette a banánipar eltűnését. A betegséget Nyugati Szamoában 1955-ben fedezték fel, és kiirtotta a fogékony 'Dwarf Cavendish'-t a kereskedelmi ültetvényekből.

A Fusarium Tropical race 4 (TR4) a gomba legújabb fajtája. Ez egy talajban élő kórokozó, amely a banán gyökereit támadja meg, és a Banán Fusarium hervadást okozza azáltal, hogy elzárja a növény érrendszerét. (Claude Wilson, 1972), (World Banana Forum (WBF), dátum nélk.)

A gomba fertőzött növényi anyagok és a talaj részecskéi révén terjed, amelyek olyan tárgyakhoz tapadnak, mint például mezőgazdasági szerszámok, cipők, ruhák, állatok és járművek. Az öntöző- és elvezetővíz is kulcsszerepet játszik a terjedésében. A gomba számos fajtát érint, beleértve a Cavendish banánt, amely a globális banánellátás körülbelül felét, és szinte az összes exportált banánt biztosítja.

A Panama betegség és a Bunchy Top súlyossága miatt Queensland déli részén a jövőbeli banántermesztőknek engedélyt kell kérniük a Queenslandi Mezőgazdasági Minisztériumtól.

Összességében megállapíthatjuk, hogy napjainkban a TR4 nevezetű fertőzés, nagyon nagy mértékben veszélyezteti a globális banánellátást. Az ENSZ (Egyesült Nemzetek Szövetsége) FAO (Földművelésügyi és Élelmezési Szervezet) Világbanán Fóruma (WBF) multidiszciplináris kutatást indított. A kutatás célja, hogy részletes adatokat gyűjtsenek a termelési szintekről, a betegségek hatásairól és a mérséklési módszerekről. (World Banana Forum)

Elemzik a banántermelés mintáit, trendjeit és mozgatórugóit, beleértve a kártevőket, betegségeket, a kezelést és az éghajlatot, hogy robusztus termelési modelleket adhassanak, és hogy ez hogyan változhat a jövőben a betegségek terjedésével és az éghajlatváltozással. Egy új gombaellenes vegyületet fognak tesztelni a TR4 ellen, hogy meghatározhassák, vajon a kémiai védekezés mérsékelheti-e a termelési hatásokat, miközben az alternatív rezisztens fajták fejlesztés alatt állnak. (World Banana Forum), (BananaLink, dátum nélk.)

3. A banántermesztés teljes spektruma

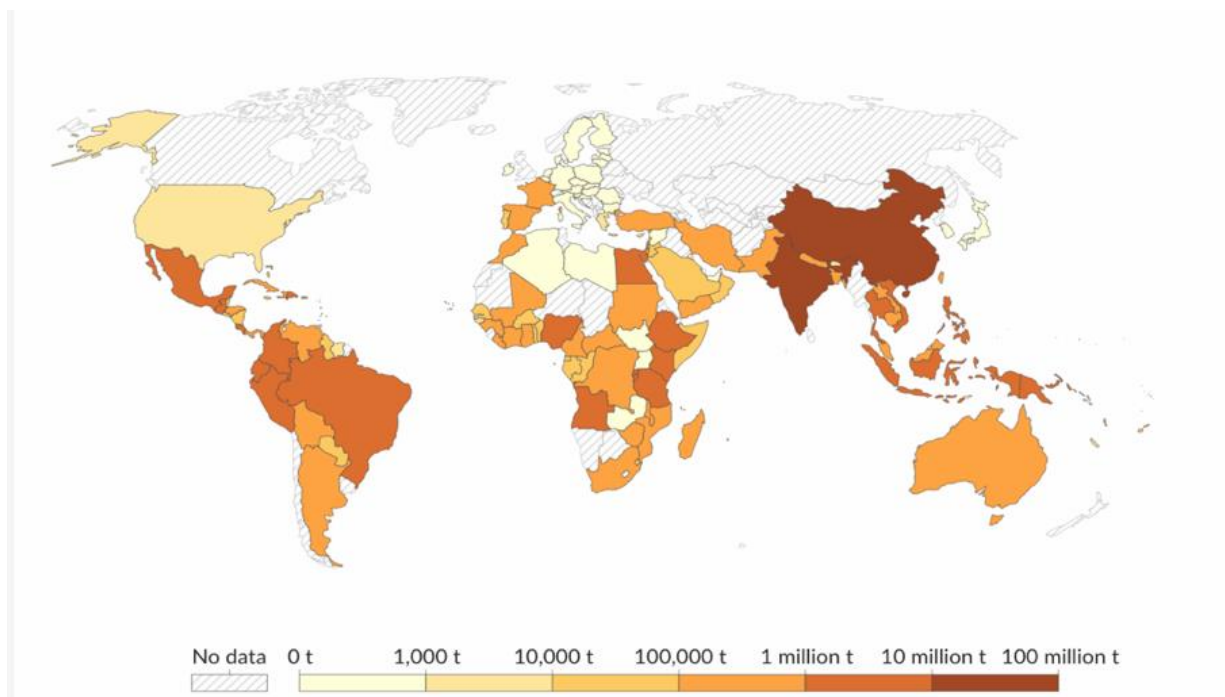
3.1. Globális banánfogyasztás

A World Banana Forum (WBF) azért jött létre, hogy lehetővé tegye az ágazat kulcsszereplői számára, hogy közösen tervezzenek és hajtsanak végre megoldásokat az ipar fejlesztésére. Három fő munkacsoportja van, amelynek a legsürgetőbb fenntarthatósági kihívásokkal foglalkoznak: fenntartható termelési rendszerek és környezeti hatás, értékelosztás, valamint munka jogok, ami pedig a társadalmi fenntarthatósággal foglalkozik.

A World Population Review (2023) szerint Uganda a világ vezető banánfogyasztója, évente átlagosan 660 fontot fogyasztanak fejenként, ami közel 300kg banánt jelent. A KSH 2020-as adataiból megállapítható, hogy Magyarországon az egy főre jutó banánfogyasztás csupán 8kg évente, viszont a rangsorban nem az utolsók között szerepel. Az Ugandában termelt banánt azonban más élelmiszerek készítésére is használják, beleértve a banánból készült egyedi bort is. Az, hogy a banán beépül-e a fontos helyi kulináris ételekbe és az ismert kulturális hagyományokba, gyakran befolyásolja a fogyasztás gyakoriságát. Minél fontosabb szerepet kap a banán az ország konyhájának alapeleme, annál valószínűbb, hogy az emberek jobban szeretik, még akkor is, ha más lehetőségek is rendelkezésre állnak. A gazdasági helyzet szinte mindig befolyásolja az ország élelmiszer-választását. (Központi Statisztikai Hivatal, dátum nélk.), (World Population Review, dátum nélk.)

3.2. A világ termelőországai

A legnagyobb banánültetvények termesztési területei az 1. számú melléklet alapján láthatóak, hogy 30. északi és 31. déli szélességi fokok közé esnek, Közép- és Dél-Amerikában találhatóak, mint például a banánköztársaságokban: Costa Ricában, Guatemalában, Hondurasban, Ecuadorban, Panamában, ahol az államok legnagyobb bevétele a banán exportjából származik. Kína területén a 10 millió tonnát is meghaladó banántermelés zajlik, ami 2022-ben a legjelentősebb volt, de emellett Indonéziában, Fülöp szigeteken és Afrika területén is magas termelési rátát vélhető felfedezni. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014)



1. számú melléklet: Banántermelés 2022-ben, Forrás: FAO of the United Nations(2023)

A nagyobb banáncégek piaci részesedése fokozatosan csökkent az 1990-es évek óta. 2002-ben a Chiquita, a Dole, a Del Monte és a Fyffes a globális banánexport 62,4%-át ellenőrizte, ami 2013-ra 42,3%-ra csökkent. A Chiquita szenvedte el a legnagyobb arányú csökkenést a piaci részesedésében, 22%-ról 13%-ra esett vissza ebben az időszakban, míg a Fyffes részesedése 4,1%-ról 5,7%-ra nőtt. Ecuadorban a korábban domináló Noboa befolyása csökkent, jelenleg a Truistfruit leányvállalatán keresztül működik, amely 2013-ban Ecuador banánszállítmányainak 7,8%-át tette ki. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014)

Az elmúlt évtizedben a multinacionális cégek a saját ültetvények birtoklásáról a független termelőktől való banánvásárlásra váltottak, részben jogi és gazdasági problémák miatt. A nagy kiskereskedők az Egyesült Államokban és az EU-ban jelentős hatalmat nyertek a banánkereskedelemben, egyre inkább közvetlenül a termelőktől vagy kisebb nagykereskedőktől szerzik be az árut. Ez a piaci megosztottsághoz vezetett, és több exportőr megjelenéséhez; például Ecuadorban a regisztrált banánexportőrök száma 181-ről 2011-ben 333-ra nőtt 2012-re. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014)

3.3. A banán világműködési útja

2023-ban a globális banánkereskedelem a korábbi két év súlyos ellátási hiányainak enyhülését mutatta, azonban a különböző exportáló országok között jelentős eltérések voltak. Az Ecuador és Guatemalából származó megnövekedett készletek a kedvező időjárási körülményeknek

voltak köszönhetőek, amelyeket az El Niño jelenség idézett elő. Az El Niño jelenség megváltoztatja a csapadék mennyiségét és eloszlását, így befolyásolva a termények növekedését. Ezzel szemben Kolumbiában, Costa Ricában és Mexikóban a heves esőzések, áradások és trópusi viharok hátráltatták az exportot.

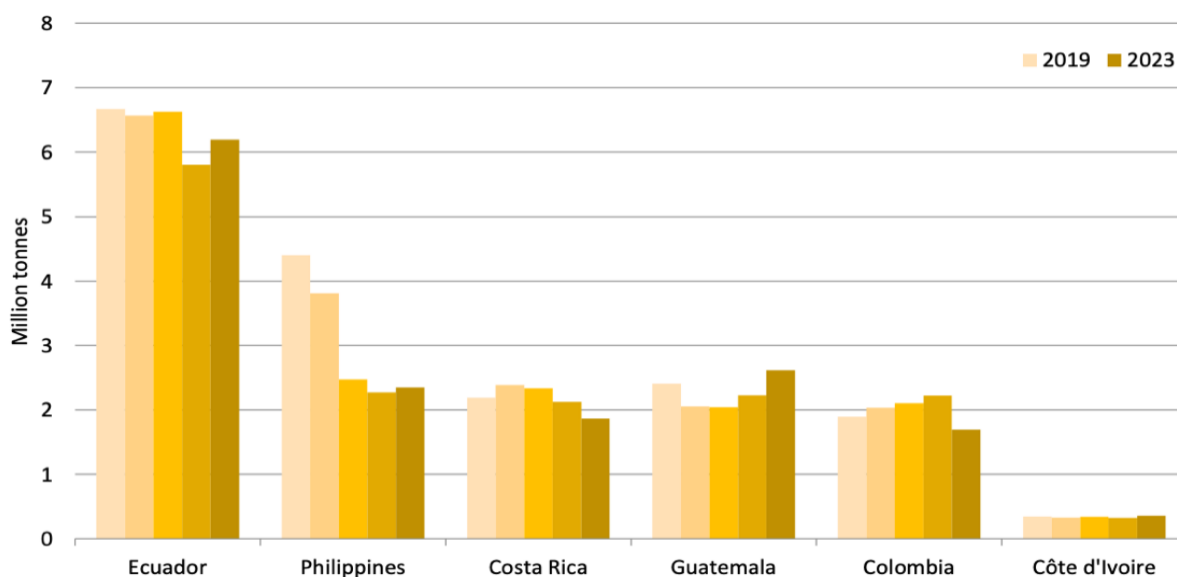
Bár a világpiaci műtrágyaárak árai 2023 során csökkentek, és júliusra a háború előtti szintre tértek vissza, a 2022-es csökkentett műtrágya-alkalmazás továbbra is gátolta a banántermelést 2023 első felében. Továbbá, a Banán Fusarium Wilt Tropical Race 4 (TR4) betegség terjedése a Fülöp-szigeteken, valamint Peru és Venezuela esetében súlyosbította a termelési problémákat. A kereslet a főbb piacokon, különösen az EU-ban és az Egyesült Államokban, erős maradt, ahol a banánok árának kedvező viszonya más gyümölcsökhöz képest támogatta a fogyasztást. Ennek eredményeként az átlagos importegységárak 2023-ban 6%-15%-kal emelkedtek.

