

A HARMAT MENNYISÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA SÚLYLIZIMÉTEREKKEL

ZSEMBELI JÓZSEF¹, SINKA LÚCIA², CZELLÉR KRISZTINA¹,
TUBA GÉZA¹, KOVÁCS GYÖRGYI¹, JUHÁSZ CSABA²

¹ Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság,
Karcagi Kutatóintézet,
5300 Karcag, Kisújszállási út 166.

E-mail: zsembeli@agr.unideb.hu

² Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi
és Környezetgazdálkodási Kar,
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

ÖSSZEFOGLALÁS

Rendkívül kevés a feljegyzés a harmat előfordulásáról, gyakoriságáról, illetve mennyiségéről. Ezeknek az adatoknak a hiánya kétségtelenül annak tulajdonítható, hogy a harmatmennyiség mérése bonyolult, mivel igen kis mennyiségben (tized, század mm) keletkezik. Bizonyos korlátok figyelembevételével, a precíziós súlyliziméterek alkalmasak lehetnek a harmat mennyiségének meghatározására. Meteorológiai adatokkal kiegészített liziméteres adatsorok alapján elkülöníthetők azok a pozitív vízmérleggel jellemezhető időszakok, amikor, makrocsapadék híján, feltételezhető a harmathullás. Azonban a súlyliziméteres mérés technika jellegéből adódóan, hosszú idősoros mérések esetében nagy gyakorisággal jelentkeznek „adatzajok” (ugráló értékek). Ezek az oszcillációk összetéveszthetők a harmathullás miatt bekövetkező tömegváltozással, ezért a számítógépes adatfeldolgozás során kiküszöbölésükhöz ún. szűrő funkciókat kell alkalmazni.

Kutatómunkánk célja egy olyan metodika kidolgozása volt, amely alkalmas a tényleges harmathullási időszakok és az oszcillációk elkülönítésére, továbbá a DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében található gyeppel borított talajfelszínű súlyliziméter felületén keletkező harmatmennyiség meghatározása hosszú idősoros adatok alapján. Az adatsorok szűrésért úgy oldottuk meg, hogy 1 órás mérésgyakoriságú adatokat használtunk fel a 10 perces mérésgyakoriság helyett. A vizsgálati időszak 2015. 04. 01-jétől 2016. 09. 30-ig tartott. A vizsgálati időszak 18 hónapja alatt 43,11 mm harmatmennyiséget mértünk a gyeppel borított talajfelszínű súlyliziméter felületén.

BEVEZETÉS

A harmat a mikrocseppek csoportjába tartozó nedvességforma, keletkezése során a talaj felszíne, illetve a rajta levő testek éjszaka kisugárzás útján lehűlnék. Amennyiben ez a lehűlés eléri a környező levegő harmatpontját, és az alsó légrétegek páratartalma magas, a vízgőz egy része folyékony halmazállapotban kicsapódik a testek, illetve a talaj felszínén (WENT, 1955; SZABÓ-KOZÁR, 1995; RÁKÓCZI, 1998; TAR, 2002).

A korábbi harmatvizsgálatok még a harmatképződés jelenségének fizikájára koncentráltak, később a mennyiségi mérések is előtérbe kerültek, ám egységes mérőeszköz, mérőberendezés híján igen elentmondó eredmények születtek. SZÁSZ (1992) szerint a harmatból származó vízbevitel nagyságát megbízható módon igen nehéz mérni, ezért meghatározására a számítási módszerek kerülnek előtérbe. Egyes vizsgálatok szerint hazánkban a harmatból származó vízmennyiség évi összege átlagban 63 mm-re tehető, amelyből a légköri harmat mintegy 29 mm. A növényállományokban a harmat legnagyobb része főként az állományfelszín közelében képződik, s az állomány mélységével általában csökken a kicsapódás útján keletkezett vízmennyiség.

