

A talajhőmérséklet nyomon követésének agronómiai előnyei

A legjobb professzionális minőségű talajérzékelők mérik a talaj nedvességét, hőmérsékletét és sótartalmát, de a hangsúly mégis az adatok agronómiai döntéshozatalban való felhasználására helyeződik, és kizárólag a nedvességre koncentrálnak. Bizonyára a víz elérhetősége a legmeghatározóbb növekedési tényező, de amint a termesztők ujjhegynyi távolságra jutnak a szántóföldek valós idejű hőmérsékleti információitól, számos értékes módja van annak, hogy ezt a ténytet betekintést nyújt a tájékozottabb, pontosabb és jövedelmezőbb gazdálkodási gyakorlatokba.



Ez a leírás 7 kézzelfogható témát ír le részletesen, mind gondolatébresztőként, mind pedig referenciaként a konkrét témákhoz esetek





1 A megfelelő talajhőmérséklet a tavaszi vetéshez

A legtöbb tavaszi vetésű növény gyorsan és nagy százalékban kel ki, ha 10 °C-nál (50 °F) melegebb talajba vetik. A mérsékelt éghajlaton gazdálkodók azonban nem mindig engedhetik meg maguknak azt a luxust, hogy ilyen talajhőmérsékletre várjanak, és a talajhőmérséklet-ellenőrzésbe belépő gazdálkodó ráadásul azt is észreveszi, hogy a célérték napról napra változik.

Szerencsére az elkerülhetetlenül nem optimális körülményeket az időzítés és a vetésszám okos kombinációjával lehet figyelembe venni. Végül is a "megfelelő hőmérséklet" két különböző tényező kombinációja: 1) gyors kelés a hosszú tenyészidőszak és a gyomirtás érdekében, és 2) magas kelési százalék a kívánt növényesűrűség eléréséhez.

Csírázás hűvös talajban

Köztudott, hogy az alacsony talajhőmérsékletű ültetés késlelteti a kelést. A különböző növények különböző talajhőmérséklet-tartományokat tolerálnak. A borsót, a lencsét és a csicseriborsót akkor lehet elültetni, amikor a talaj átlaghőmérséklete a vetés mélységében eléri az 5 °C-ot, míg a szárazbabot és a szóját csak akkor szabad elültetni, amikor a talaj átlaghőmérséklete már jóval magasabb.

A len már 3-4 °C-os hőmérsékleten is képes csírázni, és a gabonafélék is meglehetősen hidegtűrőek, és 4-5 °C-os hőmérsékleten is elvethetők.

A repce és a mustár érzékenyebb a talajhőmérsékletre. Bár már 1-2°C-os hőmérsékleten is elkezdhetnek csírázni, a hideg talajba történő vetésnek súlyos következményei vannak. A növekedés megkezdődik nagyon lassan, amíg a talaj felmelegszik, ami a betegségeknek és a rovaroknak való kitettség elhúzódását eredményezi. Ráadásul minél tovább tart a repce kelése, annál gyengébb védelmet tud nyújtani a vetőmag bevonata a bolhabogarak ellen. Mindent egybevetve, a magoncok túlélése a hűvös talajban alacsonyabb lesz, ami egyenetlen állományt eredményez. A kanadai Canola Council of Canada szerint a repce vetésére vonatkozó jobb irányelv az, amikor a talaj átlagos hőmérséklete a vetési zónában 6-10 °C, ami egyben az a hőmérséklet is, ahol a biológiai aktivitás jellemzően megkezdődik.

*"A különböző
növények
különböző
talajhőmérséklet-
tartományokat
tolerálnak"*





A tavaszi vetéshez szükséges talajhőmérséklet ismerete

Folytatódik

Ajánlott optimális ültetési talajhőmérséklet	oC	oF
Tavaszi búza	3	37
Tavaszi árpa	4	40
Rozs	5	41
Zab	6	43
Alfalfa	7	45
Tavaszi repce	10	50
Cukorrépa	10	50
Kukorica	13	55
Szójabab	15	59
Napraforgó	16	60
Millet	16	60
Sorghum	18	65
Száraz bab	21	70

Történelmi anyagok a Nebraska-Lincoln-i Egyetem dokumentációjából

Helyes ültetési hőmérséklet a zöldségek számára

Bár a vetéshez ajánlott talajhőmérsékletet jó tudni, mi történik akkor, ha a valóságban nem lehet betartani? Az optimális hőmérséklet mellett értékes megérteni, hogy milyen messze van attól, ami még elfogadható. Másrészt, ha más tényezők felülmúlják a talajhőmérsékletet mint fő irányelvet, még fontosabbá válik annak megértése, hogy meddig lehet a talajhőmérsékletet nyújtani.

Az alábbi táblázat számos gyakori zöldség esetében összefoglalja a talaj minimális, optimális és maximális ültetési hőmérsékletét. Egyszerű eszközt nyújt az ültetés időzítésének és az abszolút optimális feltételek be nem tartásával járó kockázatok nagyságának értékeléséhez.