A globális banánexportok, a növényi banánokat leszámítva, 0,3%-os mérsékelt növekedést mutattak, elérve körülbelül 19,3 millió tonnát, ami a 2022-es 6%-os csökkenést követi. A Latin-Amerika és a Karib-térség (LAC) régió, amely a vezető exportáló, 1,1%-kal csökkent, 14,5 millió tonnára, miközben Ecuador 6,7%-os növekedést ért el, 6,2 millió tonnára emelkedve a javuló termelés és az alacsonyabb szállítási költségek révén.

Guatemala exportjai 17,5%-kal 2,6 millió tonnára nőttek, kedvező termelési körülményeknek és az Egyesült Államokban fennálló erős keresletnek köszönhetően. Ezzel szemben Kolumbia exportja 24%-kal 1,7 millió tonnára csökkent, főként a kedvezőtlen időjárás és a TR4 megelőzésével kapcsolatos költségek növekedése miatt. Costa Rica és Mexikó szintén csökkenést tapasztalt az exportjaikban, Costa Rica 12%-kal 1,9 millió tonnára, míg Mexikó 15,5%-kal 430 000 tonnára esett vissza. A Karib-térség, különösen a Dominikai Köztársaság, 21%-os csökkenést szenvedett el, amelyet súlyos időjárási körülmények és egy kormányzati ideiglenes exporttilalom okozott. Ázsiában a banánexportok 5,9%-kal 4,1 millió tonnára nőttek, ami a korábbi évek csökkenése után a fellendülés első jele. A Fülöp-szigetek, mint a régió legnagyobb exportőre, kihívásokkal nézett szembe, de 3,4%-os növekedést ért el az exportban. Közben az újonnan feltörekvő banánexportőrök, mint India és Vietnam, ígéretes növekedést mutattak, 38%-os és 6%-os exportnövekedéssel. Afrikában az exportok 0,7%-kal 660 000 tonnára csökkentek, főként Kamerun csökkenő szállítmányai miatt, ahol a biztonsági problémák hátráltatták az exportot. Ezzel szemben az Elefántcsontpart (Côte d'Ivoire) exportjai 9%-kal 355 000 tonnára nőttek, amit egy Egyesült Királysággal kötött Gazdasági Partnerségi Megállapodás is segített. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023)

A 2. számú melléklet alapján láthatjuk, hogy az egyes ültetvényekről mekkora mennyiségű banán kerül exportra. Összességében a banánpiac 2023-ban ellenálló képességet mutatott, de

folyamatos kihívásokkal nézett szembe a környezeti hatások, a betegségek és az illegális tevékenységek miatt, amelyek befolyásolták az ipar jövedelmezőségét és stabilitását. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023)



2. számú melléklet: A világ banánexportja kiválasztott eredetek szerint, 2019-től 2023-ig, millió tonnában, forrás: Banana Market Review, 2023.

3.4. Honnan érkezik a banán?

A 2023-ra vonatkozó, teljes éves kereskedelmi adatok alapján a globális nettó banánimport mennyisége 0,3%-kal, körülbelül 18,4 millió tonnára nőtt. Míg a legtöbb importpiacon a kereslet szilárd maradt, a mennyiségek magasabb növekedését az exportáló országok, különösen Kolumbia, Costa Rica, a Dominikai Köztársaság és az első kilenc hónapban a Fülöp-szigetek csökkent exportkínálata hátráltatta. Ezek a csökkent ellátások különösen érintették Kína, az Európai Unió, Japán és Nagy-Britannia importmennyiségét, amelyek együtt körülbelül 50%-át teszik ki a globális importnak. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023)

Az elérhető havi kereskedelmi adatok azt mutatják, hogy az Európai Unió, amely a világ legnagyobb banánimportálója, 2023-ban 1,9%-kal, 5,1 millió tonnára növelte nettó importját. E növekedés ellenére az importok összesített szintje és a nettó import fejenkénti mennyisége kissé az elő-pandémiai szint alatt maradt. Az Európai Unió főbb exportőreit, különösen Kolumbiát, Costa Ricát és a Dominikai Köztársaságot érintő ellátási hiányok voltak a legfőbb akadályok a további bővülés előtt. Az ipari források egyúttal arról számoltak be, hogy a fogyasztói kereslet a legtöbb európai uniós piacon növekedésnek indult, amit nemcsak a banán kényelmi faktorai és tápláló tulajdonságai, hanem az áruk relatív megfizethetősége is

támogatott. A stabil kereslet és az alacsony kínálat következtében az import átlagos egységei jelentősen emelkedtek a legfontosabb EU célországokban 2023-ban, különösen Franciaországban, Németországban, Olaszországban, a Holland Királyságban és Spanyolországban, ahol az emelkedés 6-13% között mozgott. Másrészt, a hosszan tartó meleg időjárás akadályozta a keresletet az Európai Unió piacon a nyári hónapokban, átmeneti túlkínálati helyzeteket és csökkent árakat eredményezve, ami csökkentette az importőrök és az éresi létesítmények haszonkulcsait, valamint termékvesztéseket okozott ebben az időszakban. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023)

Az európai banántermelés 2023-ban 654 515 tonnára nőtt, ami körülbelül 12%-os növekedés 2022-höz képest. Az Európai Unió banántermelésének átlagosan több mint 90%-a Spanyolország és Franciaország tengerentúli területein, nevezetesen a Kanári-szigeteken és a Francia Nyugat-Indiákban zajlik. A Spanyolországban termelt mennyiségek, amelyek általában az Európai Unió banántermelésének több mint 50%-át teszik ki, súlyosan érintettek voltak a 2022-es La Palma szigetén történt 85 napos vulkánkitörés következtében, amely a Kanári-szigetek kulcsfontosságú termelő területe. Az ipari források szerint 2023 első tíz hónapjában Spanyolország termelése erős jeleket mutatott a helyreállásnak a kedvezőtlen esemény után. Az Európai Bizottság 2024 februárjában közzétett adatai szerint a spanyol banántermelés 2023-ban körülbelül 24%-kal nőtt, ami körülbelül 83 000 tonnás növekedést jelent az előző évhez képest. Franciaországban a termelés ugyanakkor 6%-kal csökkent az előző évhez képest, ami állítólag a fekete Sigatoka gombabetegség által érintett Guadeloupe és Martinique termelési területein bekövetkezett hozamcsökkenésnek tudható be. Az Európai Bizottság adatai szerint Franciaországban 2023-ban összesen 194 029 tonna banánt termeltek, ami körülbelül 13 000 tonnás csökkenés az előző évhez képest. A franciaországi banánellátás átlagos egységára 2023-ban 730 EUR tonnánként állt, míg a spanyol ellátás jelentősen magasabb, 840 EUR tonnánként. Összehasonlításképpen, a latin-amerikai eredetű banánok átlagos egységára az Európai Unióban 2023-ban 620 és 690 EUR között mozgott, vámokkal együtt. Az Egyesült Államok nettó importja 2023-ban 1,3%-kal nőtt, körülbelül 4,1 millió tonnára. Az Egyesült Államokban a banán iránti kereslet továbbra is a gyümölcs relatív megfizethetősége által vezérelt, az importnövekedést pedig a főbb eredetek, különösen Guatemalából és Ecuadorból származó megfelelő ellátás támogatta. Különösen az Ecuadorból érkező bio banánok szállítmányai 2023-ban jelentős növekedést mutattak, körülbelül 25%-kal emelkedve 2022-höz képest, körülbelül 300 000 tonnára. Mivel ez az általános ellátásnövekedés a kereslet növekedésével szemben még nagyobb mértékben háttérbe szorult, az Egyesült Államok import- és nagykereskedelmi árai 2023-ban 7%-kal, illetve 5%-kal emelkedtek az előző évhez képest. Ezzel szemben a

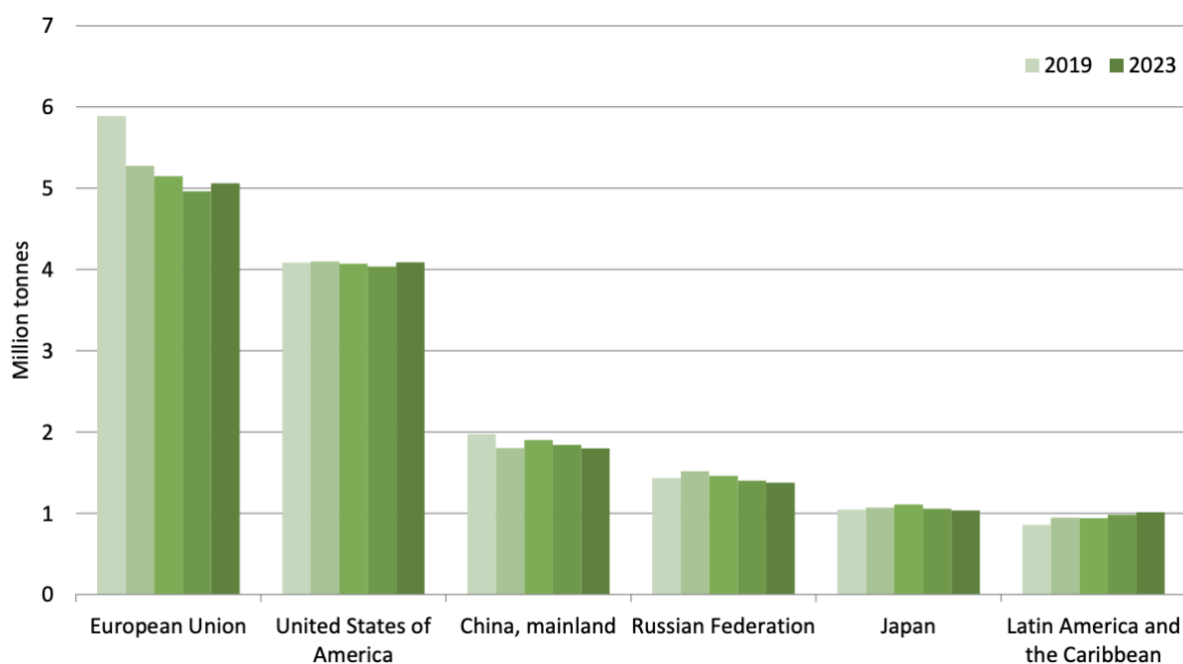
kiskereskedelmi árak 1%-kal csökkentek az előző évhez képest, ami a heves versenyt tükrözi az Egyesült Államok kiskereskedelmi piacán, és a banánok szerepét, mint veszteséges terméket az amerikai kiskereskedelmi üzletekben. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023)

Kína nettó importja 2023-ban 2,3%-kal csökkent, éppen 1,8 millió tonna alatt, amit a globális kínálat csökkenése okozott. Mindazonáltal az ország megőrizte harmadik legnagyobb banánimportáló szerepét a globális piacon, a 2023-as globális import 9,8%-os részesedésével. Az elérhető információk arra utalnak, hogy Kínába az importok csökkentek a Fülöp-szigetektől és Kambodzsából, amelyekből az ország az elmúlt években a banánimportjának körülbelül 50%-át szerezte be. A havi kereskedelmi adatok azt mutatják, hogy a Fülöp-szigetektől érkező banánimport Kínában 2023 első tíz hónapjában évről évre 9%-kal csökkent, ami nem volt kompenzálható a maradék évben érkező nagyobb szállítmányokkal. Közben a Kambodzsából származó beszerzések mennyisége 2023-ban 22%-kal csökkent. A kínai importkereslet mindeközben állítólag stabil maradt, amit tovább támogatott a korlátozott és csökkenő mennyiségű magas minőségű, hazai termelésű banán, mivel a termelés az első félévben kedvezőtlen időjárási események által érintett volt. Tekintettel a belföldi és a kulcsszállító országokban tapasztalt hiányokra, Ecuadorból 2023-ban a Kínába irányuló importok körülbelül 33%-kal nőttek, körülbelül 270 000 tonnára, annak ellenére, hogy az import átlagos egységára viszonylag magas, 690 USD tonnánként. Kínába érkező vietnámi importok, mint egy új feltörekvő beszállító, 2023-ban 8%-kal nőttek, körülbelül 500 000 tonnára, átlagos importegységárral 483 USD tonnánként, ami 11%-kal alacsonyabb, mint az előző év átlagos importegységára. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023)