Más, a harmatmennyiség meghatározására irányuló számítások alapján 365 napnyi derült éjszaka elméletben 15 inch (381 mm) esőnek

megfelelő harmatot eredményezne. Ez a mennyiség azonban nagymértékben függ a levegő relatív páratartalmától. Száraz régiókban a sugárzás nagyobb, a harmat kevesebb, míg a más klímájú régiókban pont fordítva. Egy 6 évre kiterjedő mérési sorozat eredményeként évi átlagos 9,1 inch (231,14 mm) esőnek megfelelő harmatot mértek, melynek alapján feltételezhető, hogy a hasznosítható vízkészlet kb. 20%-a harmat formájában állt rendelkezésre. Amennyiben ezt az eredményt összehasonlítjuk az elméleti, évi 15 inch harmattal, igen közeli értéket kapunk. Más kutatók szerint a harmat mennyisége a csapadékból maximum 1,5 inch-nek (38,1 mm) felelhet meg – ez azonban túlságosan kevés ahhoz, hogy magyarázza a harmatnak kitett növények jelentős növekedésbeli fölényét (WENT, 1955). A harmat mennyiségével kapcsolatos ellentmondásokat egy 21 napos KABELA et al. (2009) által USA, Iowa államban végzett kutatás is reprezentálja, melynek alapján a kukoricánál 0,01-0,6 mm, szójababnál 0,003-0,8 mm harmat volt jelen 3 gyenge, közepes és erős harmatot eredményező napon.

A harmat sokszor tized, század mm nagyságrendű mennyiségének méréséhez számos módszert és eszközt fejlesztettek ki, és alkalmaztak, többek között például a Kessler-Fuess harmatmérőt, papír harmatmérőket, balsafa rudakat, Duvdevani tömböt, illetve a modern súlylizimétereket. A legtöbb korábbi harmatmérő nem volt megbízható a méréseket illetően. A Kessler-Fuess harmatmérő szélben hamis értékeket mutatott, a papír harmatmérők nem szolgáltatott számszerű adatokat, illetve Angus balsafás módszere sem volt pontos, mivel a környező fűnél például sokkal több harmatot gyűjtött össze (WALLIN, 1966; AGAM és BERLINER, 2006). A harmatmérésre alkalmas eszközök, szerkezetek közül egyedül a liziméterek képesek magát az adszorpciót érzékelni, kimutatni azáltal, hogy azon talajminta tömegét mérik, amiben az adszorpció végbemegy. AGAM és BERLINER (2006) szerint a liziméterek érzékenysége és pontossága kulcsfontosságú, mivel a harmat okozta mennyiségi változások igen kismértékűek. A legnagyobb problémát az okozza, hogy a különböző mérési eszközök

és módszerek – vagyis a szabványos harmatmérő eszköz hiánya – lehetlenné teszik az adatok reális összevetését, ezáltal pedig ellentmondó beszámolókat eredményeznek a harmat mennyiségéről (WALLIN, 1966).

ANYAG ÉS MÓDSZER

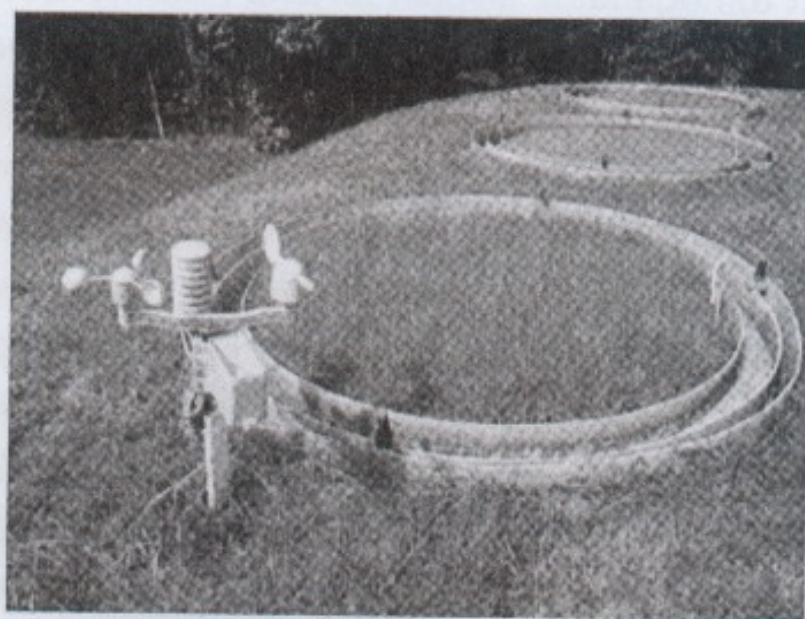
A méréstechnika és a lizimetria fejlődése manapság már lehetővé teszi, hogy meghatározzuk a mikrocspadék formák mennyiségét is. Liziméteres adatsorok alapján elkülöníthetők azok a pozitív vízmérleggel jellemezhető időszakok, amikor, makrocspadék híján, feltételezhető a harmathullás. A súlyliziméteres méréstechnika jellegéből adódóan azonban olyan „adatzajok” (ugráló értékek) jelentkeznek, amelyek könnyen összetéveszthetők a harmathullás miatt bekövetkező tömegváltozással. Ezen zajok a számítógépes adatfeldolgozás során ún. szűrő- és simító funkciók használatával kiküszöbölhetők.

