



A 2022-es aszály agrometeorológiai elemzése

Erdődiné Molnár Zsófia, Kovács Attila Viktor

Országos Meteorológiai Szolgálat, molnar.zs@met.hu

DOI:10.56474/legkor.2023.1.3

A mezőgazdaság szempontjából a csapadék és a hőmérséklet a két legfontosabb meteorológiai elem. Előbbi hosszabb időszakon át jelentkező hiánya egyaránt nagy hatással van a növénytermesztésre és az állattenyésztésre is. A történelmi időkben a 2022-eshez hasonló rendkívül száraz éveket mindig éhínség követte az adott területen (Réthly A., 1998), és bár a XXI. században ettől nem kell tartanunk Magyarországon, az aszálynak így is súlyos következményei vannak az élelmiszertermelésre. A szárazság nem egyforma mértékben érintette hazánk egyes tájegységeit, így a terméshozamokban is számottevő különbségek adódtak. Cikkünkben a 2022-es év első nyolc hónapjában tapasztalt nagyfokú aszály sajátosságait és mezőgazdaságra gyakorolt hatásait tekintjük át.

Agrometeorological analysis of the 2022 drought

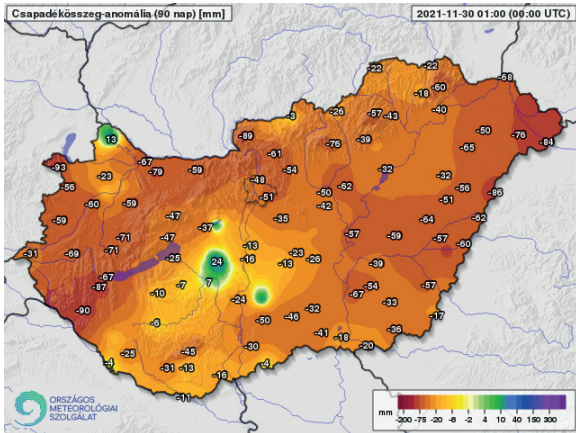
Rainfall and temperature are the two most important meteorological elements from the aspect of agricultural management. The long-term lack of precipitation has a great impact on crop production and animal husbandry. In historical times, extremely dry years like 2022 were always followed by famine in the given area (Réthly A., 1998), and although in the 21st century we do not have to fear this in Hungary, the drought still has serious consequences for food production. The drought did not affect the individual landscape units of our country to the same extent, so there were also significant differences in crop yields. In our article, we review the characteristics of the severe drought experienced in the first eight months of 2022 and its effects on agriculture.

2021 őszenek csapadék és talajnedvesség viszonyai

Az agrometeorológiában gyakran nem naptári évek időjárását, hanem egy-egy növény vagy növénycsoport tenyészidőszakának időjárását vizsgáljuk, amikor arra vagyunk kíváncsiak, hogy kedvezően alakult-e az időjárás az adott növényi kultúra számára. A 2022-es rendkívül aszályos

év csapadékviszonyainak vizsgálatát is érdemes előbb kezdenünk, hiszen a 2022-ben betakarításra kerülő növények egy része, az őszi vetések tenyészidőszaka 2021 őszen kezdődött, illetve a talaj nedvességviszonyai már a vetés előtti időszakban is meghatározóak lehetnek a vetést megelőző magágy-előkészítés miatt.

2021 őszen az átlagosnál kevesebb csapadék hullott az ország túlnyomó részén. Az 1991–2020-as

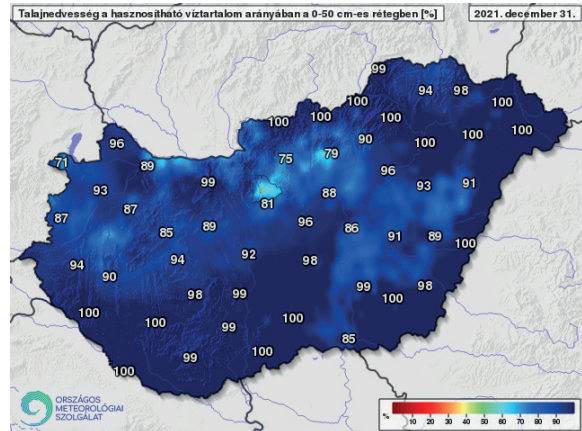


1. ábra. A 2021 őszi csapadék eltérése a sokévi átlagtól.

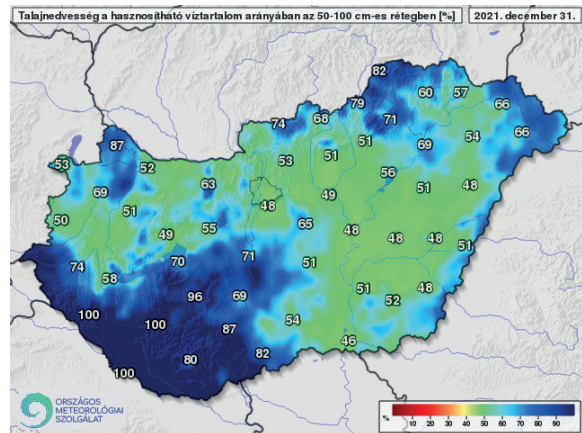
normálidőszak átlagos értékeinél 50–80 mm-rel kevesebb esett nagy területen: a Tiszántúlon és a Dunántúl északnyugati felén (1. ábra).