Az elérhető adatok azt mutatják, hogy az Orosz Föderáció nettó importja 2023-ban 1,8%-kal csökkent az előző évhez képest, és éppen 1,4 millió tonna alatt maradt. Az Orosz Föderáció szinte kizárólag Ecuadorból importál banánt, előre megkötött szerződések keretében, amelyek USD-ban kerülnek elszámolásra. Az ipari források szerint az általános növekedési lehetőségeket továbbra is korlátozzák a célállomásra irányuló folyamatosan magas szállítási költségek. Ennek fényében a 2023-ban az Orosz Föderációba irányuló szállítmányok átlagos importegységára 8%-kal emelkedett, 847 USD tonnánként. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023)

Japán nettó importja 2023-ban 2%-kal csökkent, körülbelül 1 millió tonnára. Míg az országban a banán iránti kereslet viszonylag stabil maradt, az import mennyisége csökkent a Fülöp-szigetektől tapasztalt termelési hiányok miatt, ahonnan Japán általában a banánimportjának 75-80%-át szerzi be. Az Ecuadorból érkező ellátásokkal kapcsolatos logisztikai nehézségek szintén

akadályozták az importkereslet kielégítését. Az elérhető kereskedelmi adatok alapján a Fülöp-szigetéről származó importmennyiségek Japánba 2023-ban 1%-kal, míg Ecuadorból 17%-kal csökkentek. Az átlagos importegységárak a Fülöp-szigetéről 2023-ban 8%-kal emelkedtek, míg Ecuadorból 2,3%-kal csökkentek. A 3. számú melléklet alapján láthatjuk, hogy az egyes területek mekkora mennyiségű banánt importálnak. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023)



3. számú melléklet: A világ banánimportja kiválasztott eredetek szerint, 2019-től 2023-ig, millió tonnában, forrás: Banana Market Review, 2023

3.5. Hogyan kerül a banán a boltok polcaira

A termesztés és a betakarítás után a gazdák előkészítik a csomagolásra és a szállításra. A gazdálkodónak nyilvántartást kell vezetnie a banán betakarításának időpontjáról, minőségi leírást és a táblaazonosító dokumentumot. Ezek a feljegyzések biztosítják a frissességet, és biztosítják, hogy a gyümölcs jövőbeni folyamat során visszavezethető legyen a megfelelő gazdához. (Americold, 2021)

A banán betakarítása után a gyümölcsöt megvizsgálják, fürtökre osztják, megmossák és dobozokba csomagolják. A gyümölcsöt a rendeltetési helyük és a kiskereskedők szerint címkézik szerte a világon. A banán szinte azonnal szabályozott hőmérsékletű környezetbe kerül, hogy megakadályozza a további érést – a gyümölcs egyfajta hibernált állapotba kerül. A banánt ezután a kikötőkbe szállítják, és teherhajókra rakják, hogy megkezdjék globális útjukat. (Americold, 2021)

Az export szakaszában a banánt hűtőtárolókban vagy hűtőkonténerekben tartják, hogy megőrizze épségüket és hibernált állapotukat. Ezek az utak több hétig is eltarthatnak, de a banán biztonságban van, mivel így tovább marad zöld. (Americold, 2021)

A nemzetközi banánkereskedelem a kemény, zöld, éretlen gyümölcs betakarításán és szállításán alapul, amelyet később a fogyasztási országban érlelnek. A legalacsonyabb hőmérséklet, amelyen a banán biztonságosan szállítható, 13,3°C körül van, ami optimális a betakarítás utáni élettartam meghosszabbításához. E kritikus érték alatti hőmérsékleten fennáll a kihülési sérülés veszélye. A banánkezelési technikák egyik fő fejlesztése a banán kartondobozokba való csomagolása volt. A kezelési technikák gépesítése a be- és kirakodási területeken, a kikötői daruk, valamint a targoncák vagy akár robotok használata szintén nagyon pozitív előrelépés az olyan kényes gyümölcsök mozgatása szempontjából, mint a banán. A hűtési technológiák fejlődése nagyon fontos a banán hűtőgépes szállításának fejlődéséhez, és lehetővé teszi, hogy a banán gyorsabban és jobb minőségben kerüljön a fogyasztási központokba. (Port Economics Management and Policy, dátum nélk.)

A romlandó technológiák szállításának új módszerei jobban szabályozzák a hidegláncot, és számítógépes rendszereken keresztül lehetővé teszik a folyamat nyomon követését. Tengeri szállításakor a banánról azt mondják, hogy „elalszik”, csökkentve az oxigén mennyiségét a tárolási területen, és így meghosszabbítja szállítási élettartamát. Az alkalmazott technológiák egy része szabályozott légkör, szabályozott páratartalom, távoli hozzáférés-felügyelet, fokozott légáramlás, jobb szigetelőanyagok és technikák, valamint belső felügyeleti vezérlésekből állnak. (Port Economics Management and Policy, dátum nélk.)

Amint a tengeren átvélő utazásuk befejeződött, a banán megérkezik egy kikötőbe. Nagy mennyiségű, az Egyesült Államokba szánt banán Közép-Amerikából érkezik, és a Panama-csatornán keresztül eljut a delaware-i Wilmington kikötőjébe. A banánkonténereket kirakodják, vámkezelik, és szabályozott hőmérsékletű ellátási lánc szolgáltató létesítményeibe, illetve bizonyos esetekben érlelő létesítményekbe szállítják. A hőmérséklet-szabályozott ellátási lánc szolgáltatói, mint például az Americold, továbbra is tárolják a banánt, amíg ügyfeleik le nem rendelik, és át nem veszik. (Americold, 2021)

A gyümölcsöt kivesszük a hűtött edényekből, és zárt, szabályozott hőmérsékletű helyiségbe helyezük. Itt a gyümölcs beindítja a természetes érési folyamatot, ellenőrzött környezetben, amely figyeli a szobahőmérsékletet és a páratartalmat, a szén-dioxid és az eténgáz szintjét, a gyümölcsök által természetesen termelődő gázt. Az érlelőhelyiségben eltöltött idő igazodik az élelmiszerbolt vásárlóinak rendelési követelményeihez: a banán átlép a zöld és a sárga szín

állapotba – ez az oka annak, hogy a helyi élelmiszerboltban különböző érettségi fokozatú banánokat láthat. (Americold, 2021)

Amikor az átvevő/vevő kéri a rakományát, a raklapjait összegyűjtik a raktárból, áthelyezik a szállítási területre, és felrakodják a dedikált kamionra. Ebben a folyamatban a targonca a raktár dokkolóhelye mellett parkol. A raklapokat targoncák segítségével rakodják fel a teherautókra. Kevés a nem szabályozott levegőnek való kitettség. A teherautók hűtött pótkocsis teherautók. (Port Economics Management and Policy, dátum nélk.)

A hőmérséklet-szabályozott ellátási lánc iparága alapvető szerepet játszik ebben a folyamatban: a mezőgazdaságtól a banán élelmiszerboltba történő kiszállításáig, ezért elengedhetetlen, hogy a banánértékesítők olyan ellátási lánc partnert válasszon, aki megvédi befektetést és biztosítja a banán zökkenőmentes és gondos mozgását eredetétől egészen addig, amíg át nem veszik a szállítmányt. (Americold, 2021)

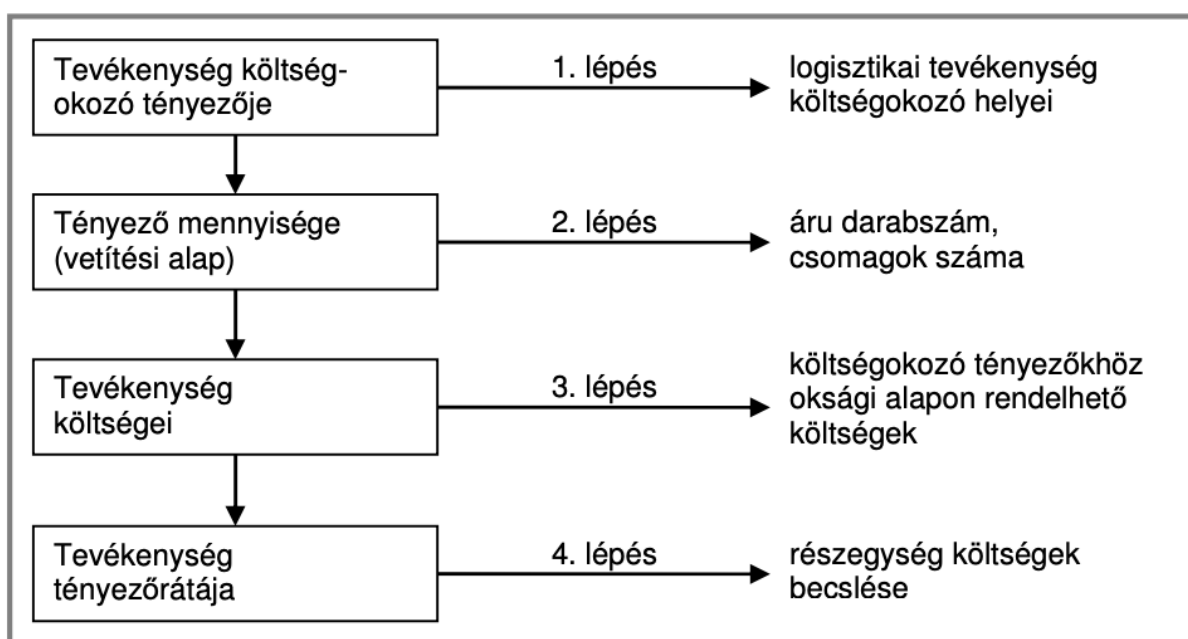
4. Logisztikai költségek és hatékonyság

4.1. A költségszámítás szerepe a logisztikai szolgáltatások egységköltség-elemzésében

A szolgáltatási volumen mennyiségét, minőségét és összetételét érintő kérdésekben meghatározó szerepe van a költségszámításnak, így a logisztikai egységköltség-számításnak is. A költségszámítás alapvető célja a szervezeten belül végbemenő folyamatok érték béli kifejezése, ezért végig követi a szolgáltató tevékenységét az első költség felmerülésétől az értékesítésig. Az önköltség egységnyi szolgáltatásra jutó költség. (Juhász, 2015)

A logisztikai egységköltség más szóval a tevékenységköltség meghatározása – pontosabban becslése, hiszen a költségek teljesen objektív alapon történő meghatározása gyakorlatilag lehetetlen és nagyon drága – a vezetői gazdaságtan módszertanának körébe tartozik. Az egységköltség becslésénél első lépésben a rendszert tevékenységekre kell bontani és meg kell határozni a tevékenységek költségokozó tényezőjét. Második lépésben meg kell becsülni vagy mérni a tényező mennyiségét, ami az egységköltség számítás vetítési alapját képezi. A harmadik lépésben össze kell gyűjteni a szóban forgó tevékenységekhez oksági alapon hozzárendelhető tevékenységi költségeket, végül az utolsó lépésben minden költségokozó tényezőhöz ki kell számítani a tényezőráta. (Juhász, 2015)

A fenti gondolatmenetet a 4. mellékletben lépésről lépésre nyomon követhetjük.