Kutatómunkánk során a talajok vízháztartási mérlegének számításán alapuló metodikát alkalmaztunk, mely során a liziméterek talajának tömegváltozását, a csapadék, az öntözővíz, a gravitációs víz (drénvíz) mennyiségeit mértük, illetve ezekből a párolgás mértékét határoztuk meg. Kidolgoztunk két olyan módszert, amelyek a fenti paraméterek, illetve meteorológiai adatok (páratartalom, levegő hőmérséklete, talajfelszín hőmérséklete) figyelembevételével alkalmasak a harmat mennyiségének számítására. Első vizsgálatainkat a 2015. április 1. és 2016. szeptember 30. közötti időszakban végeztük, remélve, hogy ezen, közel másfél éves időszak reprezentatív lesz a harmat mennyiségének meghatározását tekintve.

A Debreceni Egyetem Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság Karcagi Kutatóintézetben (DE AKIT KKI) 1992. óta folynak súlyliziméteres kísérletek, melyek segítségével új információk szerezhetők a talajban érvényesülő vízforgalmi hatásokról, a talajhasználattól függő vízmérleg komponensek dinamikájáról és sajátosságairól különböző klimatikus és hidrológiai helyzetekben. A karcagi, hat egységből álló súlylizimé-

ter állomás hazánkban egyedülálló. A karcagi súlyliziméterek átmérője 1,47 m, mélysége 0,9 m és felülete 1,7 m². A műanyag falú liziméterek mindegyike MS DUAL típusú elektronikus mérlegen nyugszik, melyek ± 300 kg-os méréstartományban mérik az egységek tömegváltozását 0,1 kg pontossággal. A mérlegek számítógép által vezéreltek, az adatok megjelenítését az ADTE szoftver biztosítja, mely automatikusan menti is a mért értékeket. A szoftver segítségével állítható be a mérésgyakoriság is, mely alapesetben 10 perces időközre van beállítva.

A liziméteres mérésekre épülő harmatmennyiség meghatározására irányuló kutatómunka során 2015-ben és 2016-ban 10 perces, illetve egy órás mérésgyakorisággal rögzített adatok feldolgozására is sor került. A Karcagi Kutatóintézetben található súlyliziméterek közül a harmatmennyiséget az 1. ábrán látható gyepvel borított felszínű liziméter mérlegadatai alapján vizsgáltuk.



1. ábra: A gyepvel borított talajfelszínű súlyliziméter

A gyepvel borított felszínű liziméter talaját rendszeresen öntöztük, mivel a rövidre nyírott gyepfelszínről történő párolgás, amennyiben a víz nem korlátozó tényező, a potenciális evapotranszpiráció értékének felel meg. Ebben az esetben a párolgás mértékét kizárólag a levegő fizikai tulajdonságai határozzák meg, s ez a mutató egyben

megadja a légkör nedvességbefogadó képességének a maximumát is.

