

Válasz

Szűcs István, az MTA doktora

Oláh Judit MTA doktori pályázatára készített opponensi véleményére

Először is megköszönöm Szűcs Istvánnak, hogy elvállalta a dolgozat bírálatát.

Örülök, hogy a témaválasztásomat aktuálisnak tartja, amit a globális gazdasági, társadalmi és környezeti változásokkal összefüggésben fellépő kihívások erősödése is alátámaszt. A dolgozatom összetett témaválasztását széleskörű tudományos tevékenységem indokolta.

Külön örömmel töltött el, hogy véleménye szerint a disszertációval jelentős új tudományos eredményeket tettem le az asztalra, valamint a dolgozatomban szereplő állításokat elfogadja.

Köszönöm összefoglaló megállapítását hogy a dolgozat és tézis formai kialakítása megfelel a tudományos művekkel szemben támasztott követelményeknek.

Köszönöm, hogy a téma célkitűzéseit jól átgondoltnak tartja, melyhez igazodik a szakirodalmi fejezet kellő mélységű feldolgozottsága. Valóban törekedtem arra, hogy minél szélesebb körben, elemző jelleggel tárjam fel ennek az új tématerületnek a sajátosságaira és lehetőségeire vonatkozó, szakirodalmi hátteret.

Külön örömmel és megtiszteltetéssel tölt el, hogy az eredmények értékelése fejezetet az értekezésem egyik legjobban sikerült részének tekinti, mely szervesen illeszkedik az értekezés többi fő fejezetéhez. Az opponensi vélemény megerősít abban, hogy sikerült az eredményeket jól és kellő részletességgel bemutatnom. Köszönöm, hogy a tudományos kutatás elveit követő, alapos, komplex és részletes vizsgálatként fogadja el a munkám eredményeit.

Örülök, hogy opponensem véleménye szerint összességében logikusan vázoltam fel az eredményekből levonható fontosabb következtetéseket, valamint azok gyakorlati hasznosíthatóságát. A megállapításaimat fontosak és hitelesek, jövőbe mutatók tartja.

Külön köszönöm, hogy opponensi véleményében kiemelte, hogy az átlagosnál több tudományos eredményt tartalmaz a dolgozat, ami a téma újszerű, multidiszciplináris megközelítésén túl a szakmai felkészültség érdeme is. A jelölt nemzetközi tudományos szerepvállalását összesítve egyértelműen kijelentette, hogy eddigi kutatói életpályája során jelentős mértékben hozzájárult a magyar tudományos kutatások külföldi megismertetéséhez, annak nemzetközi megítélését jelentősen javítva, nem kis részben az általa társszerzőként jegyzett nemzetközi kutatói együttműködésben megjelent tudományos közlemények útján.

Új és újszerű eredmények elfogadása és összefoglaló megállapítások részt kellően megalapozottnak tarja. A disszertációban bemutatott tudományos eredmények közül, lényegi megfogalmazásban öt új és újszerű tudományos eredményt fogadott el.

Opponensem a bírálataiban kettő kérdést fogalmazott meg.

1. Milyen a globális felmelegedés hatása az élelmiszer-termelésre?

A klímaváltozás és az extrém időjárási jelenségek, mint az aszályok vagy épp az árvizek már jelenleg is számos mezőgazdasági termés hozamának csökkenéséért felelősek. Az éghajlatváltozás negatív hatásai a jövőben tovább fognak erősödni, a globális felmelegedés és az ehhez történő alkalmazkodás mértékétől függően.

Az EU-ban és a világ számos országában a fenntarthatósági követelmények teljesítése egyre nagyobb szerepet kap a mezőgazdasági termelésben. Párhuzamosan kell megbirkóznunk az élelmiszer-, energia- és környezetbiztonságot érintő problémákkal. Ráadásul a világnépesség folyamatosan nő, ami klímaváltozás nélkül is rendkívül nehéz helyzetet teremtene az élelmiszer-termelésben. Az élelmezésbiztonsági szempontok ráadásul gyakran ellentmondani látszanak a természetes élőhelyek biodiverzitásának megőrzését célzó szempontoknak. A Föld népessége nemcsak nő, de az emberek táplálkozási szokásai is változóban vannak. Az emberek egyre több hús- és tejterméket fogyasztanak, aminek előállítása sokkal több földterületet igényel, mint ha ugyanannyi kalóriát növényi termények révén állítanánk elő. Az Európai Unió termőterületeinek kétharmadát már most is az állattenyésztés hasznosítja. Míg a népesség az előrejelzések szerint az évszázad közepére 25 százalékkal fog növekedni, az élelmiszer iránti kereslet 60 százalékkal fog emelkedni.