4. számú melléklet: A logisztikai egységköltség-számítás lépései, forrás: Juhász Lajos, Gazdaság & Társadalom 2015. 3. szám

A tényezőtöménnyiségek és tevékenységek költségei alapján kiszámított tényezőráták összege adja ki a logisztikai egységköltséget, amely a vállalat számára pontosan megmutatja, mekkora költséggel járnak az egyes logisztikai lépések. (Juhász, 2015)

4.2. A termelés rejtett költségei

Már régóta elfogadott tény, hogy a banán kereskedelmi célú termesztése negatív hatásokkal lehet a társadalomra és a környezetre, ezek az úgynevezett „külső költségek” azonban soha nem lettek módszeresen felmérve vagy beépítve az árakba. Ugyanakkor a vállalkozásoktól egyre inkább elvárják az érintettek, hogy a fenntarthatóbb és átláthatóbb termelési folyamatok érdekében beépítsék ezeket a külső költségeket. (Fairtrade International, 2019)

A társadalmi költségek közé tartozik az alacsony bérezés, a hiányos társadalombiztosítás, az egészségügyi és biztonsági kérdések, a túlóra, valamint a gyermekfoglalkoztatásból, a kényszermunkából és a zaklatásból eredő problémák. A figyelembe vett környezeti költségek között szerepel az éghajlatváltozás, a területfoglalás, a vízhiány, a hulladék, valamint a föld-, víz- és légszennyezés. (Fairtrade International, 2019)

A tanulmányban alkalmazott monetizációs módszerek különböző alapelveket követnek, amelyek célja, hogy a társadalmi és környezeti hatások pénzben kifejezhető értéket kapjanak. A társadalmi külső költségek monetizációjának alapelve az, hogy felmérjük a társadalmi hatások költségeit. A True Price módszer egy nemzetközileg elismert referenciaértéken alapul,

amely egy átfogó társadalmi teljesítményindikátor-rendszert használ, amely leírja a munkásokat, a munkaügyi kapcsolatokat és az egészségügyi feltételeket a termelési helyszíneken. A környezeti külső költségek monetizációját irányító alapelv az, hogy minden olyan hatás, amely a környezetet érinti és társadalmi jólétvesztést eredményez, költségként jelenik meg. A Trucost a környezeti hatások számszerűsítésére az Életciklus-értékelés elveit alkalmazza, és a környezeti károkat piaci és nem-piaci értékelési módszerekkel értékeli. Ezeket az adatokat és módszertanokat használták fel a jelentésben bemutatott külső költségek kiszámításához. (Fairtrade International, 2019)

A banánszektorra vonatkozó eredmények a banántermelés átlagos külső költségeinek becslését mutatják be, amelyeket úgy számoltak ki, hogy a szektor teljes külső költségét elosztották az adott ország teljes termelésével. Az eredmények összehasonlításához a teljes külső költségeket, amerikai dollárban (USD) fejezték ki banános dobozonként, ahol egy doboz 18,14 kilogramm banánnak felel meg, aminek költsége dobozonként 2015-ös árfolyam szerint 6,70 USD. A legjelentősebb társadalmi költségek közé tartoznak a munkavállalók alacsony béréi és a szociális védelmi intézkedések hiánya, valamint a kis termelők elégtelen bevétele. A legjelentősebb környezeti költségek a földhasználat, a vízfelhasználás és az éghajlatváltozás hatásai. A társadalmi költségek (60%) nagyobbak, mint a környezeti költségek (40%) a banántermelésben. Mind a négy vizsgált országban a Fairtrade termelők alacsonyabb külső költségekkel dolgoznak, mint a szektor átlaga. A Fairtrade banánok átlagos külső költsége dobozonként 3,65 USD, szemben a szektor 6,70 USD-os átlagával. Bár a Fairtrade termelők számára még mindig vannak kihívások a külső költségek terén, különösen a Dominikai Köztársaságban, ezek a költségek jelentősen alacsonyabbak, mint a szektorban általánosan. A társadalmi költségek jelentősen alacsonyabbak a Fairtrade termelők esetében, míg a környezeti költségek az országtól függően lehetnek magasabbak vagy alacsonyabbak, de átlagosan nagyon hasonlóak a szektor átlagaihoz. Ennek eredményeként a környezeti költségek nagyobbak, mint a társadalmi költségek a Fairtrade banántermelők esetében. A Fairtrade és a szektor banánjai közötti különbség legfontosabb tényezői a munkabérek és a szociális biztosítás, a hozamok, a vízfelhasználás és a műtrágyahasználat. (Fairtrade International, 2019)

4.3. Fenntarthatóbb banán: Hogyan csökkenthetők a külső költségek?

A banánszektor tanulhat a Fairtrade gyakorlatából, különösen a társadalmi kérdések, például az alacsony bérek problémájának javításában. Ugyanakkor a szektor tovább fejlődhet, ha nagyobb hangsúlyt fektet a környezeti és társadalmi kérdésekre, valamint ösztönzi a Fairtrade termelői gyakorlatok átvételét, amelyek csökkentik a külső költségeket. A Fairtrade és a banánszektor a

jól teljesítő Fairtrade termelők bevált gyakorlataiból is tanulhat, például a képzések és kapacitásépítő tevékenységek fejlesztésében. (Fairtrade International, 2019)

Egy konkrét példa az lenne, ha a hozamnövekedést kiegyensúlyoznák a műtrágya, energia és vízfelhasználással, így optimalizálva a termelést, miközben csökkentenék a földhasználatból, az éghajlatváltozásból és a vízkészletek kimerüléséből adódó környezeti költségeket, és egyúttal javítanák a termelők megélhetését is. Továbbá a munkahatékonyságba történő beruházások révén a szektor csökkentheti a társadalmi költségeket, például az alacsony bérekből és a szociális biztonság hiányából eredő terheket. Végezetül, a Fairtrade tovább javíthatja fenntarthatósági teljesítményét a Dominikai Köztársaságban jelentkező külső költségek csökkentésével, az éghajlatváltozásból eredő költségek mérséklésével, a földhasználat költségeinek csökkentésével a banántermelés növekedése esetén, valamint a Fairtrade prémium optimális kihasználásával az elégtelen jövedelmek és bérek problémájának kezelésére. (Fairtrade International, 2019)

Mivel a kutatás innovatív megközelítést alkalmaz, valamint az adatok és a módszertan jellegéből adódóan a tanulmány eredményeinek bizonyos korlátai vannak. Például, bár a tanulmány elemzi a szektor átlagértékei és a Fairtrade termelés közötti különbségeket, nem méri a Fairtrade tanúsítvány hosszú távú hatását, és nem biztosít statisztikai összehasonlítást a Fairtrade és a nem tanúsított termelők között. (Fairtrade International, 2019)

Összegzésként elmondható, hogy ez a globális tanulmány erős alapot biztosít a banántermelés külső költségeinek javításához. Rámutat arra, hogy a banántermelés jelentős társadalmi és környezeti külső költségekkel jár, a Fairtrade termelők pedig átlagosan alacsonyabb külső költségekkel dolgoznak. Az egész szektor tanulhat a jól teljesítő termelőktől a további fejlődés érdekében. Ezek az eredmények segíthetnek a szektornak egy fenntartható banántermeléshez vezető útvonal kialakításában 2030-ig. (Fairtrade International, 2019)

Egyre több vállalkozás, kormány és civil szervezet használja a termelés teljes hatásairól, köztük a külső költségekről és hasznokról szóló információkat a döntéshozatalban. A fogyasztók igénye a fenntarthatóbb banántermékek iránt szintén növekszik. Azonban a piacon tapasztalható átláthatóság és a külső költségekkel kapcsolatos ismerethiány, valamint ezek viszonya a kiskereskedelmi árakhoz, akadályt jelenthet a szektor fenntarthatóságának javításában. Eközben, mivel a szervezetek egyre inkább internalizálják a külső költségeket, a banánszektor reputációs kockázatokkal szembesülhet, amelyek befolyásolhatják az értékesítést. Ezért a banánszektor számára egyre inkább lehetőség nyílik arra, hogy átálljon a fenntarthatóbb termelésre, csökkentve a környezetre és a társadalomra gyakorolt negatív hatásokat, miközben csökkenti az internalizációs kockázatokkal szembeni kitettséget is. A szektor fenntarthatóság

iránti elköteleződésével megerősítheti működési engedélyét, mivel javíthatja az információáramlást a banántermelés legfontosabb hatásairól, a fenntartható termelési gyakorlatokról és a fejlesztési lehetőségekről. Ily módon a szektor javíthatja programjait, beruházásait és a kommunikációt az érintettekkel. (Fairtrade International, 2019)

Egy fenntartható banánszektor nem ró negatív hatásokat vagy külső költségeket a társadalomra. Ezeket a külső költségeket vagy "külső hatásokat" azoknak a költségekként definiáljuk, amelyeket a társadalomra ró a termelési, fogyasztási vagy befektetési döntések sorozata, amelyeket egyének, kormányok vagy vállalatok hoznak meg, és amelyekért ők maguk nem fizetnek (IMF, 2010). Egy klasszikus példa a negatív környezeti külső hatásra a fosszilis tüzelőanyagok égetése miatti légszennyezés, amely az áramtermelés során keletkezik. A légszennyezés káros hatással van a közelben élő közösségekre – növeli az egészségügyi költségeket és csökkenti a várható élettartamot a rossz egészségi állapot következtében –, de az áramtermelő vállalat nem fizeti meg ezeket a költségeket a közösségek számára. Ily módon a légszennyezés által okozott egészségügyi károk a villamosenergia-termelés külső költségeit képviselik. (Fairtrade International, 2019)

Egy másik példa a negatív társadalmi külső hatásra a munkavállalók egészségügyi és biztonsági kockázatoknak való kitettsége. Ha a munkások nem viselnek megfelelő védőruházatot és -felszerelést, nagyobb a foglalkozási balesetek és az ezekhez kapcsolódó sérülések kockázata. Az ilyen balesetek költségei növelik az egészségügyi költségeket, amelyeket a munkáltató nem mindig fedez, így a költség a munkavállalóra vagy tágabb értelemben a társadalomra hárul. Egy további példa az, amikor a munkáltató olyan alacsony béreket fizet, amelyek nem biztosítanak méltányos megélhetést, így negatív hatást gyakorolnak a munkavállaló és családja jólétére. (Fairtrade International, 2019)

4.4. A banánszektor külső költségei

Kutatási fókusz: A banántermesztés társadalmi és környezeti költségei négy ország ültetvényein és kisgazdaságaiban. (Fairtrade International, 2019)

Külső költség: A vizsgált országok átlagos külső költsége dobozonként 6,70 USD, amelyből:

- Társadalmi költségek: 4,00 USD (60%) – Legnagyobb részben a munkások elégtelen bére és a kis termelők alacsony jövedelme.
- Környezeti költségek: 2,70 USD (40%) – Legjelentősebb a területfoglalás, vízfogyasztás és az éghajlatváltozás.

Országokénti kiemelések:

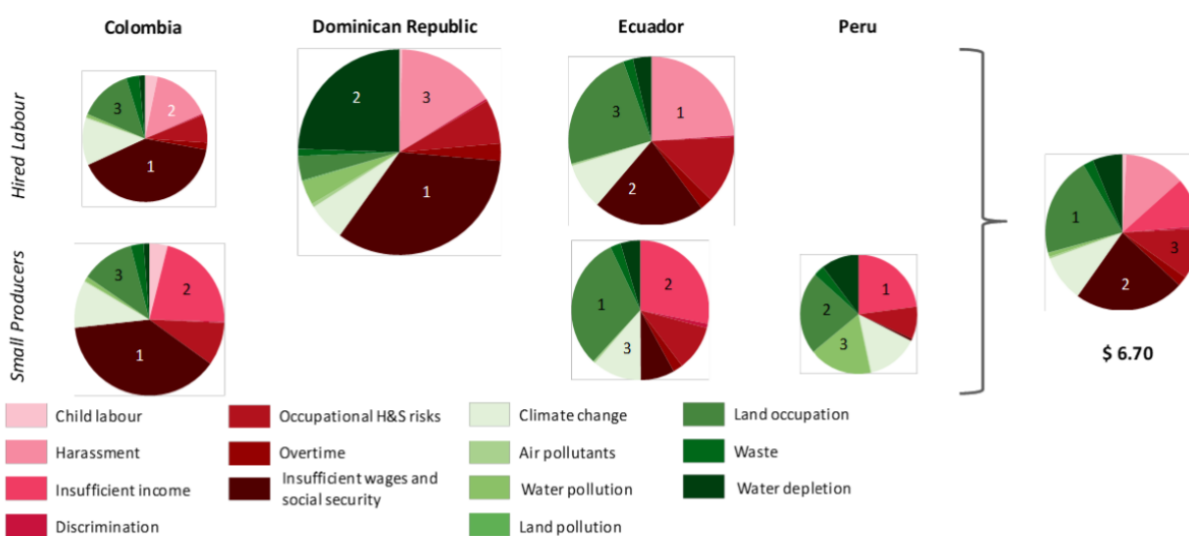
- Dominikai Köztársaság: Legmagasabb külső költség (11,59 USD), főként az alacsony bérek és magas vízfelhasználás miatt.
- Peru: Legalacsonyabb külső költség (3,94 USD), különösen a kis termelők esetében.