Az egyszerűsített vízháztartási egyenlet lényege, hogy az egyéb komponensek ismeretében a párolgás kiszámítható. Azonban a harmat mennyiségének számításához módosított vízháztartási egyenlet szükséges:

$$H = T_v - CS - \ddot{O} + G$$

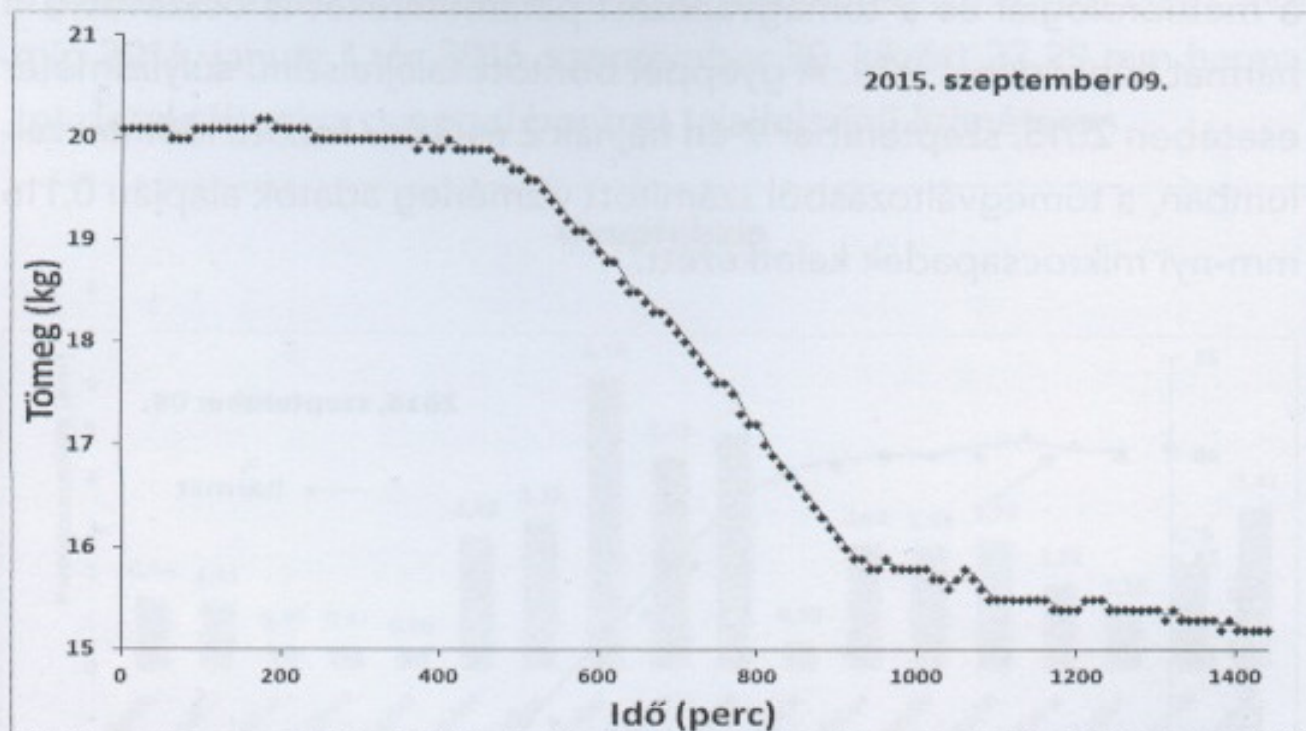
ahol H = harmat (mm), T_v = tömegváltozás (mm), CS = csapadék (mm), $\ddot{O}$ = öntözővíz (mm), G = gravitációs víz (mm).

EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

A harmathullási időszakok meghatározása a súlyliziméterek mérlegei által rögzített tömegadatok alapján történt. A liziméteres mérés technikán alapuló módszer esetében harmathullási időszaknak az tekinthető, amikor a súlyliziméterek által mért talajtömeg változása pozitív és emellett ugyanazon időszakban nem hullott makrocsepadék (eső), illetve nem történt az adott liziméteren öntözés vagy egyéb olyan művelet, amely tömegnövekedést idézett elő. A makrocsepadék mennyiségének és előfordulásának időtartamát a DE AKIT KKI területén található meteorológiai állomás 10 perces mérésgyakorisággal rögzített adatai alapján határoztuk meg. A vizsgálati időszakban (2015. 04. 01. – 2016. 09. 30.) a talajoszlopok tömegadatai is 10 perces mérésgyakorisággal lettek rögzítve, annak érdekében, hogy a meteorológiai adatokkal pontosan összevethetők legyenek.

Több esetben mutatkoznak olyan hirtelen tömegváltozások, amelyek nem feltétlenül harmatképződéssel és párolgással magyarázhatók, mivel ilyen rövid időtartam alatt nem valószínűsíthető ezen vízforgalmi jelenségek előfordulása. Az adatsorokban jelentkező, az előzőekben említett „adatzajokat” (ugráló, oszcilláló értékeket) olyan környezeti tényezők okozzák, mint például a nem teljesen horizontális

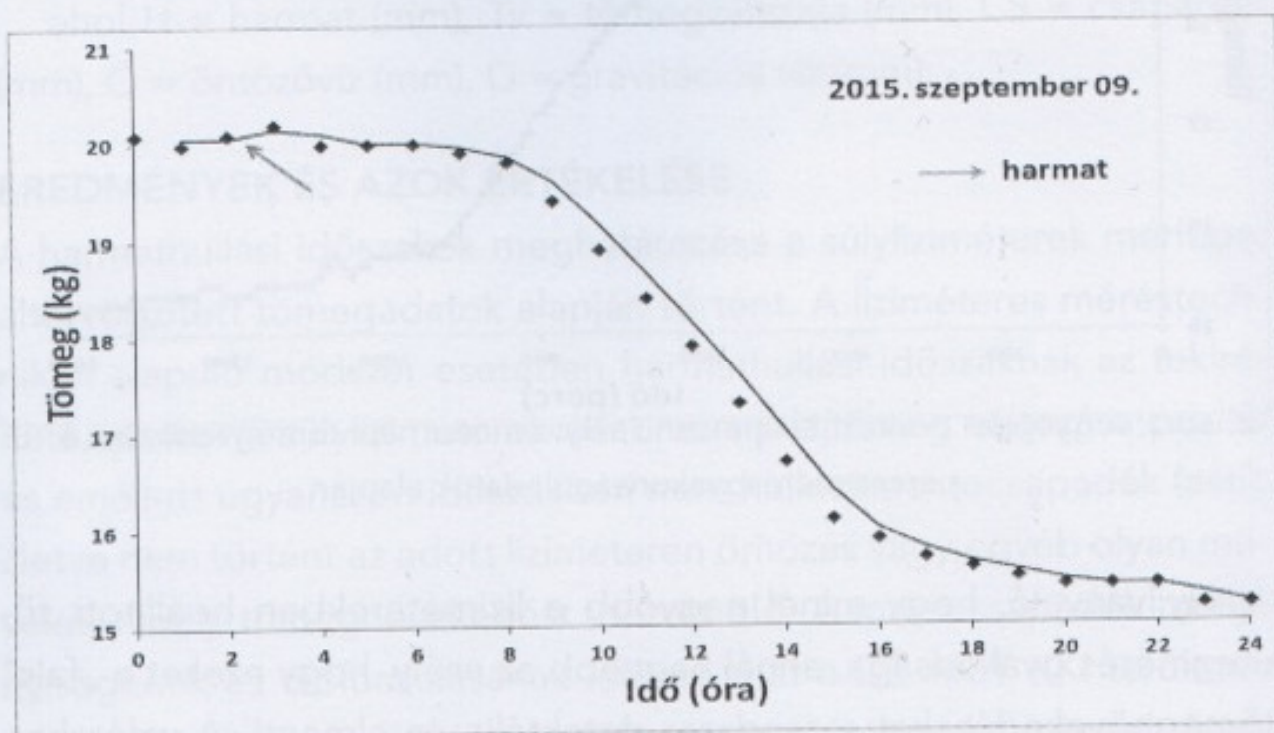
irányú szellőkések (szélnyomások), amelyeket az igen érzékeny (0,1 kg) súlyliziméteres mérlegek átmeneti tömegnövekedésnek érzékelnek. A 10 perces mérésgyakoriságú „zajos” adatokat a 2. ábrán mutatjuk be.



