



Szakértő munkatársunk írása
Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft.

A KLÍMAVÁLTOZÁS ÁLLAT- TENYÉSZTÉSI VONATKOZÁSAI VI.

MAGYARORSZÁG ÉGHAJLATÁNAK LEHETSÉGES JÖVŐBELI ALAKULÁSA ÉS ANNAK MEZŐGAZDASÁGI HATÁSAI (FOLYTATÁS)

Talajművelés

A talaj kulcsfontosságú szerepet tölt be a mezőgazdasági termelésben, a természet és a biológiai sokféleség megőrzésében, valamint az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásban. Komoly kihívást jelent azonban, hogy a hagyományos föld- és talajgazdálkodás bizonyos elemei épp e funkciókat veszélyeztetik. Az Európai Bizottság egy közleményben példaként említi erre a túl intenzív mezőgazdasági gyakorlat által előidézett talajromlást, a nehézgépek szakszerűtlen használatával járó talajtömörödést, a talaj szervesanyag-készletének és nedvességtartalmának csökkenését eredményező földművelési módszerek alkalmazását, a növényvédő szerek, gyógyszerek, műanyagok stb. miatti talajszennyezést, a biológiai diverzitás monokultúrák okozta csökkenését, valamint a földterületek termelésből való kivonását és elhanyagolását. A jövőben várhatóan egyre gyakoribbá váló aszályok, a kiegyenlítetlen csapadékviszonyok és a szélsőséges időjárási jelenségek tovább súlyosbíthatják majd ezeket a problémákat, veszélyeztetve a

talajkészletünket. A tartós szárazság elsősorban a helytelen talajművelés és -használat következtében leromlott állapotú (tömörödött, elporosodott, szerkezet nélküli), tápanyagokban elszegényedett talajokban okoz kárt, míg a jó kondíciójú talajok aszálytűrő képessége jobb. A kedvezőtlen szerkezetű, humuszban szegény, növénytakaróval nem fedett talajok felszínét a szél károsíthatja, termőrétegüket a hirtelen lezúduló csapadék elmoshatja, de akár pangó víz is kialakulhat az ilyen földeken. Talajaink védelme érdekében ezért a helyes talajgazdálkodásra kell törekednünk. A klímaváltozás káros hatásaihoz egyebek mellett ún. regeneratív mezőgazdasági módszerekkel alkalmazkodhatunk, melyek a talaj szerkezetének, kívánatos tápanyag-, levegő- és víztartalmának a helyreállítását, csapadékbefogadó és nedvességmegtartó képességének a javítását, szénmegkötő képességének a növelését, valamint a talajélet gazdagságának megővését és gyarapítását célozzák. Ezek közé tartozik a forgatás nélküli talajművelés a hagyományos szántásos talajművelés



helyett, a talajmeliorizáció, a tápanyagellátás optimalizálása, a különféle mikrobiológiai megoldások használata, valamint olyan növénykultúrák vagy kifejezetten talajtakarást szolgáló növények termesztése, melyek zöldfelülete mérsékli a talajkiszáradást és megakadályozza az eróziót. Mivel talajaink értékét mindinkább a vízkészletük határozza meg, elengedhetetlen, hogy az általunk választott talajművelési mód támogassa a vízbefogadást és -megőrzést csökkentve a vízveszteségeket, a technológiánk pedig a termőhelyi adottságokhoz és a növény igényeihez egyaránt igazodjon.

Megfelelő tápanyagellátás hiányában a termés mennyiségének és minőségének ingadozása kritikussá válhat. A túlságosan meleg, aszályos időszakokban azonban romlik a műtrágyák hasznosulása, és ha ilyenkor nagy mennyiségben, gyengébb talajokra juttatjuk ki őket, akkor a magas tápanyag-koncentráció akár terméseszköket is okozhat. A 2019 decemberében közzétett *európai zöld megállapodás* lényeges elemét képező **„A termelőtől a fogyasztóig” (Farm to Fork, F2F) stratégiában 2030-ig megvalósítandó célként szerepel a műtrágyahasználat 20%-os, valamint a talajba kerülő tápanyaginputok veszteségének és az antimikrobiális szerek alkalmazásának legalább 50%-os csökkentése a jelenlegi szinthez képest, hogy ezáltal is mérsékeljük a klímaváltozás hatásait és az üvegházhatású gázok (ÜHG-ok) kibocsátását.** A jövőben ezért a maihoz képest némiképp visszaszorul majd a műtrágyahasználat, és a tápanyag-