Legfőbb környezeti tényezők:

1. Területfoglalás: Az átlagos ökoszisztéma-értékek Kolumbiában (1 395 USD/ha) és Peruban (1 711 USD/ha) hasonlóak, de a Dominikai Köztársaságban lényegesen alacsonyabbak (727 USD/ha), míg Ecuadorban a legmagasabbak (3 126 USD/ha). Az átlagos hektáronkénti hozam is különbözik a termelők között: az ágazat esetében Kolumbiában maximum 1 975 doboz, Ecuadorban pedig minimum 1 627 doboz érhető el, míg a Fairtrade-termelők esetében 2 631 doboz (kolumbiai ültetvények) és 1 434 doboz (dominikai kis termelők) között mozog.
2. Éghajlatváltozás: Az éghajlatváltozást az energia és a műtrágya használatából származó közvetlen kibocsátások, valamint a talajból származó közvetett dinitrogén-oxid kibocsátások okozzák. Az energia és a műtrágya használatából származó közvetlen kibocsátások a termelési gyakorlatokkal kapcsolatosak, mint például az üzemanyag- és villamosenergia-használat, valamint az organikus és kémiai nitrogén műtrágyák alkalmazása. A talajból származó dinitrogén-oxid a legnagyobb tényező az éghajlatváltozás költségeiben, és összefügg a gazdaság termelési területével és a hozammal.
3. Víz kimerítése: A víz kimerítése a felszíni és a felszín alatti édesvíz források eltérítésével történik öntözési és banánfeldolgozási célokra. A víz kimerítésének külső költségeit az egyes országokban tapasztalható vízhiány, valamint az egy doboz banán termeléséhez felhasznált vízmennyiség határozza meg. A Dominikai Köztársaságban a legmagasabbak a vízkimerítés költségei a magas vízhiány és fogyasztás miatt. Kolumbia termelői átlagosan a leghatékonyabbak a vízfelhasználásban, őket követi Ecuador és Peru. A vízkimerítés külső költségei jelentős változatosságot mutatnak, elsősorban a vízfelhasználás különbségei miatt.
4. Egyéb környezeti és társadalmi költségek: A levegő és talajszennyezés, hulladék, valamint a munkavállalók egészségügyi és biztonsági kockázatai is hozzájárulnak a külső költségekhez.
5. Elégtelen bérek és társadalombiztosítás a munkások számára és elégtelen jövedelem a kis termelők számára: Ezek a költségek a megélhetési bér és a munkavállalónkénti bér, valamint a kis termelők háztartásonkénti nettó jövedelme közötti különbségből adódnak. A megélhetési bér legnagyobb tényezői az élelmiszer és a lakhatás költségei a

négy országban. Az egyes országok megélhetési jövedelmére vonatkozó részletes információk az 5. függelékben található.

6. Zaklatás: A szektor referenciaértékű ültetvényein dolgozó teljes munkaidős alkalmazottak zaklatása lehet verbális vagy fizikai, valamint szexuális vagy nem szexuális jellegű.
7. Munkahelyi egészségügyi és biztonsági kockázatok: Ezek főként a nem halálos és halálos balesetek hatásaiból adódnak. A banán dobozonkénti összköltség minden országban magasabb a halálos balesetek esetében, Kolumbiában például az összes munkahelyi egészségügyi és biztonsági költség 69%-át, míg Peruban 93%-át teszik ki. (Fairtrade International, 2019)



Total external costs

Costs per box of bananas		Colombia	Dominican Republic	Ecuador	Peru	Average	
Hired labour	Social costs	\$3.50	\$6.96	\$4.69	NA	Social	\$4.00
	Environmental costs	\$1.63	\$4.64	\$2.96	NA	Environmental	\$2.70
Small producers	Social costs	\$4.67	NA	\$2.70	\$1.28		
	Environmental costs	\$1.70	NA	\$2.70	\$2.66		

Top 3 largest external costs

Costs per box of bananas		Colombia		Dominican Republic		Ecuador		Peru	
Hired labour	1	Insufficient wages and social security	\$2.07	Insufficient wages and social security	\$3.90	Harassment	\$1.83	NA	NA
	2	Harassment	\$0.78	Water depletion	\$2.84	Land occupation	\$1.83	NA	NA
	3	Land occupation	\$0.71	Harassment	\$1.84	Insufficient wages and social security	\$1.66	NA	NA
Small producers	1	Insufficient wages and social security	\$2.45	NA	NA	Land occupation	\$1.67	Insufficient income	\$0.90
	2	Insufficient income	\$1.37	NA	NA	Insufficient income	\$1.52	Land occupation	\$0.89
	3	Land occupation	\$0.73	NA	NA	Climate change	\$0.62	Water pollution	\$0.69

5. melléklet: A szektor átlagos külső költségei és a három legnagyobb külső költség (dollárban) dobozonként a bérelt munkaerő és a kis termelők esetében, forrás: Fairtrade International, 2019

Az 5. melléklet részletezi, hogy hogyan oszlanak meg a külső költségek az egyes országokban. Összességében elmondható, hogy a tanulmány szerint a banántermelés átlagos külső költsége 6,70 USD dobozonként, amelyből a társadalmi költségek 4,00 USD-t, a környezeti költségek pedig 2,70 USD-t tesznek ki, így a társadalmi költségek meghaladják a környezeti hatásokat. A legjelentősebb társadalmi költségek az alacsony bérekből, a bérelt munkaerő hiányos társadalombiztosításából és a kistermelők alacsony jövedelméből származnak, amelyek a teljes költségek 33%-át képviselik, míg a zaklatás és a munkavédelmi kockázatok további 24%-ot tesznek ki. A környezeti költségek főbb elemei a földhasználat (21%), az éghajlatváltozás (10%) és a vízkészletek kimerítése (6%). (Fairtrade International, 2019)

5. A hűtőlánc fejlődése a banánszállításban

A hűtött konténer, más néven integrált hűtőkonténer, egy intermodális szállítástechnikai konténer, amelyet hőmérsékletérzékeny áruk szállítására használnak. A konténer hűtőegysége a rakománytartály belsejében található. A hűtött konténerek szárazföldön és tengeren egyaránt szállíthatók vonatokkal, teherautókkal és hajókkal. A hűtött konténerek három fő komponense a hűtőrendszer, a mikroprocesszoros vezérlő és a légkeringető rendszer (hűtött vagy fűtött levegő rendszer). A hűtőkonténer egy poliuretán szigeteléssel rendelkező fémdoboz, amelyhez egy elektromosan működtetett hűtőegység tartozik. A hűtőkonténerek mikroprocesszoros/adatgyűjtő funkcióval vannak felszerelve, amely vezérli a hűtőgép működését, dokumentálja a szállítás előtti ellenőrzéseket (rendszerkarbantartás és diagnosztikai ellenőrzések), valamint rögzíti a hőmérsékleteket és különböző eseményeket a szállítás során. (K. Brecht, A. Sargent, E. Brecht, Saenz, & Rodowick, 2019)

5.1. Hűtött tárolás, érési folyamat és hűtött raktározás

A megtermelt élelmiszertermékek hozzávetőleg egyharmada elvész a farmtól a vendéglátóig. E veszteségek jelentős része a nem megfelelő szállítási feltételeknek, különösen az ellátási lánc hőmérsékleti visszaéléseinek tudható be. Általában a hőmérsékleti problémák hatásai csak sokkal később válnak láthatóvá a láncban. (Jedermann, Praeger, & Lang, 2017)

A banán a leggyakrabban importált friss gyümölcs az európai piacokra. Ha a banánt szállítás közben helytelenül kezelik, az romlani kezd, és ennek következtében a gyümölcs kárba megy. Az ilyen veszteségek megállítása érdekében a Német Szövetségi Kutatási és Technológiai Minisztérium által finanszírozott projektkonzorcium kifejlesztette az „intelligens tárolót”. Az intelligens konténer egy vezetékek nélküli szenzorhálózatból áll a releváns adatok mérésére, egy úgynevezett teherfelügyeleti egységből, amely egy termékspecifikus eltarthatósági modell

segítségével számítja ki a tényleges eltarthatóságot, egy telematikai egységből és egy köztes szoftverből áll, amely a logisztikai folyamatokat az aktuális adatoknak megfelelően optimalizálja. Ebben a projektben a fő felhasználási eset a banán import forgatókönyve volt. Ennek a felhasználási esetnek a jellemzői a 13,9 °C-os (57 °F) hűtési hőmérséklet, amely a banán érésének megszakításához szükséges szállítás közben, valamint a hosszú szállítási idő Közép-Amerikából Európába, amely több mint 14 napig tart. Ez az intelligens konténer képes önállóan beállítani a hűtőegység megfelelő alapértékét, felismeri az áramellátási zavarokat és riasztásokat küld a felhasználóknak. Ezenkívül ez a konténer képes kiszámítani a rakomány zöld élettartamát. A rakomány állapotának ismerete számos lehetőséget teremt a logisztikai folyamatok optimalizálására. (Haass, Dittmer, Veigt, & Lütjen, 2015)

Először is, a rakomány állapotának figyelemmel kísérése lehetővé teszi, hogy a hosszabb eltarthatóságú banánokat távolabbi vásárlókhoz szállítsák, míg a rövidebb eltarthatóságúakat közelebbi célpontokra irányítsák. Ez csökkenti a banánvesztést, valamint a szállítási költségeket és a szén-dioxid-kibocsátást. (Haass, Dittmer, Veigt, & Lütjen, 2015)

Másodszor, amennyiben több intelligens konténer érkezik ugyanarról a gazdaságról, és romlást tapasztalnak a szállított banánoknál, az információt visszajuttathatják a gazdaságnak. Ez lehetővé teszi, hogy a gazdaság korábban betakarítsa a gyümölcsöt, így csökkentve a jövőbeli élelmiszer-vesztést, a szállítási költségeket és a szén-dioxid-kibocsátást. (Haass, Dittmer, Veigt, & Lütjen, 2015)

Végül, spontán érés esetén az Intelligens Konténer aktiválhatja a gyümölcs ellenőrzött érését etilén hozzáadásával. Így a banán közvetlenül a vásárlóhoz szállítható, megkerülve az érlelőközpontot, ami költségmegtakarítást és a szén-dioxid-kibocsátás csökkentését eredményezi. (Haass, Dittmer, Veigt, & Lütjen, 2015)

A raktárak jelentős szerepet játszanak a hűtőláncokban, akár csak a szokásos ellátási láncokban. Bár céljaik azonosak a hűtőláncok és a normál ellátási láncok esetében, a hűtőraktárak működése kifinomultabb, mivel az energiafogyasztás és a nem megfelelő körülmények között a termékek elavulása miatt az üzemeltetés költsége lényegesen magasabb. Az utóbbi időben óriási érdeklődés mutatkozott a hideg élelmiszer-ellátási lánc iránt, hogy csökkentsék a lánc mentén előforduló élelmiszer-pazarlást. Ezért a hűtőraktárak hatékony kezelése ebben az irányban fontos kérdéssé válik. A hűtőraktár tervezési és üzemeltetési követelményei eltérhetnek a hagyományos nem-hűtőraktárétól. (C., B.Y., & A.O., 2022)

A banánérlelő hűtőkamrák, más néven banánérlelő kamrák vagy banánérlelő helyiségek, speciális tárolóhelyek, amelyek a banán érési folyamatának szabályozására és felgyorsítására szolgálnak. A banánt általában akkor szüretelik be, amikor még zöld, és ellenőrzött érési

folyamaton kell keresztülmennie, hogy elérje a kívánt érettségi szintet, szint és ízt, mielőtt készen áll a fogyasztók számára történő kiosztásra. A beszállítók, a nagykereskedők és a kiskereskedők banánérlelő hűtőkamrákat használnak annak biztosítására, hogy a banán a kívánt érettségi szinten legyen elérhető a piacon, megfelelően a fogyasztói preferenciáknak és csökkentve a pazarlást. (Atlascool, 2023)