Az őszi káposztarepce vetése 2021-ben augusztus végén volt ideális, mert a hónap utolsó napjaiban szinte országszerte hullott több-kevesebb eső, de szeptember első felében már száraz idő volt a jellemző. A Dunántúlra és a középső országrészbe a hónap második felében jelentős csapadék érkezett, a kis növények fejlődésnek indulhattak, ezzel szemben keleten, északkeleten kevés csapadék hullott, így errefelé hiányosan kelt és nehezen fejlődött a repce. Az őszi kalászosok vetésének a talaj előkészítéséhez többnyire kedvezőek voltak a feltételek, de északkeleten és az Alföld középső részén szinte egész októberben nagyon száraz volt a talaj. Október folyamán ezeken a részeken a 10 mm-t sem érte el a havi csapadékösszeg szemben az ilyenkor szokásos 35–45 mm-rel. November első dekádjában az addig szárazsággal küzdő területekre is jelentős csapadék érkezett, amire a repcének és a frissen kelt őszi kalászosoknak egyaránt óriási szüksége volt. A november nagy része ismét száraz idővel telt, a hónap végén és december elején érkezett jelentős csapadék. Bár a talajok téli feltöltődése későn kezdődött 2021-ben, de december végéig jól haladt. December utolsó dekádjában is bőséges csapadék érkezett, így az év utolsó hónapja összességében az ország túlnyomó részén csapadékosabb lett a sokéves átlagnál. Év végére a felső fél méteres talajréteg a legtöbb helyen telítettségközeli állapotba

került (2. ábra), de az alsóbb talajrétegekben még bőven volt hely a téli csapadék számára (3. ábra). Az őszi vetések novemberben és a szokásosnál enyhébb december folyamán megerősödtek, így jellemzően jó állapotban néztek a tél további hónapjai elé.



2. ábra. Talajnedvesség a hasznosítható víztartalom arányában a talaj felső fél méteres rétegében 2021. december 31-én (%).



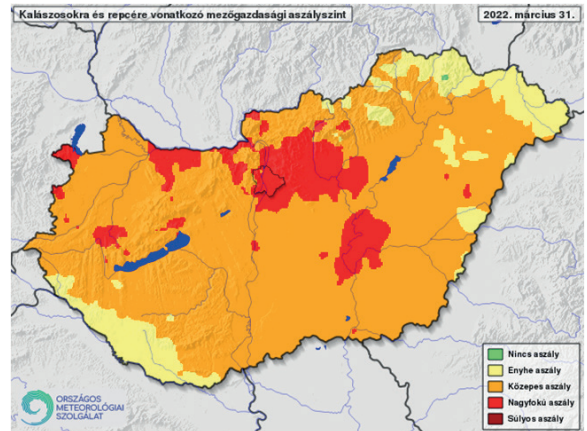
3. ábra. Talajnedvesség a hasznosítható víztartalom arányában a talaj 50-100 centiméteres rétegében 2021. december 31-én (%).

Téli és kora tavaszi aszály

A talaj őszi-téli feltöltődésének folyamata kulcsfontosságú a következő évi növénytermesztés szempontjából. A mélyebb talajrétegek ebben az időszakban tudnak nedvességhez jutni, mert ilyenkor az alacsony hőmérsékletből adódó kisebb mértékű párolgás miatt a lehulló csapadéknak nagyobb hányada szivárog a talajok mélyebb