2. ábra: A gyepvel borított talajfelszínű súlyliziméter napi tömegváltozása a 10 perces mérésgyakoriságú adatok alapján

Nyilvánvaló, hogy minél nagyobb a liziméterekben beállított tömegmérés gyakorisága, annál nagyobb az esély, hogy ezeket a „fals” tömegnövekedéseket a rendszer detektálja és elmenti. A valós harmatképződési időszakok elkülönítése érdekében ezeket az oszcillációkat valamilyen módszerrel feltétlenül ki kell szűrni. Kutatómunkánk során két módszert alkalmaztunk erre a célra. Az egyik módszer az volt, hogy úgy szűrtük ki a 10 perces mérésgyakorisággal rögzített adatokban jelentkező adatzajokat, hogy hosszabb mérésintervallumú, alacsonyabb mérési gyakoriságú tömegadatokat vettünk figyelembe a tömegváltozás megállapítására. Ezen módszer alapját az adja, hogy az oszcillációk jellemzően csak igen rövid időtartamú hatás eredményei, így hatásaik hosszabb időtartamon belül nagy valószínűséggel kiegyenlítődnek. Mivel vélhetően a jellemző harmatképződé-

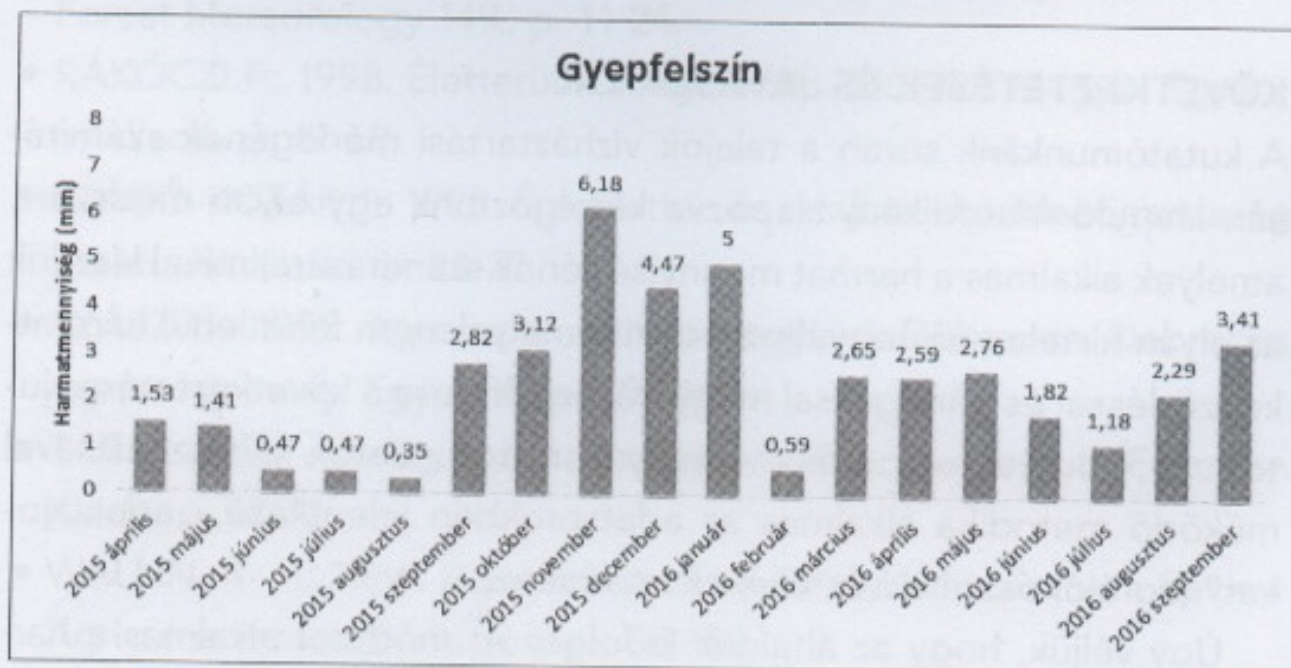
si időszakok (éjjel, hajnal) során számottevő párolgással (illetve más vízforgalmi paraméter megjelenésével) nem kell számolnunk, az egy órás mérésgyakoriságú adatok feldolgozását láttuk célszerűnek. A példaként bemutatott 3. ábrán nyíllal jelöltük azt az időszakot, amely a meteorológiai és a tömegváltozási paramétereket is összevetve a harmat képződését jelzi. A gyepvel borított talajfelszínű súlyliziméter esetében 2015. szeptember 9-én hajnali 2 és 3 óra közötti időintervallumban, a tömegváltozásból számított vízmérleg adatok alapján 0,116 mm-nyi mikrocsepadék keletkezett.