utánpótlásban nőni fog a szerves trágya aránya. Az utóbbi nemcsak a talajok megfelelő szerkezetének kialakításában játszik szerepet, de javítja azok tápanyag-gazdálkodását és növeli az „életerejüket” is a talajélőlények számára szükséges tápanyagok biztosítása révén. A műtrágyák használatához kötődően továbbra is fennmaradó ÜHG-kibocsátások csökkentését pedig olyan innovatív eljárások segíthetik, mint a kijuttatandó műtrágyaadagok meghatározása távérzékelési adatok felhasználásával készült hozamtérképek alapján.

Az időjárás hektikussága miatt egyes talajművelési és növénytermesztési munkák sokszor kitolódnak, vagy csak késve végezhetőek el. Az ezekhez köthető extra költségeket, veszteségeket csökkentheti, illetve a mezőgazdasági munkák megfelelő időzítését megkönnyítheti az agrometeorológiai információs rendszerekből származó, megbízható adatok használata.



Öntözés

Tudva, hogy hazánkban egyre inkább számolnunk kell az elégtelen csapadékmennyiség és az aszály okozta kihívásokkal, elengedhetetlen a felszíni és a felszín alatti víztározás, a vízgazdálkodás infrastrukturális hátterének fejlesztése, valamint ezek révén **az öntözött területek nagyságának növelése.** Az *„Együttműködésben a környezetünkért”* című, 2026-ig szóló 5. Nemzeti Környezetvédelmi Programban is nagy hangsúly helyeződik a vízkészletek aszályos időszakokra történő tározásának fontosságára, melyet többek között a racionális talajhasználat és agrotechnika, illetve a víztakarékos technológiák (például az öntözéses gazdálkodás keretében a felszíni vízkészlet igénybevételének vagy a víztakarékos öntözési rendszerek kiépítésének) elterjesztése is szolgál.

Az Agrárminisztérium adatai szerint Magyarországon abból a mintegy 175 ezer hektárból, ahol a gazdálkodók öntözési engedéllyel rendelkeztek, és a műszaki megoldások is adottak voltak, 2022-ben csak 87 ezer hektáron folyt öntözés. Ez az 5,3 millió hektárnyi mezőgazdasági terület kevesebb mint 2%-át teszi ki. Az öntözött területek több mint 80%-ban az Alföldre koncentrálnak. E tájegységen azonban például tavaly oly mértékben lecsökkent a talajvíz szintje az aszály miatt, hogy az ásott kutak egy része kiszáradt. A XXI. század további részére projektált éghajlati változásokkal számolva, elengedhetetlen az öntözési kapacitásaink bővítése, hogy az öntözött területeink aránya legalább a 9%-os európai uniós (EU-s) átlagot elérje. Az öntözőberendezések telepítésekor – a termőhelyi adottságok figyelembevételével – valamelyik



víz- és energiatakarékos, precíziós megoldást érdemes választani a rendelkezésre álló technológiák közül. A mezőgazdaság alkalmazkodóképességének erősítését és az öntözésfejlesztést célzó 2019. évi CXIII. törvény egy új jogszabályi kategóriát vezetett be, tekintettel az öntözéses gazdálkodás nagy beruházásigényére és magas üzemeltetési költségére. Ez az **önkéntes együttműködésén alapuló öntözési közösség**, amely többféle támogatás igénybevételét teszi lehetővé.