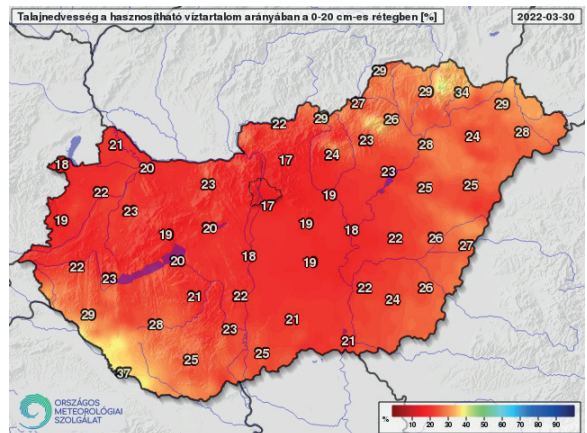
rétegeibe. Tavasszal és főként nyáron, amikor alacsonyabb a levegő relatív nedvességtartalma, sokkal intenzívebb a párolgás, a levegő szinte kiszívja a nedvességet a növényekből és a talajból. Ilyenkor a lehulló csapadék csak a felső, legfeljebb a középső talajréteget tudja átmedvesíteni, és a mélyebb rétegekbe csak igen ritkán előforduló nagy csapadékú helyzetekben jut a nedvességből. Ehhez hozzájárul még az is, hogy nyáron gyakoribb a konvektív, záporos csapadék, amikor rövid idő alatt ugyan nagy mennyiség hullik le, de ennek a jelentős mértékű lefolyás miatt csak kisebb hányada tud hasznosulni a talajban. Egy-egy felhőszakadás alkalmával jelentős vízmennyiséghez juthatna a talaj, de ennek nagy része a felszínen lefolyik, így a mélyebb talajrétegeket nem táplálja. Ugyanakkor a növények a vegetációs időszakuk aktív időszakában, tavasszal, nyáron és ősszel sokszor csak a fél méternél mélyebb talajrétegekből jutnak nedvességhez, és a nedvességen keresztül tápanyagokhoz. Ezért olyan években, amikor télen nem hullik kellő mennyiségű csapadék, és a talajok őszi-téli feltöltődése nem történik meg, egy esetleges nyári aszály sokkal súlyosabb következményekkel jár, mint olyankor, amikor a talaj nedvességtartalékai a tavaszi-nyári eleji időszakban még rendelkezésre állnak a növények számára.

2022 januárjában tartós északnyugati áramlással időjárási frontok sorozata érte el hazánkat, azonban ezek csak igen kevés csapadékot hoztak, így a talajok nedvességgel való feltöltődésének folyamata megállt. Az ország délnyugat-északkeleti sávjában nagy területen 5 mm alatt alakult a havi csapadékösszeg, és a csapadékosabb nyugati országrészben és a Tiszántúlon sem esett több 10-15 mm-nél. Februárban sem változott számottevően az időjárási helyzet, a térségünkbe északnyugat felől gyakran érkező időjárási frontok csapadékot alig szállítottak. Bár gyakran esett, de mindig csak kis mennyiség, és az sem mindenhol, így a február is az átlagosnál szárazabban alakult. Az Alföldön, a Mezőföldön és az Északi-középhegység vidékén nagy területen a 10 mm-t sem érte el a havi csapadékösszeg, és csak kevés helyen, főként a délnyugati országrészben esett több 20 mm-nél. A talajok felszínközeli rétege a gyakran szeles, napos, meleg időben kiszáradt,

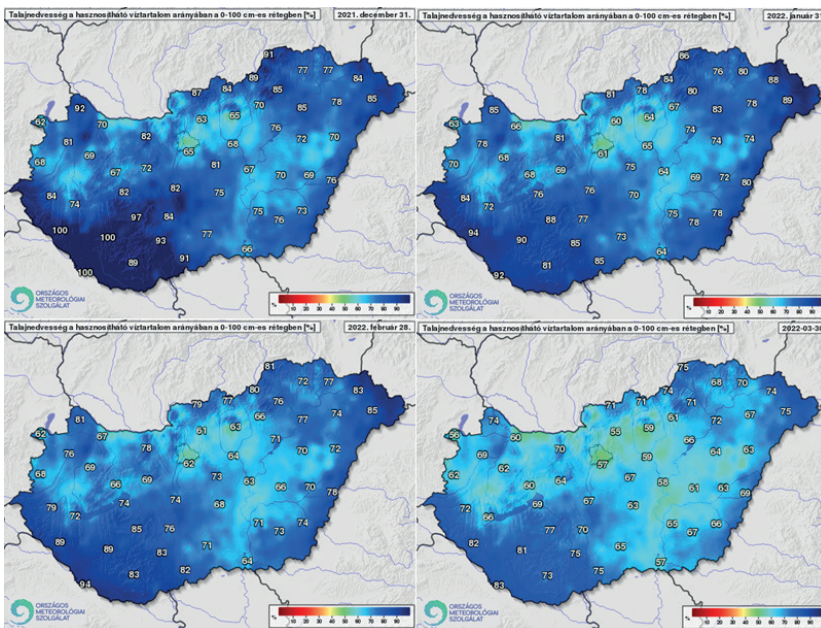


4. ábra. Őszi kalászosokra és repcére vonatkozó mezőgazdasági aszályszint 2022. március 31-én.

a mélyebb talajrétegek pedig az ország nagy részén fel sem töltődtek nedvességgel a tél folyamán, sőt a telítettséghez hiányzó vízmennyiség hétről hétre növekedett. A hónap végén északkeletre fordult az áramlás, és ez folytatódott márciusban is. Ekkortól hűvös, de továbbra is száraz légtömegek érkeztek fölénk, a vegetáció februári – egyébként túl korai – fejlődése megtorpant. A szárazság tovább fokozódott, március első harminc napjának csapadékösszege a nyugati-délnyugati országrészben az 1 mm-t sem érte el, csak keleten-északkeleten esett 8–10 mm. Az év első három hónapját jellemző rekord kevés csapadéknak köszönhetően már a vegetációs időszak elején az ország jelentős részén közepes vagy nagymértékű mezőgazdasági aszály alakult ki (4. ábra). Március utolsó



5. ábra. Talajnedvesség a hasznosítható víztartalom arányában a talaj felső 20 centiméteres rétegében 2022. március 30-án (%).