3. ábra: Harmathullási időszak a gyepvel borított talajfelszínű súlyliziméterben az 1 órás mérésgyakoriságú adatok alapján

Miután megállapítottuk, hogy a harmathullási időszakok hiteles meghatározásához az egy órás mérésgyakoriságú adatok felhasználása alkalmasabb, mint a 10 perces mérésgyakoriságú adatoké, a vizsgált időszak mind az összes 549 napjának tömegváltozási trendvonalát elemeztem és behatároltam azokat az időszakokat, amikor makrocsepadék híján a tömegváltozások harmathullást valószínűsítenek.

Az óras mérésgyakoriságú mérések alapján, a vizsgált 18 hónap alatt, a gyeppel borított talajfelszínű liziméter felületén összesen 43,11 mm harmat keletkezett (4. ábra). Ez a mennyiség a SZÁSZ (1992) szerint meghatározott éves átlagos értékhez közel áll. Naptári (nem teljes) évekre bontva 2015. április 1. és 2015. december 31. között 20,82 mm, míg 2016. január 1. és 2016. szeptember 30. között 22,29 mm harmatot detektáltunk a gyeppel borított talajfelszínű liziméteren.



4. ábra: Az egy órás mérésgyakorisággal meghatározott harmatmennyiségek a gyeppel borított talajfelszínű liziméteren

Az általunk meghatározott harmat mennyiségének megítélése igen nehéz, mivel nem állnak rendelkezésre mások által, hasonló körülmények között mért adatok. Adataink nagyságrendjének helyességét kizárólag SZÁSZ (1992) megállapítására tudtuk alapozni, miszerint hazánkban a harmatból származó vízmennyiség évi összege átlagban mintegy 63 mm-re tehető, melynek összetevői: légköri harmat 28,67 mm (45,4 %), a talaj felső teréből származó víz 0,36 mm (0,6%) és a mélytalajból diffundált víz 34,11 mm (54,0 %).

A szakirodalom a harmat képződésének legnagyobb valószínűségét leginkább a nyári hónapokra teszi, mivel ilyenkor a legkedvezőbbek a feltételek ezen mikrocseppek kialakulásához, azonban a

6 nyári hónapban (2015. június, július, augusztus és 2016. június, július, augusztus) mért mikrocsapadék mennyisége 6,58 mm, ami a vizsgálati időszakban keletkezett teljes mennyiség alig több mint 15%-át adja. A legtöbb harmatot 2015. november és 2016. január közötti időszak 3 hónapjában mértük ezen a liziméteren. Szám szerint ez 13,77 mm-t, azaz az egész vizsgálati periódust tekintve a teljes harmatmennyiség közel 40%-át jelenti, ami nyilvánvalóan dér formájában képződött.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A kutatómunkánk során a talajok vízháztartási mérlegének számításán *alapuló metodikára alapozva* kidolgoztunk egy olyan módszert, amelyek alkalmas a harmat mennyiségének számítására, mivel kiszűrjük az olyan hirtelen tömegváltozásokat, amelyek nem feltétlenül harmatképződéssel és párolgással magyarázhatók. Arra a következtetésre jutottunk, hogy az egy órás mérésgyakoriságú adatok felhasználásával működő metodika alkalmas az adatsorokban jelentkező, „adatzajokat” (ugráló, oszcilláló értékek) kiszűrésére.