A Föld potenciális termőterületeinek nagysága korlátozott (még akkor is, ha nem vesszük figyelembe a természetes élőhelyek biodiverzitásának megőrzését célzó szempontot). Az előállított élelmiszer mennyiségének csökkentése nem járható út, mert veszélyeztetné az uniós és globális élelmezésbiztonságot, ráadásul növelné a globális élelmiszerárakat. Ez a világ minden részén számos csoport számára megnehezítené a megfizethető és tápláló élelmiszerekhez való hozzáférést.

Egyértelmű, hogy a világnak több élelmiszert kell előállítania, a legfontosabb erőforrások pedig korlátozottan állnak rendelkezésre. A mezőgazdaság nagy hatást gyakorol a környezetre és az éghajlatra. Sőt, az éghajlatváltozás kihat és továbbra is hatással lesz arra, hogy hol és mennyi élelmiszert lehet előállítani. Az éghajlatváltozás és a szűkös erőforrásokért folytatott verseny miatt a teljes élelmiszer-rendszer átalakul, miközben az erőforrások hatékony felhasználásával

folyamatosan csökken a mezőgazdasági termelés környezeti hatása, beleértve az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását is.

Úgy kell növelnünk a terméshozamot, hogy közben csökkentjük a mezőgazdasági inputoktól (műtrágya, vegyszerek, energia) való függőséget és az élelmiszerhulladék mértékét, valamint az erőforrásigényes és az üvegházhatású gázok intenzív kibocsátását előidéző élelmiszerek, például a hús fogyasztását. Tehát kevesebb inputtal kell többet termelni. A mezőgazdasági termeléshez szükséges inputok hatékonyabb hasznosítása mellett kiemelt szempont a hulladékok, a melléktermékek újrahasznosítása. A fenntartható intenzifikáció jelenti megoldást a mezőgazdasági termelésben, mert mezőgazdasági inputgazdálkodás hatékonyságának növelésével a fajlagos hozam és inputok közötti lineáris kapcsolat szétválasztható, tovább a fajlagos hozamnöveléssel csökkenti a fajlagos ÜHG-kibocsátás mértékét, sőt az így „megtakarított” földterületen hozzájárul a biodiverzitás növeléséhez (természetes élőhelyek helyreállítása). Az Európai Zöld Megállapodás szerint a fosszilis eredetű energiát és termékeket 2050-ig teljes egészében biomasszával helyettesítjük a körforgásos biomassza alapú gazdaság létrehozásával.

A klímaváltozás elsősorban a fejlődő országok élelmiszer-ellátását érinti, ahol továbbra is fő probléma az urbanizáció, a növekvő vízhiány és a technológiai lemaradás. A technológiatranszfer eddig nemigen nyújtott segítséget a fejlődő országoknak a megfelelő birtokméret és szakértelem hiánya miatt. A fejlődő országokban a vidéki lakosságnak hozzáférési lehetőséget kell adni a modern élet infrastruktúra-hálózatához, vagyis a közművekhez, egészségügyi ellátáshoz, villamosításhoz, oktatáshoz az életfeltételek javítása érdekében. Ebben a helyzetben a nettó agrárexportőr országoknak még több élelmiszert kell a nettó importőr országokba szállítani, hogy azok lakossága olcsó élelemhez jusson. Az utóbbi években az EU élelmiszergazdasági külkereskedelmi mérlege pozitív volt. Ugyanakkor az élelmiszerimport 70%-a a klímaváltozás által sújtott fejlődő országokból származik, ezért az importált élelmiszer drágulására számíthatunk. Továbbá az emelkedő hőmérséklet migrációval jár olyan országokban, ahol a gazdaságban a mezőgazdaság súlya meghatározó és a klímaváltozással hozamesökkenés várható. A klímaváltozás által kiváltott migráció tovább növeli a menekültválságot a már kialakított migrációs útvonalakon, ez pedig továbbra is kihívást jelent az EU-nak