5.2. Hatékonysági elemzés

A betakarítás utáni osztályozás munkaerőköltségének korlátai és időhiányossága rámutat arra, hogy egyszerűsített és automatizált osztályozási folyamatokra van szükség az erőforrás-felhasználás optimalizálása és a mezőgazdasági ellátási lánc időben történő értékelésének felgyorsítása érdekében. Az automatizálás utóválogatásban és osztályozásban való alkalmazása jelentős idő- és erőforrás-megtakarítást eredményezhet. (Arunima, Gopinath, Lekshmi, & Esakkimuthu, 2024)

5.3. Idő- és költséghatékonyság

A közös rakterek kihasználása a meglévő hajóútvonalakon mind pénzügyileg, mind környezetileg hatékony megoldás a banánelosztásra. A figyelembe veendő alapvető tényezők közé tartozik az időben történő koordináció, a minőségbiztosítás és a tisztességes ártárgyalások az érték maximalizálása és a költségek minimalizálása érdekében. A hajózási útvonalak a teherhajók által használt víztesteken kialakított sávok. Ezeket a rögzített útvonalakat az évek során továbbfejlesztették, olyan tényezőkre összpontosítva, mint a távolság, a biztonság és a hozzáférhetőség, azzal a céllal, hogy megkönnyítsék az olyan termékek forgalmazását, mint a banán. Sok forgatókönyv esetén előfordulhat, hogy ezeken a teherhajókon van üres hely, amelyekért kifizették, de nem használják ki őket. (Lopez, 2024)

Költséghatékonny lenne megosztani ezeket a helyeket ahelyett, hogy bérelnék vagy vásárolnák egy teljes hajót banánszállításra. Ennek a megközelítésnek a használata jelentősen hozzájárul a szállítási költségek csökkentéséhez. Ezenkívül a megosztott rakterek nemcsak gazdasági előnyöket kínálnak, hanem egyensúlyt teremtenek a környezeti hatások között is, mivel a hajózás teljes szénlábnyoma megoszlik a különböző érdekelt felek között. (Lopez, 2024)

A dízelüzemű teherautók költséghatékonny választást jelentenek a banánforgalmazáshoz, köszönhetően nagyobb üzemanyag-hatékonyságuknak, innovatív tisztább technológiájuknak, nagy teherbírásuknak és hosszú távú tartósságuknak köszönhetően. Mivel a kiskereskedelmi árkülönbségek csökkennek, és a dízel nagy energiasűrűsége miatt kevesebb üzemanyag

megállásra van szükség, ezeknek a járműveknek az alkalmazása jelentős költségmegtakarítást, nagyobb hatékonyságot és gyorsabb szállítási időt eredményezhet, különösen, ha jövőorientált döntések születnek, mint például a biofogyasztásra való áttérés. dízel és befektetés a legújabb generációs, alacsonyabb károsanyag-kibocsátású dízeljárművekbe. (Lopez, 2024)

Az elektromos teherautók bevetése a termékek, különösen a banán helyi elosztására, költséghatékony és környezetbarát megoldást jelent az alacsonyabb működési és üzemanyagköltségek miatt. Annak ellenére, hogy olyan kihívásokkal kell szembenéznie, mint a töltőállomások elérhetősége, ez a megközelítés segít az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésében, és megvalósítható stratégiai tervezéssel, pénzügyi ösztönzőkkel és városfejlesztéssel. (Lopez, 2024)

A vasúti rendszerek használata a banán távolsági elosztására megbízhatóbb, költséghatékonyabb, és nagyobb mennyiséget is tud szállítani. Az olyan megfontolások azonban, mint az infrastruktúra, a távolsági költség és a szállítási szabályok, elengedhetetlenek a szállítási mód optimális alkalmazásához. (Lopez, 2024)

A technológia által támogatott útvonal-optimalizálási szolgáltatások költséghatékony, rendkívül hatékony szállítási megoldásokat tesznek lehetővé olyan iparágakban, mint a banánforgalmazás. Valós idejű nyomon követést, minimális üzemanyag-fogyasztást, fokozott vásárlói elégedettséget, valamint több átvételi és leadási pont rugalmasságát kínálják. (Lopez, 2024)

Az újra felhasználható csomagolási stratégiák – például a műanyag rekeszek használata – megvalósítása környezeti és pénzügyi előnyöket is kínál a fenntartható banánelosztáshoz, beleértve a hulladékcsökkentést és a költségmegtakarítást. Figyelembe kell venni a kulcsfontosságú szempontokat, például a minőséget, a rugalmasságot és a költségeket, valamint a technológia felhasználását a használati ciklusok nyomon követésére. (Lopez, 2024)

6. Technológiai innovációk a banán logisztikában

6.1. Automatizáció

Banánok betakarítása. A banán utólagos betakarításának minden műveletében a szedés és a szállítás a legnagyobb munkaintenzitású és a legmagasabb termelési költségekkel jár. A banán kézi betakarítása még mindig a hagyományos stádiumban van, ami komolyan hátráltatja a banánipar gépesítés, automatizálás és intelligencia irányába történő fejlődését. A banán a legnagyobb kereskedelmi volumenű gyümölcs, és a rizs, búza és kukorica után a negyedik élelmiszertermék a világon. Főleg trópusi és szubtrópusi területeken ültetik az északi 30° és a

déli 30° szélességi körök között, a keleti és nyugati féltekén, melynek ültetési területe és hozama tovább nőtt az elmúlt években. A társadalom fejlődésével és az urbanizáció kiépülésével egyre több fiatal munkás hagyja el a vidéket és özönlik el a városokba. Különösen a dombvidéki banánültetvényekben drasztikusan csökken a banántermesztéshez szükséges emberi erőforrás, a lakosság elöreged, a munkaerőköltségek pedig emelkednek. Ezért a banániparnak sürgősen át kell állnia az elmaradott hagyományos módról a fejlett modern módra. A banán utólagos betakarítása során a banánszedés és szállítás munkaigényes, és sok munkaerőt igényel. Mivel azonban a banángyümölcsök érzékenyek a mechanikai sérülésekre, valamint a banánültetvények földrajzi környezete stb., nagyon nehéz automatizálást és intelligenciát elérni a banánszedésben és –szállításban. Jelenleg a világ banánültetvényeiben a banánszedés, -szállítás és -kiadás műveletei általában az embereken egyszerű eszközökkel dolgoznak. A legtöbb fejlődő országban, ahol nagy mennyiségű banánt termesztenek, például Kínában, Brazíliában, Indiában, Ecuadorban, a Fülöp-szigeteken, egyes banánültetvényeket félig gépesített banánszedő és -szállító berendezésekkel látnak el. Míg egyes fejlett régiókban, így Európában és Ausztráliában, egyre több tudományos kutató alkalmazza az új technológiákat a mezőgazdasági mérnöki területeken, mint például a banánszedés és a szállítás terén, addig a banán utólagos betakarításának gépesítettsége nagyban befolyásolja a banán tárolását, frissen tartását. (Guo, Duan, Li, & Yang, 2020)

6.2. Frissességért versenyben

A tudományos kutatók megerősítése a banán utószüretelési technológiáinak kutatására és fejlesztésére, valamint a banánszedéshez, -szállításhoz és -leszállításhoz szükséges gyakorlati eszközök aktív gyártása hatékony módja a banániparnak a gépesítés és az intelligencia irányába történő erőteljes előmozdításának, ami szintén egy elkerülhetetlen fejlődő tendencia a banánszedés, -szállítás és -leadás jövőjében. A banán megjelenési minőségének és gazdasági értékének biztosítása érdekében a roncsolásmentes szedés technológiája volt a banán minőségének és a gazdasági előnyök javításának kutatási iránya. Az ausztráliai Queenslandben a munkások egy „banánhajlító” nevű berendezést használnak a banánszedés segítésére. Ez egy nyolc láb hosszú bot acél vonórúddal a felső végén; a magas horog az acél húzórúddal lefelé húzza le a vágott álszárat, az alacsony horog pedig az acél húzórúddal felfelé az ívelt pszeudoszár megtámasztására szolgál, ami lehetővé teszi a banánfürtök szedését 1,35 m magasságban. „A Nyugat-auztrál Mezőgazdasági Minisztérium banánszedő gépet tervez és gyárt”, és ezt a gépet kifejezetten banánszedésre tervezték. Az egész gép egy miniatűr mezőgazdasági vontató által vontatott pótkocsira van felszerelve. Főleg hidraulikus hajtású

manipulátorból, vágószerkezetből és a manipulátor végére szerelt vödör tartályból áll. Banánszedéskor a manipulátor a vödörtartályt és a vágót a megfelelő pozícióba mozgatja, majd levágja a banánfürt szárát. Miután a banánfürtöket bekapta a vödör konténerbe, a manipulátor összezsugorodik, és a banánfürtöket egy pótkocsira teszi. Ez a banánszedő nagymértékben csökkenti a dolgozók munkaintenzitását. (Guo, Duan, Li, & Yang, 2020)

6.3. Kötélpályás szállítás előnyei a banánfeldolgozásban

Amikor banánfürtöket szednek le a banánnövényekről, először a gyümölcsösök több helyhez kötött gyűjtőállomásaira kell szállítani, majd egységesen és tételesen a betakarítás utáni kereskedelmi feldolgozó műhelyekbe kell szállítani. Egyes országokban 1971 óta alkalmazzák a kötélpályás szállítási módot. A kötélpályás szállítás, lásd 6. melléklet, viszonylag fejlett félig gépesített szállítási mód.



6. melléklet Kötélpálya a banán ültetvényeken, Forrás: wellpack.org

Hasonló az erdészeti termelésben a fa szállítására használt kötélpályás légi szállítási módszerhez, amellyel hatékonyan elkerülhetők a mechanikai sérülések, például a banánfürtök szállítás közbeni ütései, zúzódásai és karcolásai. A konkrét módszerek a banánültetvényekben több folyamatos légi kötélpálya telepítése a feldolgozóhelyekre, a banánültetvény általános tervezésének és elrendezésének megfelelően. A kötélpályák lehetnek radiális vagy téglalap alakú hálók, ahol csigák vannak felszerelve. A munkás által levágott banánfürtöket kötéllel kötik össze, és a csigák kampóira akasztják. A szíjtárcsa egy ív által megtámasztott kötélpályán van felfüggesztve. A szíjtárcsákat egy merevítő rúd köti össze, amely biztonságos távolságot tarthat a banánfürtök között az ütközések elkerülése érdekében. Miután bizonyos számú

banánfűrtöt felakasztottak a kötélpályákra, a dolgozók a feldolgozóhelyekre hurcolják azokat. A teljes szállítási folyamat során a banánfűrtök nem érintik a talajt, ami hatékonyan csökkenti a mechanikai sérüléseket, javítja a munka hatékonyságát, növeli a banán kereskedelmi értékét és javítja a banánipar gazdasági előnyeit. (Guo, Duan, Li, & Yang, 2020)

A kötélpályák alapvetően három típusra oszthatók: alátámasztott szállítókötélpálya, nem alátámasztott szállítókötélpálya és kábelszállító kötélpálya. A megtámasztott szállítókötélpálya horganyzott csövet alkalmaz tartórúdként, és kerek acélokat hegeszt függőgörgőként. Jellemzői a nagy szállítási mennyiség, az alacsony kézi húzóerő és a nagy szállítási hatékonyság. A sínek összeillesztése egyszerű, a banánültetvényekben könnyű a közlekedési hálózat kialakítása. Ezt a fajta szállítókötélpályát főleg a Fülöp-szigeteken nagy gyümölcsösökben használják. A nem alátámasztott szállítókötélpálya függőgörgőként közvetlenül köracélt használ, a szállítási térfogat közepes. Segédsínekre van szükség ahhoz, hogy a banánültetvényekben egy közlekedési hálózatba illeszkedjenek. Főleg Amerika nagy gyümölcsöseiben használják. A kábelszállító kötélpálya a csigát közvetlenül az acélkábelre kell akasztani, kis szállítási térfogattal, nagy kézi húzóerővel, alacsony hatékonysággal és nehéz kötélpálya illesztéssel, ami megnehezíti a banánültetvény szállítási hálózatának kialakítását. Főleg nagy gyümölcsösökben használják Ausztráliában. (Guo, Duan, Li, & Yang, 2020)