6. ábra. Talajnedvesség a hasznosítható víztartalom arányában a talaj felső egy méteres rétegében 2021. december 31-én, 2022. január 31-én, 2022. február 28-án és 2022. március 30-án (%).

dekádjában mindehhez még a meleg, napos idő is beköszöntött, ami fokozta a párolgást, így a hónap végére a talajok felső 20 cm-es rétegének nedvességtartalma 20% körüli értékre csökkent a növények számára hasznosítható víztartalom arányában (5. ábra). A tavaszi kalászosok vetése poros, rendkívül száraz talajba történt. A szárazságnak közvetett hatásai is jelentkeztek. Száraz talajfelszín fölött éjszakánként jobban le tud hűlni a levegő, mint nedvesebb felszín fölött (Szász, 1989), így a márciusi éjszakákon is kemény fagyok veszélyeztették a korai gyümölcsfák bimbóit, délen virágait, és a rendkívül száraz talajfelszínnek is hozzájárultak a hónap közepén tapasztalt jelentős, -8 és -13 fok közötti lehüléshez.

A talajok szokásos téli feltöltődése ebben az évben nem történt meg, az év első három hónapjában nem növekedett, hanem csökkent a felső egy méteres talajréteg nedvességtartalma (6. ábra). Ennek a későbbiekben súlyos következményei lettek a nyári növények vegetációs időszakában.

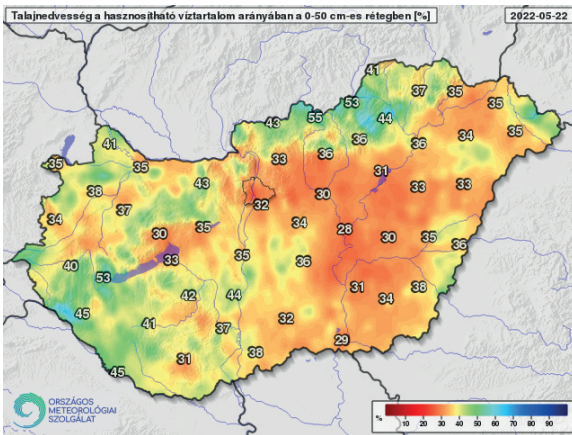
Az életmentő csapadék március utolsó napján érkezett meg, akkor többfelé egy nap alatt több eső esett, mint a megelőző három hónapban összesen. A száraz évkezdet után áprilisban több hullámban

jelentős mennyiségű csapadék öntözte az ország nagy részét, így eleinte gyors fejlődésnek indult a vegetáció. Az Alföld déli része, illetve a Kisalföld azonban sokáig kimaradt az esőkből, utóbbi területeken még a hónap végén is az aszály jelei mutatkoztak. Az ország nagy részén viszont 10–30 mm-rel több esett az ilyenkor szokásosnál, és erre a csapadékra óriási szüksége volt az őszi vetéseknek. A talajok felszínközeli és középső rétegei a legtöbb helyen kellően átnedvesedtek, délnyugaton és északkeleten a mélyebb rétegekbe is jutott a nedvességből. A hónap végén azonban így is le volt maradva a vegetáció az április végi

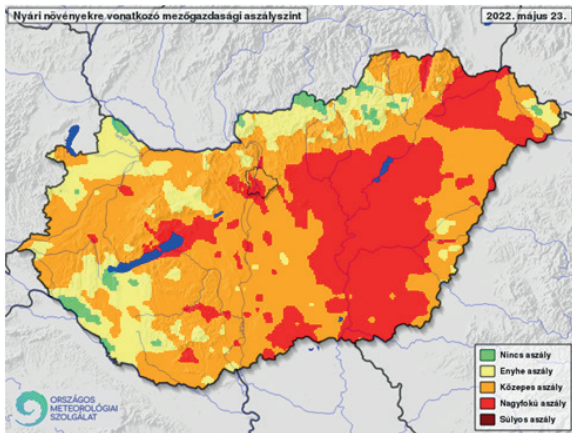
szokásos állapotához képest, de ezt a lemaradást ekkor nem a csapadék, hanem a meleg hiánya okozta. Az 5 cm-en mért talajhőmérséklet csak 20-a után haladta meg tartósan a 10 fokot, így a nyári kapásnövények vetése is késett.