A tavaszi vetéshez szükséges talajhőmérséklet ismerete

Folytatódik

Ültetési talajhőmérséklet a zöldségek számára								
	Min		Optimális		Max		Ajánlott tartomány	
	oC	oF	oC	oF	oC	oF	oC	oF
Spárga	10	50	24	75	35	95	16-29	60-85
Bean	16	60	27	80	35	95	16-29	60-85
Lima bab	16	60	29	85	29	85	18-29	65-85
Répa	4	40	29	85	29	85	10-29	50-85
Káposzta	4	40	29	85	38	100	7-35	45-95
Répa	4	40	27	80	35	95	7-29	45-85
Karfiol	4	40	27	80	38	100	7-29	45-85
Zeller	4	40	21	70	29	85	16-21	60-70
Svájci mángold	4	40	29	85	35	95	10-29	50-85
Com	10	50	35	95	41	105	16-35	60-95
Uborka	16	60	35	95	41	105	16-35	60-95
Padlizsán	16	60	29	85	35	95	24-32	75-90
Saláta	2	35	24	75	29	85	4-27	40-80
Muskotály	16	60	32	90	38	100	24-35	75-95
Okra	16	60	35	95	41	105	21-35	70-95
Hagyma	2	35	24	75	35	95	10-35	50-95
Petrezselyem	4	40	24	75	32	90	10-29	50-85
Paszternák	2	35	18	65	29	85	10-21	50-70
Borsó	4	40	24	75	29	85	4-24	40-75
Bors	16	60	29	85	35	95	18-35	65-95
Tök	16	60	32	90	38	100	21-32	70-90
Retek	4	40	29	85	35	95	7-32	45-90
Spenót	2	35	21	70	29	85	7-24	45-75
Squash	16	60	35	95	38	100	21-35	70-95
Paradicsom	10	50	29	85	35	95	21-35	70-95
Répa	4	40	29	85	41	105	16-41	60-105
Görögdinnye	16	60	35	95	41	105	21-35	70-95

Kaliforniai kertészemester kézikönyve





2 A vetőmagok mennyiségének beállítása a kelés százalékos aránya szerint

A túl korai - vagy túl késői - ültetés befolyásolja a kelés sebességét és ütemét, és meglepő módon egy talajhőmérséklet nem feltétlenül optimális mindkét szempontból.

A talajhőmérséklettel összefüggő kelési arányokkal kapcsolatos tudományos eredmények közelebről megvizsgálva kiderül, hogy egyes növények sokkal érzékenyebbek a nem optimális körülményekre, mint mások.

A kanadai mezőgazdasági kutatóállomáson már 1961-ben végzett kísérletek fényt derítettek a különböző szántóföldi növények különböző kelési százalékaire. Érdekes módon mind az árpa, mind a tavaszi búza 13 °C-on (55 °F) kelt ki a legnagyobb valószínűséggel, 92-96%-kal, és 5%-kal kevésbé sűrű lombkoronát képez, ha 6 °C-os talajba ültetik. Az árpa azonban nem bánja a még magasabb hőmérsékletet sem, míg a tavaszi búza (és a vadzab) kelése jelentősen csökken, ha a talaj felmelegszik.

A kelés átlagos százalékos aránya				
Növény	Talajhőmérséklet oC-ban			
	6	13	18	24
Árpa	91.2	96.2	90.6	95.6
Bromegrass	58.1	73.1	70.0	66.9
Búzafű	76.2	65.0	66.2	77.5
Mustár	92.5	92.5	90.0	85.0
Zab	99.4	98.1	96.2	93.8
Borsó	71.2	55.0	50.6	54.0
Tavaszi búza	88.1	92.5	90.0	85.6

Dubetz et al., 1961.

Ennek a tudásnak a gyakorlati megvalósítása a tervezett vetésmennyiség 5-15%-os növelése, amikor gabonaféléket vetünk a kívántnál hűvösebb földekre (vagy szántóföldi zónákba), de létezik olyan is, hogy túl meleg talaj - nem is beszélve arról, hogy a talaj felmelegedésével értékes talajnedvesség veszik el.

Kukorica

A csemege vagy silókukorica valószínűleg a legérdekesebb növény az ültetési hőmérséklet nyomon követése szempontjából. A kukorica erősen érzékeny a hőmérsékletre, ami a többi növénynél nagyobb tudományos figyelmet is kapott. Kiindulópontként az általános ajánlás szerint a talajhőmérséklet (a vetés mélységében) 10 °C (50 °F) legyen, vagy gyorsan közelítsen hozzá, ami a kukorica csírázásához szükséges hőmérséklet. A részletekbe belemerülve azonban kulcsfontosságú az egyensúly megtalálása: elég korán kell vetni ahhoz, hogy a lehető leghosszabb ideig lehessen