A 2022. évi aszály és az energiaköltségek drasztikus emelkedése miatt a kormány – idén áprilisban tett bejelentése szerint – **a vízügyi igazgatóságok által nyújtott öntözővizet 2023-ban ingyenessé teszi**. Így a vízdíj gyakorlatilag eltörlésre kerül azon gazdálkodók számára, akik az öntözővizet közvetlenül a vízügyi igazgatóságoktól vásárolják. Az öntözési költség ugyanakkor a felhasznált víz ára mellett más helyi szolgáltatásokért fizetett díjakat is magában foglal. A szaktárca ezért arra törekszik, hogy 2023-

ban e szolgáltatások ára is alacsonyabb legyen. A kedvezmény a felszíni vizek felhasználására vonatkozik, és azokat a termelőket érinti, akik nem fúrt kútból, hanem folyóból vagy csatornából öntöznek. A kormány a vízszolgáltatási alapidíj felét már eddig is átvállalta a termelőktől, idén azonban az alapidíjat és a változó vízdíjat sem kell kifizetni. Ezzel egyben kiegyenlítettébbé válnak az ország különböző pontjain gazdálkodók közötti versenyfeltételek is.



Állattartás

Aligha kétséges, hogy a klímaváltozás az állattenyésztési ágazatot, az állati termékek előállítását is befolyásolni fogja, fokozva ezzel az állattartás kihívásait. Leghatékonyabban a zárt termelési rendszerekben tudjuk kontrollálni a kedvezőtlen időjárási hatásokat, melyekre az intenzíven tartott, nagyhozamú fajták jóval érzékenyebbek, mint az extenzív vagy félintenzív fajták. A gazdasági haszonállatokat különösképpen a magas relatív páratartalommal párosuló hőség és a hideg, szeles idő viseli meg. Ezek közül főleg az előbbi előfordulási gyakorisága fog növekedni az éghajlatváltozás következtében. Ha a hőmérséklet meghaladja az állatok termoneutrális zónájának felső értékét, akkor romlik a komfortérzetük, csökken az aktivitásuk és az étvágyuk (a kisebb mértékű szárazanyag-felvétel fokozza a zsírmobilizációt, valamint emeli az állategészségügyi problémák kockázatát), nő a vízfogyasztásuk, fokozódik a verejtékezésük, gyengül az ellenállóképességük, és rosszabbak lesznek a szaporodásbiológiai mutatóik. Tejelő tehenek esetén a kevesebb takarmány és a több víz felvételének, a verejtékezés okozta nagyfokú nátriumleadásnak, valamint a szén-dioxid fokozott kilihegésének hatására megváltoznak a bendőbeli fermentációs folyamatok, alacsonyabbá válik a tej zsír- és fehérjetartalma. Az idősebb vagy a beteg egyedeket súlyosabban érinti a hőstressz,

így emelkedik az elhullások száma. A túlságosan magas hőmérséklet és páratartalom kedvezőtlen hatásait a tartási körülmények megváltoztatásával és/vagy különféle takarmányozási megoldásokkal kompenzálhatjuk. Állataink komfortérzete például (ahol eddig még nem volt) a kifutós tartás bevezetésével, az istállók légterének növelésével, természetes szellőztetéssel, (főleg a fejőházi elővárázóokban, illetve az etető- és a pihenőterekben) különféle ventilációs és hűtési technológiák alkalmazásával, árnyékolókkal, vízpermetezéssel, az istállók megfelelő szigetelésével stb. javítható. Természetesen ezek legtöbbje jelentős többletkiadással jár, amelynek kigazdálkodása – főleg, ha az energia- és inputárak, valamint az infláció jelenlegi szintje nem csökken – nehezen megoldható. A magas környezeti hőmérséklet (hőstressz) kedvezőtlen hatásai az előbbieken túl az állománysűrűség csökkentésével, továbbá különféle takarmányozási és etetéstecnológiai megoldásokkal is mérsékelhetők. A teljesség igénye nélkül csak néhány ezek közül: a takarmányok jó higiéniai állapotának fenntartása, nedvesített formában való adagolása, a takarmányadagok összetételének módosítása (az alacsonyabb szintű takarmányfelvétel kompenzálására koncentráltabb táplálóanyag-tartalom beállítása, a verejtekmirigyeken keresztül és a vizelettel ürült ásványi anyagok pótlása,



kérődzők esetén megfelelő minőségű, jól emészthető rostban gazdag tömegtakarmányok etetése), a takarmánykiosztás rendjének megváltoztatása (a napi mennyiségek többszöri, kisebb adagokban vagy a hűvösebb napszakban történő kijuttatása), megfelelő szélességű etetőállás/jászolhossz biztosítása. Mint már említettük, nagy melegben növekszik az állatok vízvesztése, és kb. 1,5-2,0-szeresére emelkedik a napi vízigénye. Ezért fontos, hogy mindig bőségesen biztosítsunk számukra friss, hideg, tiszta ivóvizet, és növeljük az itatók számát.