Késő tavaszi, nyári aszály

Május elejétől a csapadék rendkívül nagy területi változékonyságot mutatott és záporos formában hullott. A záporokhoz a zivatarokon kívül többször károkozó jég és viharos szél is társult. Egy-egy nagyobb felhőszakadás által érintett helyen bőséges mennyiség esett, azonban nagy területek maradtak szárazon. A talajok egyre jobban kiszáradtak, főként a felszínközeli réteg sokfelé kritikusan száraz állapotba került a hónap közepére. Az Alföld nagy részén a felső fél méteres réteg nedvességtartalma sem érte el a 40%-ot a növények számára hasznosítható vízkészlet arányában (7. ábra). Elsősorban a még sekélyen gyökerező nyári növényekre vonatkozó mezőgazdasági aszály vált jelentőssé nagy területen (8. ábra), de az őszi vetések is egyre többfelé voltak kénytelenek az aszály következményeit elszenvedni.



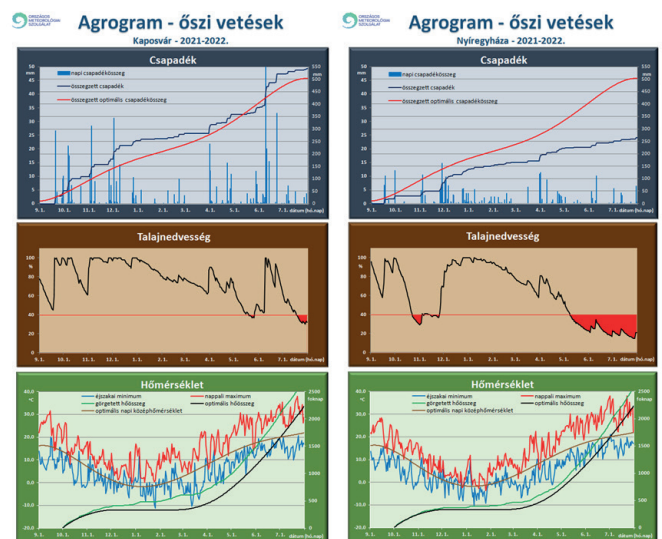
7. ábra. Talajnedvesség a hasznosítható víztartalom arányában a talaj felső fél méteres rétegében 2022. május 22-én (%).



8. ábra. Nyári növényekre vonatkozó mezőgazdasági aszályszint 2022. május 23-án.

A talajok nedvességvesztését fokozta a többször nyárisan magas hőmérséklet is. Nagyobb területre kiterjedő eső a hónap végén esett, amikor a Dunántúl nagy részén és az Alföld déli, délnyugati tájain enyhült vagy meg is szűnt az aszály, ugyanakkor az ország északkeleti felén elenyésző mennyiség vagy semmi nem hullott. Így arrafelé tovább fokozódott a szárazság, pedig az őszi és a tavaszi vetésű növények csapadékigénye egyaránt nagy volt ebben az időszakban. Június első hetében – és még Medárd napján is – sokféle voltak záporok, zivatarok az országban, de ez nem jelentette egy hosszan tartó csapadékos időszak kezdetét. Ekkor a Dunántúlt, illetve az Alföld nyugati, délnyugati tájait öntözte jelentős csapadék,

majd a hónap második és harmadik dekádja az ország nagy részén az ilyenkor szokásosnál szárazabban alakult, a Tiszántúlon csak 5-25 mm esett a hónap során. A talajok nedvességtartalma egyre nagyobb területen és egyre mélyebb rétegben csökkent a növények számára hasznosítható víztartalom arányában a kritikus 40%-os érték alá. A Tiszántúlon és az északi országrészben is sokfelé a felső egy méteres réteg nedvességtartalma is kritikusán alacsonnyá vált a hónap végére, a felszín közeli talajréteg pedig szinte semmi nedvességet nem tartalmazott. Kedvező talajnedvességi viszonyokat szinte csak a Balatontól nyugatra, délnyugatra találtunk, míg a Dunától keletre nagy területen nagyfokú, a Tiszántúlon egyre többfelé súlyos aszály jelei mutatkoztak. Az aszály kedvezőtlen hatásait tovább fokozták a magas, időnként nagy területen 35 °C fölötti csúcshőmérsékletek, melyekhez az Alföldön igen alacsony páratartalom is társult. Az őszi vetések érése jelentősen felgyorsult június második felében a forró, száraz időben, így az aratást is hamarabb elkezdték a szokásosnál (9. ábra). A keleti országrészben erősen megviselte az őszi vetésű növények állományait a virágzás és szemfejlődés időszakában bekövetkezett aszály, ami a termés minőségében és mennyiségében is megmutatkozott (1. táblázat). A Dunántúlon ebben a két kritikus fenológiai fázisban kaptak esőt az állományok, arrafelé kedvezőbb volt