2. Hogyan ítéli meg az alternatív fehérjeforrások fogyasztásának alakulását középtávon?

A világ népessége 2020-2050 között 7,8 milliárd főről közel 10 milliárd főre, vagyis 25%-kal bővül, ami az étrend változásával, azaz a magas hozzáadott-értékű élelmiszerek (pl. hús- és

tejtermékek) fogyasztásának növekedésével együtt értékben kifejezve 60%-kal növeli az ételmezszerigényt. Az emberi egészség és a környezet védelme érdekében indokolt változtatni az ételmezszer-fogyasztási szokásainkon is. Például célszerű csökkenteni az állati eredetű fehérjék fogyasztását, miközben új fehérjeforrások piaci bevezetése is felgyorsult.

A növekvő hústermelés feltétele a fehérjetakarmány előállításának bővülése. Ma a legfontosabb és legolcsóbb fehérjeforrás a szója. Európát különösen sújtja a takarmányfehérje függőség. A szója és szójaliszt nagyobb arányú kiváltásához nincs elégséges alternatív – növényi eredetű (olajnövény és fehérjenövény) és állati eredetű (halliszt, hús- és csontliszt) – fehérjeforrás a nemzetközi piacon. Szóba jöhet még az ipari melléktermék, a levélfehérje, az akvakultúra eredetű fehérjeforrás, a rovarfehérje, a mikrobiális fehérjeforrás és a szintetikus aminosav. A legújabb alternatív ételmezszerfehérje értékesítése is nő világszerte, mint a laboratóriumi hús vagy növényi eredetű vegahús előállítása.

Amennyiben az egyre növekvő húsfogyasztással már nem tud lépést tartani a haszonállattenyésztés, akkor a laboratóriumban előállított húsok is előtérbe kerülhetnek. Nagy technológiai áttörés kell az előállítás minden fázisában, hogy a laboratóriumi hús fogyasztói ára elfogadható legyen az állati eredetű fehérje részbeni kiváltásához. A sejtekből tenyésztett hús előállításának legismertebb vállalata az amerikai Memphis Meats és a holland Mosa Meat. Meg kell jegyezni, hogy a laboratóriumi hús gyorsan növekvő előállítása nagy energiaigénnyel is jár, így például a szénelapú tüzelőanyagok használatával nem csökkenne az ÜHG- kibocsátás. A laboratóriumi húsok előállítása tehát akkor jelenthet választ a környezeti problémákra, ha megújuló energiára váltanak ott, ahol a szénre alapozott energiafelhasználás dominál. A laboratóriumban tenyésztett hús fogyasztását jelenleg az EU tiltja (ahogy egyébként a klónozott állatokét is).

A világ ételmezési problémájához hozzájárulhat, ha egyre több fogyasztó a vegetáriánus étrendre térne át. Ugyanakkor gyorsan bővül a „vegahús” piaci bevezetése is. A laboratóriumi hústermelés mellett kizárólag növényi alapanyagokból (szója, borsó, búza, burgonya, kókuszolaj, cékla stb.) állítanak elő húsízű és -kinézetű vegahúst. A növényi alapú vegahús gyártása olcsóbb, mint az állati eredetű laboratóriumi húsé, ráadásul azokat a fogyasztókat is megnyerik, akik a húsfogyasztást vallási vagy lelkiismereti okok miatt utasítják el. A jövőben a vásárlók olcsóbban fognak hozzájutni az egyre inkább húsrá hasonlító növényi alapú fehérjéhez (ma még drágább a húsnál). Az igazi hús luxustermék lehet, a vegán hús fogyasztása pedig általánossá válhat. A növényi alapú fehérjék eladása az elmúlt években gyorsabban emelkedett (évi 8-10%-kal), mint a hagyományos húsé (évi 2-3%).