Úgy véljük, hogy az általunk kidolgozott módszer alkalmas a harmat mennyiségének különböző időintervallumokra (órás, napi, heti, havi, éves) történő meghatározására. A mérések folytatásával olyan értékes adatokat nyerhetünk, amelyek hozzájárulhatnak a harmat a talaj vízforgalmában és a növények vízellátásában betöltött szerepének konkretizálásához. Ennek nem csak tudományos, de az aszályra hajló arid területeken a növénytermesztés és az öntözéstervezés szempontjából is jelentős gyakorlati jelentősége van, pl. az öntözés optimalizálásban, a víztakarékos technológiák alkalmazásában.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást a Száraz Területek Koordinációs Kutató Központja támogatja.

IRODALOMJEGYZÉK

- AGAM, N., BERLINER, P. R.: 2006. Dew formation and water vapor adsorption in semi-arid environments – A review. *Journal of Arid Environments* 65., p. 572-590.
- KABELA, E. D., HORNBUCKLE, B. K., COSH, M. H., ANDERSON, M. C., GLEASON, M. L.: 2009. Dew frequency, duration, amount, and distribution in corn and soybean during SMEX05. *Agricultural and Forest Meteorology* 149., p. 11-24.
- RÁKÓCZI F.: 1998. Életterünk a légkör. Bp. Mundus Magyar Egyetemi Kiadó, p. 47-68.
- SZABÓ-KOZÁR J.: 1995. Éghajlat és talaj. Bp. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, p. 23-27.
- SZÁSZ G.: 1992. Agrometeorológia (jegyzet). Debrecen. Debreceni Agrártudományi Egyetem, p. 100-102.
- TAR K.: 2002. Általános meteorológia. Debrecen. Kossuth Egyetemi Kiadó, p. 57-77.
- WALLIN, R. J.: 1966. Agrometeorological aspects of dew - Review. *Agricultural Meteorology* 4. p., 85-102.
- WENT, F. W.: 1955. Fog, mist, dew, and other sources of water. *Yearbook Agr. (U.S. Dept. Agr.)*, p. 103-109.

DETERMINATION OF THE AMOUNT OF DEW BY MEANS OF WEIGHING LYSIMETERS

**ZSEMBELI JÓZSEF¹, SINKA LÚCIA², CZELLÉR KRISZTINA¹,
TUBA GÉZA¹, KOVÁCS GYÖRGYI¹, JUHÁSZ CSABA²**

¹ *University of Debrecen, Institutes for Agricultural Research and Educational Farm, Karcag Research Institute*

5300 Karcag, Kisújszállási út 166.

E-mail: zsembeli@agr.unideb.hu

² *University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management*

4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

Records of the frequency of occurrence of or the total amounts of dew are scarce. The lack of such records can undoubtedly be attributed to the difficulty of making quantitative measurements of dew. Within some limitations large precision weighing lysimeters can be suitable for the accurate determination of dew amounts. The lysimeter data completed with meteorological data provide the possibility to identify such periods with positive water balance when no rainfall occurred hence dew formation is probable. Nevertheless some "data noises" (oscillations) are characteristic to weighing lysimeter data gained with a high frequency for a longer period. These oscillations can be easily mixed up with the weight increase due to dew formation, therefore filtering or smoothing functions must be used to separate them.

Our research aimed to elaborate a method that is suitable to separate true dewfall periods from oscillations and to quantify the amount of dew occurred on the surface of a grass covered weighing lysimeter of Karcag Research Institute for a longer period. The method we applied for filtering the data was the application of weight data measured with 1 hour frequency instead of 10 minutes frequency. The investigation period lasted from 1/4/2015 to 30/9/2016. 43.11 mm dew was calculated for the grass covered lysimeter for the total 18-month-long investigation period.