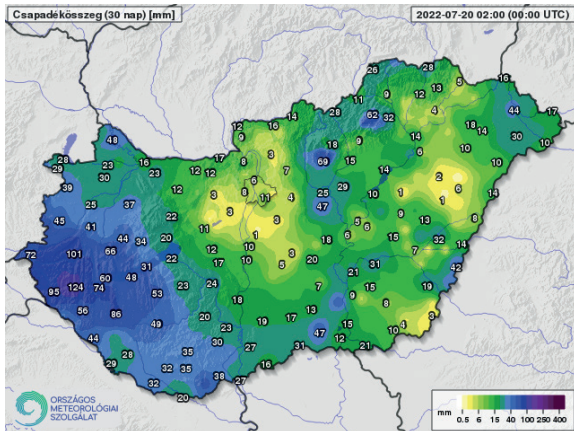
9. ábra. Őszi vetésekre vonatkozó agrogram Kaposvár és Nyiregyháza térségére a 2021/2022-es vegetációs időszakra.

Terület	2022-es hozam (tonna/hektár)	Csökkenés mértéke a tavalyi évhez képest (%)	Csökkenés mértéke az elmúlt 5 év átlagához képest
Közép-Magyarország	3,34	40	32
Közép-Dunántúl	5,12	11	5
Nyugat-Dunántúl	5,65	3	-3
Dél-Dunántúl	6,01	1	1
Dunántúl	5,64	5	1
Észak-Magyarország	3,98	29	25
Észak-Alföld	3,06	49	43
Dél-Alföld	3,8	38	29
Észak-Mo. + Alföld	3,59	40	32
Országos	4,4	26	19

1. táblázat. A búza 2022-es termésátlagai előzetes KSH adatok alapján [1].

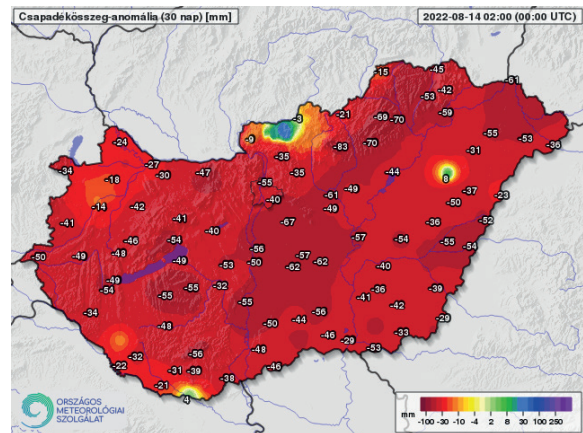
a kép. A napraforgó és a kukorica táblái is a délnyugati országrészben fejlődtek szebben, ahol a talaj még elegendő nedvességet tartalmazott, így a meleg, napos idő kedvező feltételeket teremtett számukra. Keleten már ekkor is alacsony állományok voltak a jellemzők furulyázó levelekkel.

A nyár derekán több hóhullám is kialakult hazánkban, és az ezeket lezáró hidegfrontok konvektív csapadékra jelentette az egyetlen nedveséggforrást. Ezek a záporok, zivatarok azonban csak igen kevés helyen adtak enyhülést a szárazságban. Július első dekádjában is főként a nyugati, délnyugati országrészben áztak meg nagyobb területek, később, a hónap végéig pedig csak szórványos záporok fordultak elő. Július közepén a megelőző harminc nap csapadékösszege csak a Balatontól nyugatra haladta meg nagyobb területen az 50 mm-t, viszont többfelé – például Budapest tágabb környezetében, Kecskemét és Debrecen térségében, a Hortobágyon, a Hegyalján és a Csanádi síkon – még az 5–10 mm-t sem érte el (10. ábra). A talajoknak nemcsak a felszín közeli része száradt ki, hanem a teljes felső egy méteres



10. ábra. 30 napos csapadékösszeg 2022. július 20-ig.

talajréteg is alig tartalmazott nedvességet a délnyugati országrész kivételével (11. ábra). Mivel a tél folyamán, illetve tavasszal nem töltődtek fel a talajok, így ekkorra a fél méternél mélyebb rétegek is szárazabbá váltak, mint az elmúlt évek nyarain. Az 50–100 cm közötti talajréteg nedvességtartalma a Dunától keletre és helyenként a Dunántúl északi részén sem érte el a 40%-ot a növények számára hasznosítható víztartalom arányában. A mélyebb talajrétegekben ilyen alacsony nedvességtartalomra nem volt példa az elmúlt években június végén, illetve júliusban. Az aszályal sújtott területek kiterjedése folyamatosan növekedett, a Dunántúl keleti és északi részén, valamint a középső országrészben is egyre többfelé volt tapasztalható nagyfokú vagy súlyos aszály. A szárazság hatásait a hőség csak fokozta, a napos, száraz időben a növényeken perzselés, napégés tünetei is megjelentek.



11. ábra. Talajnedvesség a hasznosítható víztartalom arányában a talaj felső egy méteres rétegében 2022. május 22-én.