Élő állatok szállítása esetén már ma is szigorú szabályokat kell betartanunk: tilos túllépni a gépjárműveken szállítható maximális állatlétszámot (sűrűséget); a szállítás csak akkor kezdhető meg, ha a külső hőmérséklet az 5-30 °C +/-5 °C-os tartományba esik; hosszabb utak esetében kötelező pihenőhelyeket kijelölni, ahol az állatok teljes ellátás mellett 24 órán keresztül tartózkodnak; vízellátásukról itatórendszerrel, a légcseréről természetes és mesterséges szellőzéssel (ventilátorokkal) kell gondoskodni; 30 °C-nál magasabb külső hőmérséklet esetén kérődzőket vagy sertéseket szállító kamionokat nem lehet útnak indítani (kivéve, ha a magas hőmérsékletű időszak a 24 órás pihentetés idejére esik a megállásra betervezett ellenőrző állomáson). Várhatóan ezek a szabályok tovább fognak szigorodni, mivel az Európai Parlament szerint a tagállamoknak az élő állatok szállítása helyett inkább a feldolgozott termékek, illetve a hús szállítására kell átállniuk.

Hazánk Digitális Jólét Program keretében készült **digitális agrárstratégiáját követve, a jövőben fokozottan ki kell használnunk a precíziós állattartás** (távérzékelés és -szabályozás, egyedek kezelése a teljes állomány helyett stb.), **a smart gazdálkodás** (felhőszolgáltatások igénybevétele változatos adatok nagy mennyiségének [big data] feldolgozása céljából, big data elemzése a termelési folyamat optimalizálása érdekében stb.) **és a robotizált**

gazdálkodás (ember jelenléte nélküli munkavégzés; mesterséges intelligencia, gépi tanulás alkalmazása) **kínálta lehetőségeket**, egyebek mellett ezekkel is mérsékelve a klímaváltozás kedvezőtlen hatásait. Számos kutatás folyik világszerte, hogy a már jelenleg is alkalmazott technológiai megoldásokon (például digitális mikroklíma-monitoring az istállókban, GPS-es helymeghatározó jeladók, nyaki/fülkrotáliába szerelt/injektálható transzponderek, pedometerek, fej-robotok, automata-takarmánykiosztó egységek stb.) túl újabb kiváló minőségű, valós idejű adatokat nyújtó berendezések, eszközök és módszerek (drónokra szerelt hiper- és multispektrális kamerák, biometrikus szenzorok, verejtek mérők stb.) is segítsék az állatok egyedszintű aktivitásának, egészségi állapotának, jóllétének, termelésének nyomon követését, a tartástechnológia, illetve a takarmányozás ezeknek megfelelő optimalizálását, a különféle állategészségügyi problémák igen korai fázisban való kiszűrését, valamint az állatgyógyászati eljárások egyedre szabott meghatározását. A precíziós technológiák használatára és a digitalizációra irányuló előrelépést ösztönzi, hogy a precíziós gazdálkodás kiemelt figyelmet kap az új EU-s Közös Agrárpolitikában (KAP-ban), de a magyar kormány agrárpolitikája is prioritásként kezeli az ilyen irányú fejlesztéseket. A bekezdés elején említett digitális agrárstratégia a mezőgazdasági termelés hatékonyságának és jövedelmezőségének növeléséhez, környezetkárosító hatásainak csökkentéséhez, valamint a kiváló minőségű állati termékek előállításához a korszerű mezőgazdasági (információs) technológiák használatának előmozdításával járul hozzá.



2023-tól az új KAP és az azt kísérő F2F-stratégia feltételrendszere megköveteli az EU-s tejtermelők termelési rendszereinek átalakítását, és támogatásokkal ösztönzi az átmeneti vagy a tartós hozamcsökkenéssel járó (például az ÜHG-kibocsátást csökkentő vagy a szénmegkötést növelő) gyakorlatok alkalmazását.