6.4. Okosbanán: IoT nyomon követés a szállítmányozásban

A fenntartható mezőgazdasági gazdálkodás a természet megőrzésének módja a jövő nemzedék alapvető szükségleteinek veszélyeztetése nélkül, miközben a gazdálkodás hatékonyságát is javítja. Az intelligens gazdálkodás alapvető vívmányai a fenntartható mezőgazdaság szempontjából a vetésforgó, a növények tápanyaghiányának szabályozása, a kártevők és betegségek elleni védekezés, az újrahasznosítás és a vízgyűjtés, ami egy általánosan biztonságosabb környezethez vezet. Az Internet of Things (IoT) egy új technológia, amely lehetővé teszi az eszközök távoli csatlakozását az intelligens gazdálkodás elérése érdekében. Az IoT az egészségügytől, a kereskedelemtől, a kommunikációtól, az energiától és a mezőgazdaságtól kezdve az iparágak széles körére kezdett hatni, hogy javítsa a hatékonyságot és a teljesítményt az összes piacon. A jelenlegi alkalmazások tájékoztatást nyújtanak az IoT hatásairól és gyakorlatairól, amelyeket még be kell tartani. A technológiák fejlődését figyelembe véve azonban elképzelhető, hogy az IoT-technológiák a gazdálkodás számos tevékenységében döntő szerepet töltenek be, mint például a kommunikációs infrastruktúra hasznosítása, adatgyűjtés, okos objektumok, szenzorok, mobil eszközök, felhő alapú intelligens információk, döntéshozatal, és a mezőgazdasági műveletek automatizálása. Az IoT technológia

figyeli a növényeket és az állatokat, és távolról is lekéri az információkat a mobiltelefonokról és eszközökről. Az érzékelők és műszerek lehetővé teszik a gazdálkodók számára az időjárás felmérését és a termelési szintek előrejelzését. Az IoT minden eddigénél nagyobb szerepet játszik a vízgyűjtésben, az áramlási mennyiség monitorozásában és szabályozásában, a növények vízigényének felmérésében, a betáplálás idejének és a vízmegtakarításban. A növények egészségét számos tényező befolyásolja, mint például a talaj nedvességtartalma, a tápanyagok elérhetősége, fénynekkel való kitettség, páratartalom, valamint a csapadék mennyisége és levelek színe stb. Különböző érzékelőket használnak számos paraméter érzékelésére. Ha átlépnek egy küszöböt, az érzékelő érzékeli a változásokat, és továbbítja azokat a mikrokontrollernek, hogy elvégezze a szükséges műveleteket, amíg a paraméter vissza nem tér az optimális szintre. A hőmérséklet-, páratartalom-, talajmintázat-figyelést, légáramlás-érzékelőt, hely-, CO₂-, nyomás-, fény- és nedvességérzékelőket általában az érzékelési technológiákban használják. (Dhanaraju, Chenniappan, Ramalingam, Pazhanivelan, & Kaliaperumal, 2022)

Az ausztráliai Queenslandben található Bartle Frere Bananas celluláris és rádiófrekvenciás azonosításon (RFID) alapuló Internet of Things (IoT) technológiát alkalmaz farmja fenntarthatóságának, valamint az átláthatóság javításának érdekében. A Hitachi Vantara által biztosított megoldás mesterséges intelligenciát (AI) alkalmaz az érzékelőkről és RFID-címkékről rögzített adatokra, hogy kezelje a banánültetvény (vagy karám) körüli körülményeket és a teljes ellátási láncot. A Bartle Frere Bananasnál az IoT-érzékelő adatai nyomon követik a nedvesség- és nitrátszinteket, míg a banánfürtökön lévő RFID-címkék figyelik a gondozásukat, a betakarítást, a válogatást és a szállítást. A cél a termelékenység javítása – mondja Gavin Devaney, a cég tulajdonosa és ügyvezető igazgatója, miközben csökkenti a költségeket és minimalizálja a környezeti lábnyomát. A Cat M1 cellás IoT technológia szolgáltatja az adatokat a felhőnek, míg az UHF RFID címkéket kézi olvasók olvassák. A cég évente mintegy 250 000 15 kilós kartondoboz gyümölcsöt állít elő, ennek 60 százalékát az Aldi szupermarketek szállítják. A többi gyümölcsöt felosztják a Woolworths, Coles és egy nyílt piac között, ahol a viszonteladók zöldségboltoknak vagy független élelmiszerboltoknak vásárolnak gyümölcsöt. A farm az ausztráliai Nagy Korallzátony közelében található, amely érzékeny a mezőgazdasági területekről kiszivárgó szennyező anyagokra. A vállalat ezután újabb lépést tett egy RFID-pilóta program elindításával, amellyel nyomon követheti a gyümölcsöt a teljes ellátási láncban. Az összes összegyűjtött adatot a Hitachi Lumada Manufacturing Insights szoftvere kezeli. (Starport Technologies, 2022)

A nitrát-érzékelők nemcsak a vízelvezetést, hanem a műtrágya felhasználását is követik az ültetvény egyes szakaszaiban. A napenergiával működő érzékelők él-számítástechnikát alkalmaznak, hogy figyeljék és jelentést készítsenek a műveletek vízelvezető csövein keresztül az óceánba torkolló folyórendszeren keresztül érkező nitrát mennyiségéről. (Starport Technologies, 2022)

A Hitachi IoT-érzékelőket telepített a farmra, hogy segítse a vállalatot termelékenységének és hatékonyságának javításában. A rendszer nedvességérzékelőket tartalmaz, amelyek érzékelik az öntözés szintjét, valamint azt, hogy mikor lehet szükség további öntözésre, és ha fennáll a túlóntözés veszélye. Legfeljebb hat érzékelő csatlakozik egy átjáró csomóponthoz, amely Cat M1 mobilkapcsolaton keresztül továbbítja az adatokat a szoftvernek. A vállalat az átláthatóságra és a nyomon követhetőségre törekedett az ültetvénytől a tányérig, ezzel is növelve a fogyasztói bizalmat. (Starport Technologies, 2022)

Az RFID-rendszert eddig egy kísérlet részeként használták. A banánüzemnél kezdődik, ahol a gazdaság nyomon kívánja követni az egyes telephelyeken végzett vegyszeres kezeléseket, majd összekapcsolja ezeket az adatokat minden egyes banánfürttel, amint az a bolt felé halad. Egy egyedi azonosítószámmal kódolt passzív UHF RFID címke egy zacskóhoz van rögzítve, amelyet a betakarítás előtt a köteg fölé helyeznek. Ez a zacskó körülveszi a banánt a saját elgázosító részében, ami megkönnyíti az érési folyamatot. Az alkalmazottak kézi leolvasókat használnak az egyes csomók címke azonosítóinak lekérdezésére, és a GPS-alapú hely a szoftverben ezekhez a banánokhoz kapcsolódik. A címkeazonosító összekapcsolható más részletekkel is, például az adott növényre kijuttatott műtrágyával, valamint az ültetvény azon részének öntözési adataival. Amikor a banánt betakarítják, a címke újra beolvasásra kerül, hogy létrehozza az esemény dátumát a szoftverben. Ezután a címkét még egyszer lekérdezik, miközben szétválogatják és kartondobozokba csomagolják. Az azonosító szám egy szabályozott hőmérsékletű tartályhoz kapcsolódik, amelyet a gyümölcs elosztóközpontba történő szállítására használnak. (Starport Technologies, 2022)

7. Fenntarthatóság

7.1. Újrahasznosított csomagolások

A csomagolóanyagok kiválasztása fontos a banán fizikai védelmének tanúsításához, és az anyagoknak tartósnak kell lenniük, de lehetővé kell tenniük a levegő keringését is, hogy megakadályozzák a nedvesség felhalmozódását. A gyümölcs betakarítás utáni gondos kezelése megakadályozza a fizikai sérüléseket, például ütéseket, karcolásokat, leeséseket és

héjsérüléseket, amelyek felgyorsítják az érést és csökkentik a termék élettartamát. Egy vizsgálatban egy úgynevezett giberilsavat alkalmaztak érésgátló szerként. A csomagolás elkerüli a túlzott összenyomást, és elszigeteli a gyümölcsöt a közvetlen napfénytől, valamint egyéb környezeti tényezőktől, amelyek negatívan befolyásolhatják a minőségét. Párnák, csomagoló- vagy abszorpciós anyagok, kartondobozok vagy műanyag tányérok használatával megóvják a gyümölcsöt a mechanikai sérülésektől, miközben fenntartja a jó levegőkeringést, ami hozzájárul az élettartam meghosszabbításához és a súlyvesztés csökkentéséhez. A csomagolási méretnek alkalmasnak kell lennie arra, hogy a fürtök legfeljebb négy sorban elhelyezkedjenek anélkül, hogy megfelelő elrendezésben összenyomnák őket, hogy elkerüljék a zúzódási sérüléseket a szállítás során, ezért tárolásuk a hőmérséklet és a relatív páratartalom szempontjából megfelelő körülmények között történik. (Wellpack)

A csomagolóanyagoknak újrahasznosítottnak vagy biológiailag lebomlónak kell lenniük a környezetre gyakorolt hatás csökkentése és a telephely biológiai sokféleségének megőrzése érdekében. A legújabb kutatások a lignocellulóz-maradványok ökológiai másodlagos csomagolások előállításában való felhasználásával kapcsolatosak, olyan eljárások keresésében, amelyek kókusz, banán és rizs felhasználásával tiszta és barátságos termékeket állítanak elő, biztosítva a körforgásos gazdaságot e csomagok gyümölcsön történő felhasználásával.

Ma a fókusz a fenntartható és intelligens megoldásokról szól, ezért az újrahasznosítható termékek egyre népszerűbbek. Ezért a latin-amerikai országok újra felhasználható banán ládákat és megbízható banáncsomagolást igényelnek a gyümölcs exportálásához. (Wellpack)

7.2. Az újra felhasználható műanyag banán ládák előnyei

2022-ben a Z Generáció teszi a világ népességének mintegy 40% -át. Ez a generáció már környezettudatosabb és szívesebben választja a bio élelmiszereket és a fenntartható életmódot. Valamint hozzájárul a távolsági szállítás stabilitásához, valamint minimálisra csökkenti a gyümölcs károsodását, mert a korai érésű banánoknak kiváló szellőzést és biztonságos, gazdaságos tárolást biztosít. A kiváló minőségű tiszta banán csomagoló doboz költséghatékonyságot biztosít, nem beszélve arról, hogy a visszaváltható műanyag rekeszek az optimális védelmet nyújtják és sok éven keresztül lehet használni, 20-120-szor életciklusa alatt. Ez lehetővé teszi a költségmegtakarítást az ellátási láncban az egyszeri felhasználású tárolódobozokhoz képest. (Wellpack)

Egy másik előnyt jelent az ökohatékonyság. A csomagoló anyag használata kevesebb vizet, kevesebb üzemanyagot és kevesebb energiát fogyaszt a kartondobozok használatáénál. 100%

újrahasznosítás, újra használható csomagolási megoldások már a gyártási szakaszban hozzájárul az ökohatékonysághoz, különösen az egyszer használatos alternatívákhoz képest.