Július elején a napraforgó a virágzás, a kukorica a címerhányás fenológiai fázisába lépett, ekkortól az érés kezdetéig a legnagyobb ezeknek a növényeknek a vízigénye (Nagy, 2021). Ebben a kritikusnak számító időszakban csak az ország nyugati, mintegy ötödrészén állt rendelkezésre elegendő nedvesség a kukorica számára. Keleten azonban az öntözés nélkül termesztett növények megrekedtek a fejlődésben, az állományok siralmas képet mutattak az aszály miatt. A fejlődésben elmaradt, alacsony, felsült állományokon csó



12-13. ábra. Kukorica Békéscsaba térségében 2022. augusztus 14-én (fotó: Kovács Attila).

egyáltalán nem, vagy csak röviden, hiányosan berakódva képződött. (12, 13. ábrák) Az Alföldön sokfelé a menthetetlen táblákat lesilózták. A napraforgó állapota nem volt ennyire kiábrándító, legalább kis tányérokot mindenhol lehetett látni az alacsony, sokfelé derékig érő állományokban. (14. ábra) Nem csak ültetett növényeink sínylették meg a csapadékhiányt, a természetes vegetáció is egyre rosszabb állapotba került a nyár folyamán. A rétek, legelők teljesen kiszáradtak, és a fás szárú növények lombkoronáján is sokfelé nyomot hagyott a vízhiány.

Július legvégén ugyan az északkeleti, keleti országrészben jelentősebb záporok is kialakultak, néhol egy-egy felhőszakadás is előfordult, de ezek sajnos csak kevés helyen enyhítették számottevően az aszályt. A szárazság augusztus első felében is folytatódott és tetőpontját a hónap közepén érte el (15. ábra). A kukorica és a napraforgó

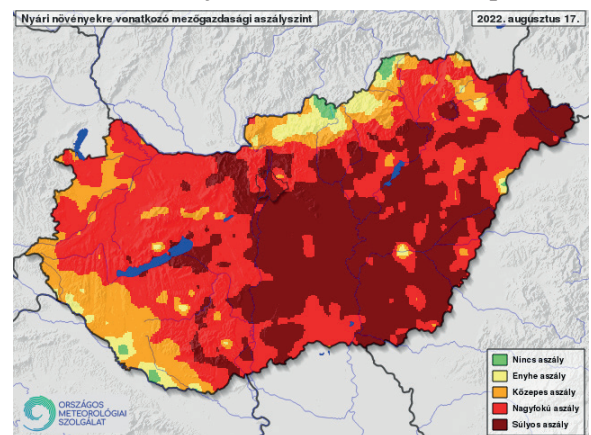


14. ábra. Napraforgó Köröm (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) térségében 2022. augusztus 22-én (fotó: Kovács Attila).

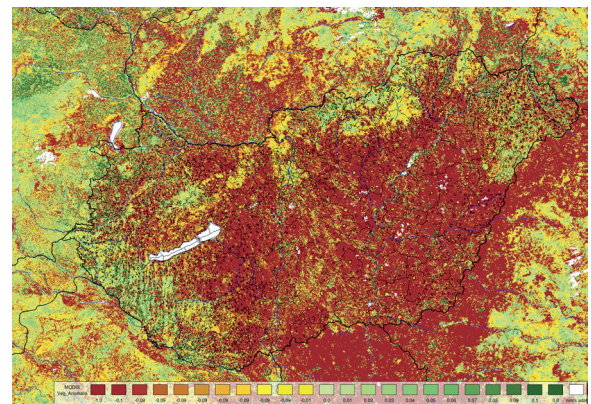
szemképződésének fázisában is jelentősen alatta maradt a csapadék mennyisége az optimálisnak, az aszály a nyugati országrész egyre nagyobb részére is kiterjedt. A Tiszántúlon a növények május közepétől, a Dunántúlon június közepétől, július elejétől szenvedtek a vízhiánytól.

A szárazság hatása jól kirajzolódott az NDVI műholdas vegetációs index sokéves átlagtól vett eltérését mutató térképeken is. Az Alföld középső és keleti tájain már május közepétől számottevő negatív anomália jelent meg a zöldtömeg mennyiségében, és ez a nyár folyamán egészen augusztus utolsó dekádjáig területi kiterjedését és mértékét tekintve egyaránt növekedett (16. ábra).

A csapadékos időjárás augusztus 19-én kezdődött, de az aszály eleinte csak mérséklődött, illetve területi kiterjedése csökkent, az ország keleti és déli tájain sokfelé csak a szeptember



15. ábra. Nyári növényekre vonatkozó mezőgazdasági aszálysztint 2022. augusztus 17-én.