Állattenyésztésben alkalmazott genetika

Napjaink genetikája kiváló lehetőségeket kínál egyrészt a klímaváltozás haszonállatainkra gyakorolt kedvezőtlen hatásainak tompítására, másrészt a környezetet kevésbé terhelő egyedek szelekciójára, tenyésztésére.



Míg az evolúció során az élőlények a különféle környezeti feltételekhez, egyebek mellett a klimatikus viszonyokhoz évmilliók alatt alkalmazkodtak, gazdasági haszonállatainknak napjaink felgyorsult éghajlati változásaihoz nagyon rövid idő alatt kell „akklimatizálódniuk”. Ezért vált szükségessé a szelekció felgyorsítása, amelyet modern biotechnológiai és genomikai ismereteink tesznek lehetővé. A változó klimatikus viszonyok között is fő tenyészcéljaink a fenntartható, hatékony állatitermelőállítást, továbbá az állatok jóllétével kapcsolatos társadalmi és szakmai elvárásoknak való maradéktalan megfelelést. A genetikai kutatások gyakorlatban is alkalmazható eredményei olyan eszközöket adtak a tenyésztők kezébe, amelyek segítségével a szelekció intenzitása nagyságrendekkel javítható. A kedvező tulajdonságokat kódoló gének/génkombinációk egy-egy populációban történő fixálása korábban hosszú, türelmes, generációkon átívelő munka eredménye volt. Ez azonban különösen nehezítette a megváltozott környezeti hatásokra adható fizikai/fiziológiai válaszok kialakulását és elterjedését olyan állatfajok esetében, amelyeknél a generációs intervallum éveket ölel fel. Napjainkban a genetika és a genomika módszereinek gyakorlati felhasználásával fokozható például az állatok hőstressztűrése, illetve javítható egyéb klimatikus alkalmazkodóképességük, csakúgy, mint a takarmány- és ivóvíz-felhasználásuk hatékonysága. A hőstressztűrés tekintetében komoly tudományos

sikernek számít, hogy a kutatók géntechnológiai módszerek segítségével azonosították azt a gént (genetikai faktort), amely a forró éghajlati övezetben élő szarvasmarhák fokozott hőtűrő képességéért felelős. Ennek felszaporítása a populációban előnyös lehet a forró nyári időszakok elviselésében. Hasonlóan kedvező hatású a szőrtakarót befolyásoló génnek az a mutációja, amelynek hatására ún. „slick” (sima) fedőszőrzet alakul ki. Ez speciális szerkezetének köszönhetően, hűtő hatású izzadságelvezetéssel és párologtatással lehetővé teszi a szarvasmarhák belső testhőmérsékletének jobb szabályozását. A világos szőrszín (a holstein-fríz fajtánál a fehér jegy domináns megjelenése), illetve egyes húsmarhafajták esetében (például a Murray Grey-nél) az ezüstösen csillogó, napfényt és hőt visszaverő szőrzet ugyancsak alkalmazkodási előnyt jelenthet.

Az előbbieket mellett nem szabad elfeledkeznünk az állattenyésztés ÜHG-kibocsátásának mérséklését szolgáló genetikai praktikákról sem. Itt három irány különíthető el: 1. az egyedek metabolikus folyamatainak befolyásolása az előnyös termelési tulajdonságok és a termelési hatékonyság növelése érdekében; 2. kérődzők esetén a bendőben és az emésztőtraktusban található mikrobiom összetételének, illetve anyagcsere-folyamatainak befolyásolása az egyedek genetikai tulajdonságainak irányított megváltoztatásával; 3. az állatok egészséggel összefüggő tulajdonságainak (például betegségezisztenciák, hosszú hasznos élettartamot befolyásoló tényezők) javítása és ezáltal az improduktív életszakaszokban (borjúkorban, az üszőnevelés során), valamint a hasznos, termelő szakaszban kibocsátott ÜHG-mennyiségek egymáshoz viszonyított arányának csökkentése. Az előzőekben felsorolt szempontok kiválóan és eredményesen érvényesíthetők a genomszelekcióra alapozott tenyésztési programokban.