Az RPC műanyag ládák speciális tisztítása is nagyon nagy előnyt jelent, hiszen megtisztítják a tárolódobozokat a szennyeződésektől, kártevőktől és a gyümölcsbaktériumoktól. A fertőtlenítés fejezi be a folyamatot. Ez a minőségbiztosítási folyamat biztosítja azt, hogy a gyümölcs minősége ezekben a RPC dobozokban hosszú távon, akár távoli utazások során biztonságosan tárolható és szállítható. (Wellpack)

8. Főbb megállapítások

A banán kulcsszerepet játszik a mezőgazdasági rendszerekben, hiszen tápláló élelmiszer biztosít, valamint gazdasági és társadalmi jelentőséggel bír. A banántermesztés számos kihívással néz szembe, például a Sigatoka- és Panama-kórral, amelyek komoly gazdasági következményekkel járnak. A fenntartható termelés érdekében elengedhetetlen az integrált védekezési intézkedések alkalmazása és a rezisztens fajták kifejlesztése. A kutatás és a technológiai fejlesztések folytatása, valamint a helyi közösségek bevonása szintén kulcsfontosságú a termesztési gyakorlatok optimalizálásában. A kihívások ellenére a banántermelés továbbra is jelentős szerepet játszik a globális élelmiszerellátásban. (Wellpack)

A globális banánipar komplex és dinamikus, ahol a logisztika elengedhetetlen a hatékonyság és a jövedelmezőség biztosításához. A termelési és piaci kihívásokra adott gyors és hatékony válaszok, valamint a rugalmas logisztikai stratégiák alkalmazása nélkülözhetetlen a versenyképesség fenntartásához. A logisztikai lánc optimalizálása érdekében a szereplőknek folyamatosan figyelemmel kell kísérniük a piaci trendeket és a környezeti hatásokat. (Wellpack)

A tanulmány rávilágít a banántermelés jelentős külső költségeire, és arra is, hogy a Fairtrade termelők alacsonyabb költségekkel dolgoznak, mint a szektor átlaga. A szektornak lehetősége van arra, hogy a fenntarthatóbb termelés irányába mozduljon, csökkentve ezzel a társadalmi és környezeti terheket. A vállalatok és a kormányok a külső költségek információit felhasználva hozzák meg döntéseiket, és a fogyasztói igények is egyre inkább a fenntarthatóság irányába terelik a piacot. A banánszektor elköteleződése a fenntarthatóság mellett nemcsak a reputációs kockázatok csökkentésére, hanem a működési engedélyének megerősítésére is kedvező hatással lehet.

A hűtött konténerek fejlődése kulcsszerepet játszik a hőmérsékletérzékeny áruk, így a banán hatékony szállításában. Ezek a konténerek hűtőrendszert, mikroprocesszoros vezérlést és légkeringető rendszert tartalmaznak, amelyek segítenek fenntartani a szükséges hőmérsékletet. Az intelligens tárolók és hűtőraktárak alkalmazása csökkentheti a pazarlást, lehetővé téve a

termékek állapotának nyomon követését és az érési folyamatok optimalizálását. Az automatizálás, a közös rakterek kihasználása, valamint a korszerű szállítási technológiák, mint az elektromos teherautók, hozzájárulnak a költségek és a szén-dioxid-kibocsátás csökkentéséhez. A hűtőlánc hatékony kezelése elengedhetetlen a banán szállításának javításához, a költségek minimalizálásához és a környezeti hatások csökkentéséhez. A banánlogisztikában alkalmazott technológiai innovációk, mint az automatizálás, a kötélpályás szállítás és az IoT-alapú nyomon követés, jelentős előnyöket kínálnak a frissesség megőrzésében és a munkaerő hatékonyságának növelésében. Az automatizálás csökkenti a munkaerő iránti igényt, ami különösen fontos a fiatal munkavállalók városokba való elvándorlása miatt. Ugyanakkor a banán érzékeny a mechanikai sérülésekre, ami kihívások elé állítja a gépesítést. A kötélpályás szállítás segít megelőzni a gyümölcsök sérüléseit, míg az IoT-technológia átláthatóságot biztosít az ellátási láncban, növelve ezzel a fogyasztói bizalmat. A technológiai átállás kockázatai között szerepelnek a magas kezdeti beruházási költségek, a megfelelő infrastruktúra kialakításának szükségessége, valamint a munkavállalók képzése és a meglévő munkafolyamatok átalakítása. Emellett a technológiai innovációk folyamatosan fejlődnek, így a piaci alkalmazkodás és a versenyképesség megőrzése érdekében a vállalatoknak proaktívan kell követniük a legújabb fejlesztéseket. A banáncsomagolás fenntarthatósága kulcsfontosságú a gyümölcs minőségének megőrzésében és a környezeti hatások csökkentésében. Az újrahasznosított és biológiailag lebomló csomagolóanyagok alkalmazása nemcsak a körforgásos gazdaságot támogatja, hanem a gyümölcs fizikai védelmét is javítja. Az újrahasználatos műanyag ládák költséghatékonyabb megoldást kínálnak, mivel hosszú távon csökkentik a hulladékot és a szállítási költségeket, miközben fenntartják a gyümölcs minőségét. Ugyanakkor a piaci elfogadás kérdése kihívást jelenthet, mivel a fenntartható csomagolóanyagok széles körű elterjedése nem garantált. Az újrahasználatos ládák kezdeti költségei magasabbak lehetnek, és gyártásuk bonyolultsága is jelentős erőforrást igényelhet. Továbbá a technológiai fejlesztések szükségessége és a hosszú távú hatások nyomon követése fontos, de időigényes folyamatokat jelenthet a fenntarthatósági célok eléréséhez.

9. Várható trendek a banán szállítmányozásában

A banánipar logisztikai jövője sokféle lehetőséget kínál, amelyek a fenntarthatóság, a technológiai fejlődés és a piaci igények változásainak figyelembevételével formálódnak. Az iparág jövője szoros összefüggésben áll a környezeti hatások csökkentésével, a termelési és

szállítási költségek optimalizálásával, valamint a globális élelmiszerellátás kihívásainak kezelésével.

A jövőbeli banánlogisztikában kiemelt szerepet kaphat a fenntarthatóság. A környezeti hatások csökkentése érdekében a szállítmányozási folyamatok optimalizálása elengedhetetlen. Az újra használható és biológiailag lebomló csomagolóanyagok bevezetése, a hűtött konténerek energiahatékony használata, valamint a zöld szállítási megoldások, mint például az elektromos teherautók, mind hozzájárulhatnak a karbonlábnyom csökkentéséhez. A vállalatok számára fontos, hogy egyre inkább figyelembe vegyék a fenntarthatósági szempontokat a termelési és logisztikai döntéshozatal során.

A technológiai innovációk, mint az automatizálás, az IoT-alapú nyomon követés, és a mesterséges intelligencia alkalmazása, jelentősen átalakíthatják a banánipar logisztikáját. Az automatizált raktárkezelési rendszerek és a drónos szállítások gyorsabbá és hatékonyabbá tehetik a logisztikai folyamatokat, míg az IoT technológiák segítségével a termékek állapota valós időben nyomon követhető, ami növeli a frissességet és a fogyasztói bizalmat.

Bár a jövőbeli lehetőségek izgalmasak, a banánipar logisztikai fejlődése előtt számos kihívás áll. A piaci igények gyors változása, a globális kereskedelmi feltételek instabilitása, valamint a munkaerőhiány mind olyan tényezők, amelyek befolyásolják az iparág fejlődését. A cégeknek alkalmazkodniuk kell a változó környezethez, és proaktívan kell keresniük az új megoldásokat. Az innovatív megoldások, mint például a közös rakterek használata, a kötélpályás szállítás és az intelligens tárolási rendszerek nemcsak a költségeket csökkenthetik, hanem hozzájárulhatnak a munkaerő hatékonyságának növeléséhez is. Ezen megoldások alkalmazása javíthatja a termékek szállításának sebességét és csökkentheti a környezeti hatásokat.

A fogyasztói igények is folyamatosan fejlődnek. A vásárlók egyre inkább tudatosan keresik a fenntartható és etikus forrásból származó termékeket. A banánipar szereplőinek érdemes figyelembe venniük ezeket a változásokat, és a logisztikai folyamatokat úgy alakítaniuk, hogy a termékek megfeleljenek a vásárlói elvárásoknak. A fenntarthatóság iránti elköteleződés nemcsak a termékek értékesítését növelheti, hanem hozzájárulhat a márka reputációjának javításához is.

A banánipar logisztikai jövője tele van lehetőségekkel, amelyek a fenntarthatóságra, a technológiai innovációra és a piaci igényekre építenek. A kihívások ellenére, a vállalatok számára adott lehetőségek kihasználása nemcsak a versenyképesség megőrzését, hanem a környezeti hatások csökkentését is szolgálhatja. A jövő fenntartható és hatékony banánlogisztikája már most kezd formálódni, és az iparág szereplői számára elengedhetetlen, hogy proaktívan alkalmazkodjanak a változásokhoz.

Irodalomjegyzék

- Americold. (2021. Április 21). *Going Bananas: A look at the supply chain for the most consumed fruit*. Forrás: <https://blog.americold.com/blog/going-bananas-a-look-at-the-supply-chain-for-the-most-consumed-fruit>
- Arunima, P., Gopinath, P. P., Lekshmi, P. G., & Esakkimuthu, M. (2024). Digital assessment of post-harvest Nendran banana for faster grading: CNN-based ripeness classification model. In *Postharvest Biology and Technology*. Elsevier.
- Atlascool. (2023). Forrás: Atlascool: <https://www.atlascool.com/portfolio/banana-ripening-cold-rooms/#1521621507565-ac0c23d5-89c0c36a-abea7272-9f8f>
- BananaLink. (dátum nélk.). Forrás: BananaLink: <https://www.bananalink.org.uk/projects/bananex/>
- C., Y., B.Y., E., & A.O., T. (2022). An Overview of Warehouse Operations for Cold Chain. 161-175. Springer, Cham.
- Claude Wilson, W. (1972). *Banana diseases including plantains and abaca* (Második kiadás. kiad.). London.
- Dhanaraju, M., Chenniappan, P., Ramalingam, K., Pazhanivelan, S., & Kaliaperumal, R. (2022). Smart Farming: Internet of Things (IoT)-Based Sustainable Agriculture. *Agriculture*.
- F. Morton, J. (1987). *Fruits of warm climates*. Miami, FL: Creative Resource Systems, Inc.
- Fairtrade International. (2019. Február 6). *The external costs of banana production: A global study*. Forrás: <https://www.fairtrade.org.pl/wp-content/uploads/2019/04/True-price-banana-study-full.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2003). *The World Banana Economy, 1985-2002*. Forrás: <https://www.fao.org/4/y5102e/y5102e00.htm>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014). Forrás: <https://www.fao.org/4/i3746e/i3746e.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). Forrás: Banana Market Review Preliminary results 2023: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/db25a6ba-e947-4755-b5f0-cb1ee643f266/content>
- Guo, J., Duan, J., Li, J., & Yang, Z. (2020. Március 9). *Agriculture*. Forrás: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/3/374#B17-agronomy-10-00374>
- Haass, R., Dittmer, P., Veigt, M., & Lütjen, M. (2015. Június). Reducing food losses and carbon emission by using autonomous control – A simulation study of the intelligent container. *International Journal of Production Economics*, 164, 400-408.

- Jedermann, R., Praeger, U., & Lang, W. (2017. December). Challenges and opportunities in remote monitoring of perishable products. *Food Packaging and Shelf Life*(14), 18-25.
- Juhász, L. (2015). 20-38. Nyugat.magyarországi Egyetem.
- K. Brecht, J., A. Sargent, S., E. Brecht, P., Saenz, J., & Rodowick, L. (2019. Április 26). *Protecting Perishable Foods During Transport by Truck and Rail*. Forrás: <https://www.fairtrade.org.pl/wp-content/uploads/2019/04/True-price-banana-study-full.pdf>
- Központi Statisztikai Hivatal. (dátum nélk.). Forrás: Központi Statisztikai Hivatal: https://www.ksh.hu/stadat_files/jov/hu/jov0026.html
- Lopez, E. (2024). *6 Cost-Effective Transportation Solutions For Banana Distribution*. Forrás: ProduceLeaders: <https://www.produceleaders.com/cost-effective-transportation-solutions-for-banana-distribution/>
- Port Economics Management and Policy. (dátum nélk.). *The Transport and Handling of Bananas*.
- Starport Technologies. (2022. Február 1). *IoT and RFID Manage Banana Farm, Supply Chain*. Forrás: <https://starporttech.com/blogs/news/iot-and-rfid-manage-banana-farm-supply-chain>
- Wellpack. (dátum nélk.). Forrás: Wellpack: <https://wellpack.org/hu/services/banana-csomagolastechnologiai-tamogatas/>
- World Banana Forum. (dátum nélk.). Forrás: <https://www.fao.org/world-banana-forum/en/>
- World Banana Forum (WBF). (dátum nélk.). *TR4 Global Network*. Forrás: <https://www.fao.org/tr4gn/about-the-tr4gn/en/>
- World Population Review. (dátum nélk.). Forrás: World Population Review: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/banana-consumption-by-country>