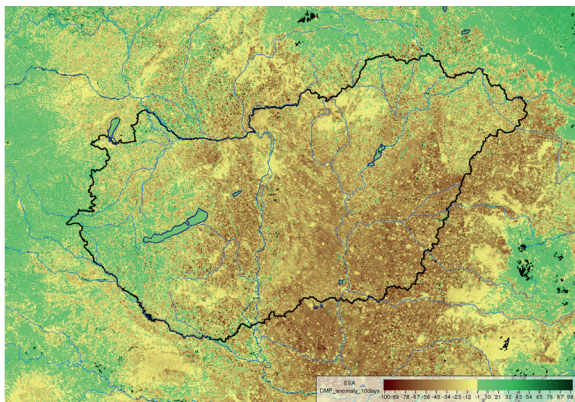
16. ábra. Az NDVI műholdas vegetációs index eltérése a sokévi átlagtól a 2022. augusztus 5. és 10. közötti időszakban.

elejétől tartósan csapadékossá váló időjárással szűnt meg. Augusztus végén, szeptember elején nyári növényeink azonban már az érés fenológiai fázisában jártak – már ahol egyáltalán volt minnek beérnie – így az ekkor hullott esők fejlődésükhöz már nem, vagy csak igen kis mértékben járultak hozzá. A történelmi aszály a nyári kapás növényeink esetén az ország döntő részén rossz, keleten, délkeleten katasztrofálisnak mondható termés hozamokat eredményezett (2. táblázat).

	Az elmúlt 5 év átlaga	2021	2022-es becslés
Betakarított összes termés (tonna)	7 574 099	6 462 205	3 100 000 (forrás: Világgazdaság)
Termésátlag (tonna/hektár)	7,62	6,1	3,1 (40%-os betakarítási szint mellett)
Termésátlag Békés megyében (tonna/hektár)	7,3	5,2	1 (90%-os betakarítási szint mellett)

2. táblázat. A kukorica terméseredményei [2].

A kukorica igen gyenge terméseredményeit a DMP (Dry Matter Productivity) index július végéig összegzett értékének sokéves átlagtól vett eltérése is előrevetítette (17. ábra). A DMP index a vegetáció általános növekedési ütemét, vagy a biomassza szárazanyag tartalmának növekedését mutatja, számítása során műholdas méréseket és időjárási adatokat is felhasználnak. Néhány év összehasonlító elemzése során azt tapasztalták [3], hogy a DMP index május és augusztus között összegzett értékei országos átlagban szorosan együtt mozognak a kukorica termésátlagaival, és az ideai évben az index július végéig összegzett



17. ábra. A DMP vegetációs index 2022. július 31-ig összegzett értékének sokévi átlagtól vett eltérése.

értéke jelentős negatív eltérést mutatott a sokéves átlag értékeihez képest, és a legnagyobb negatív anomália éppen a legrosszabb hozamokat produkáló dél-tiszántúli területeken volt megfigyelhető.

Összegzés

A 2022-es történelmi aszály előzménye, hogy már az előző év nyarán és őszen is kevesebb csapadék hullott a szokásosnál. Így a 2021 őszen és a 2022 tavaszán vetett növények teljes vegetációs időszaka szárazabb volt, mint a sokéves átlag. A nyári csapadékszegény időszakot téli és kora tavaszi aszályos hónapok előzték meg, amikor a talajok mélyebb rétegei a szokásostól eltérően nem töltődtek fel nedvességgel, így a nyári szárazság hatása még súlyosabban jelentkezett a vegetációra nézve. Az amúgy is rendkívüli mértékű csapadékhiány hatásait a nyár folyamán jelentkező hőhullámok is fokozták. Részletes tanulmányok szerint hazánkban a 2022-es rendkívüli szárazság nem egy regionális jelenség, hanem globális háttérrel rendelkezik. A légköri áramlási rendszer globális mintázata, a trópusokon jelentkező kisebb tengerpárolgás, a nyári magas hőmérsékletek, valamint a kiszáradó talaj a Kárpát-medencében különböző skálákon, de egymásra épülve együttesen okozói az aszálynak [4] (Horváth és Breuer, 2022).

Irodalom

- Horváth Á. és Breuer H., 2022: A 2022-es rendkívüli szárazság fizikai-meteorológiai háttere. *Léggör* 68, 2-8. <https://doi.org/10.56474/legkor.2023.1.1>
- Nagy J., 2021: Kukorica. A nemzet aránya – Élelmiszer, takarmány, bioenergia, Szaktudás kiadó
- Réthy A., 1998: Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1800–1901-ig. OMSZ, Budapest.
- Szász G., 1988: Agrometeorológia. Mezőgazdasági Kiadó.
- [1] https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0018.html
- [2] <https://www.vg.hu/agrar/2022/10/dramai-an-gyenge-kukoricatermest-eredmenyezett-az-aszaly-a-tavalyi-menyiseg-fele-a-termesatlag>
- [3] https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=2420&hir=A_novenyzet_muholdas_megfigyelese_%E2%80%93_vegetacios_indexek
- [4] https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3200&hir=A_2022-es_rendkivuli_szaraszag_fizikai-meteorologiai_hattere