A kialakuló fehérjeválság korában az intenzív rovartenyésztés térnyerésével a rovarok takarmányozási célú hasznosítása és humán célú felhasználása is előtérbe került. A rovaripar Európában mára kiterjedt, exponenciálisan növekvő, innovatív iparág lett. Néhány rovarfaj takarmányozási célú felhasználása rovarliszt formájában a halak, illetve a háziállatok, kutyák, macskák, egyéb kisállatok etetésére szánt tápok, eledelök összetevője lehet az EU-ban.

A rovarlárvából származó készítmények meghatározott tenyésztési és elkészítési feltételek mellett biztonságosak, egészségesek és magas fehérjetartalmúak. A rovarlárvák széleskörű élelmiszeripari alkalmazása környezeti és gazdasági előnyökkel jár, ha a hagyományos állati fehérjeforrásokat olyanok helyettesítik, amelyek kevesebb takarmányt igényelnek, kevesebb hulladékot termelnek és kevesebb üvegházhatásúgáz-kibocsátást eredményeznek. Amikor rovarokból származó fehérjéről beszélünk, elsősorban szárított lárvákra kell gondolni, amelyek feldolgozás után fehérjeliszt formájában kerülhetnek a tápanyokra. Lárvából készült fehérjelisztet ma a közönséges lisztbogár, a házilégycsiga és fekete katonalégycsiga tenyésztésével állítanak elő. A szárított lárva (és rovar) elsősorban a ragadozó hal, a madár, a hal, a hüllő és a kétéltű takarmánykiegészítését szolgálja. Európában azonban rövid távon elképzelhetetlen a termelés gyors felfutása. Egyrészt azért, mert a rovarfehérje előállítására kifejezetten táptalaj- és munkaerő-igényes, másrészt pedig fejleszteni kell a gépesítést, a technológia fejlesztéséről nem is beszélve. Iparszerű termelés hiányában egyelőre nehéz rovarokból versenyképes fehérjeterméket gyártani.

Összességében megállapítható, hogy az ÜHG-kibocsátás és a vízfogyasztás jelentős mértékű csökkentéséhez szükség van az állati termékek iránt mutatkozó kereslet mérséklésére. Az állati fehérje hagyományos formáinak vannak olyan alternatívái, mint például a tengerekből, óceánokból származó élelmiszertermék, a laboratóriumban tenyésztett hús, illetve a rovarfehérje. A rovarok még mindig kuriózumnak számítanak a fogyasztók körében, főleg a szűkös kínálatnak és magas árnak köszönhetően. Mivel a rovarok biológiai adottságukból adódóan az egyéb állati fehérjék termeléséhez képest sokkal alacsonyabb inputfelhasználás és ÜHG-kibocsátás mellett állítanak elő egységnyi fehérjemennyiséget, így egyértelműen versenytársai lesznek a hagyományos gazdasági állattartásnak. Az alternatív fehérjék előállításának alacsonyabb lehet a környezetszennyező hatása a hagyományos állati eredetű termékek előállításához viszonyítva.

Az alternatív élelmiszerek fogyasztói elfogadottsága alacsony szintű, ezért további kutatásokra van szükség fogyasztásuk növeléséhez. További lehetőséget kínál a genomika tudományos eredményeinek felhasználása az állategészségügyben, az állattenyésztésben és a

növénytermesztésben, vagyis kiemelt jelentősége van a genomikai kutatások folytatásának a genetikai készletekben rejlő lehetőségek feltárása érdekében. De a precíziós mezőgazdaság elterjedése is sok lehetőséget kínál a termelékenység növelésére a gyorsan szűkülő természeti erőforrások tükrében. Ugyanakkor gyorsan terjed a vegetáriánus étrend, különösen a fiatal korosztály körében, de a laboratóriumi hús előállítása is mérsékelheti az állattenyésztésre nehezedő egyre nagyobb fenntarthatósági kritikákat.

Végezetül megköszönöm Szűcs Istvánnak a bírálat elkészítésébe befektetett gondos munkáját, a pozitív hozzáállást és az új tudományos eredményeim elfogadását.

Tisztelettel,

Debrecen, 2021. április 20.


Dr. Oláh Judit