Napjainkban egyre fontosabbá válik a kiváló termékminőség elérése (például tejhasznú szarvasmarhánál a meghatározott összetételű, könnyebben emészthető tejfehérje [„A2-tej” típusok] vagy a húsmarhatenyésztésben a márványozottság, illetve a dupla izmoltság elterjedése), valamint az állatjóléti szempontok tenyésztési eszközökkel történő érvényesítése is (például a genetikai szarvatlanság génjét hordozó egyedek tenyésztése).



Állat- és növényegészségügyi kérdések

A globális felmelegedéssel párhuzamosan megváltozik a mai állat- és növényegészségügyet alapvetően meghatározó fajok szerepe, és sokasodik az ehhez kapcsolódó problémák száma: újabb és újabb idegenhonos, melegkedvelő kártevő-, kórokozó- és gyomfajok jelennek meg, illetve szaporodnak el, emellett növekszik az állati vektorok (például szúnyogok, kullancsok) és az általuk terjesztett betegségek száma is. Ez folyamatos és fokozott védekezést igényel a gazdától, valamint döntően befolyásolja az élelmiszer-biztonságot. A kórokozók ráadásul genetikai változékonyságuknak és rövid szaporodási ciklusuknak köszönhetően meglehetősen gyorsan tudnak alkalmazkodni a különféle környezeti körülményekhez, így újabb vagy a korábbiaknál ellenállóbb változataik jöhetnek létre. Az állattenyésztésben az új vagy eddig csak ritkán előforduló betegségek megjelenése és a már ismert kórokozók fertőzőképességének növekedése miatt gyengül az állományok védekezési képessége, és megváltozhat az immunválaszuk. Ezeken túl az új kórokozók felismerése is, főleg első megjelenésükkor, nagy nehézséget okozhat, így előfordulhat, hogy téves diagnózisok alapján indulnak kezelések, melyek sikertelensége az állategészségügyi költségek növekedéséhez, illetve rezisztens kórokozó törzsek kialakulásához és elterjedéséhez vezethet.

A növényvédelem terén is komoly változás várható a közeljövőben: az Európai Bizottság által kidolgozott F2F-stratégia szerint 2030-ra 50%-kal kell csökkenteni a jelenlegi kémiai növényvédőszer-használati

szintet, ami sokak szerint szembemegy a hatékonysági szempontokkal. A helyzetet még az orosz-ukrán háború miatt kialakult gazdasági és élelmiszerpiaci helyzet is bonyolítja, hiszen az EU mezőgazdasági termelésének növelése csak ésszerű növényvédőszer-használat mellett elképzelhető. A peszticidek fenntartható alkalmazását az Európai Parlament és a Tanács 2009/128/EK irányelve szabályozza, 2014-től pedig kötelező jelleggel az integrált növényvédelem elveit kell követni a tagállamokban. Fontos, hogy a jövőben a növényvédelembe is szervesen beépüljön a távérzékelési és a precíziós technikák (például a drónok) használata, mivel ezáltal hatékonyabb lehet a növényi betegségek, kártevők felismerése, valamint az ellenük és a gyomnövények elleni védekezés. Az idegenhonos kártevők és betegségek korai azonosítása érdekében elengedhetetlen, hogy a hazai növény- és állategészségügyi szervezet szakemberei folyamatosan bővítsék releváns szakismereteiket.

Az előbbieken leírtak alapján bizonyos: a globális klímaváltozás hatásaira a magyar mezőgazdaságnak proaktív módon kell felkészülnie, illetve úgy kell alkalmazkodnia azokhoz, hogy közben ne sérüljön piaci pozíciója, a lakosság élelmiszer-ellátása és a természeti erőforrások fenntarthatósága. Az élelmezési és a takarmányozási szükségletek kielégítésén túl a szektor a jövőben szerepet kaphat az energiatermelésben is, ugyanis az általa termelt biomasszával, valamint az energianövények és a mezőgazdasági melléktermékek, hulladékok energetikai célú felhasználásával fosszilis tüzelőanyagok válhatnak ki.