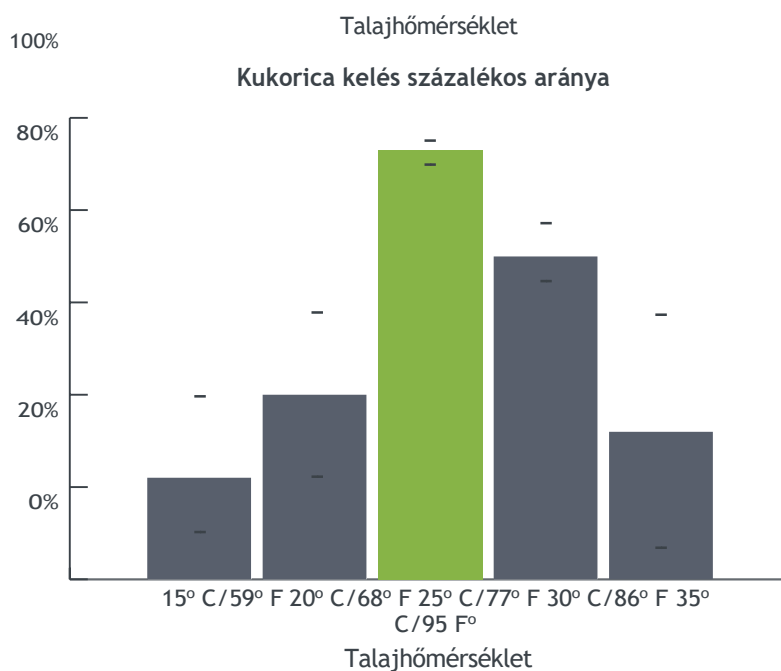
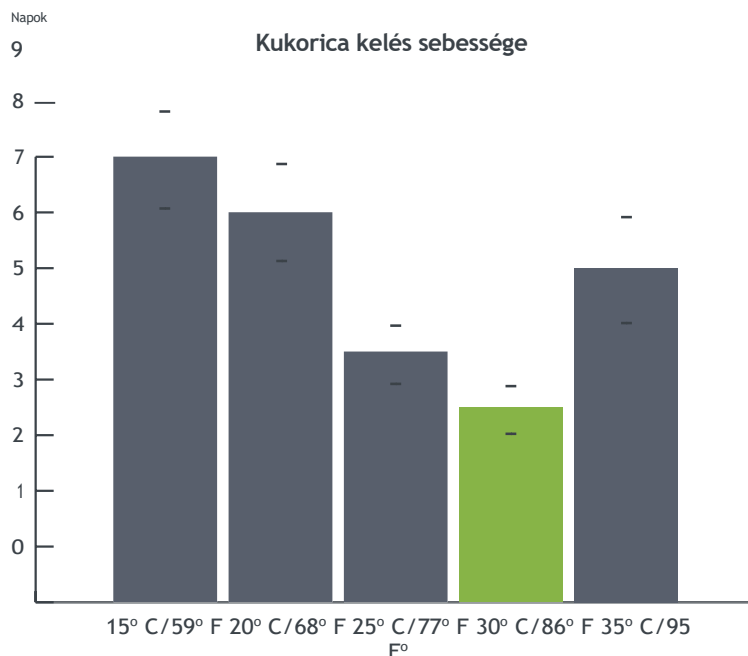
A vetőmagok mennyiségének beállítása a kelés százalékos aránya szerint

Folytatódik

növekedési időszak, anélkül, hogy az ültetés olyan korán történne, hogy a növények korai fejlődése veszélybe kerülne.

A braziliai Lavras Szövetségi Egyetem és a Bayer Crop Science kutatócsoportja a kelési sebességet és a különböző kukoricafajták százalékos aránya, amelyek eltérő hőmérséklettűrésükről ismertek. A legmagasabb kelési százalékot sokkal hűvösebb talajban, bár a kelés sebessége néhány nappal lassabb volt.

"A csemeg vagy a silókukorica valószínűleg a legérdekesebb növény az ültetési hőmérséklet nyomon követése szempontjából."





A vetőmagok mennyiségének beállítása a kelés százalékos aránya szerint

Folytatódik

Bár az e fajták talajhőmérséklet-függésére vonatkozó részletes eredmények nem vonatkoznak közvetlenül az összes többi, hidegebb éghajlaton használt fajtára, nincs okunk kétségbe vonni azt a megállapítást, hogy a leggyorsabb a kelési sebesség nem az, amelyik a legegyszerűsebb termést produkálja.

A valós idejű talajhőmérséklet-ellenőrzési adatok könnyen kombinálhatók lesznek a kelés sebességével és a százalékos megfigyelések minden egyes gazdaságra és fajtára vonatkozóan a helyes vetőmagarány-növelési tényező megállapítása érdekében. E tényező használata a vetőmagmennyiség kiigazítására, ha a talajhőmérséklet nem optimális, minden esetben lehetővé teszi az egységes terméssűrűség elérését.

Másrészt azt mondják, hogy a terméshozamok sokkal stabilabbak az ültetési időszak elején, mint később. Az optimális ablak előtt 10 nappal történő ültetés biztonságosabb gyakorlatnak tekinthető, mint az ablak után 10 nappal történő ültetés. Még mindig ugyanaz a logika érvényes: ha a talajhőmérséklet az ültetés idején közelebb van az optimumhoz, mint általában, akkor a vetési arányok ugyanolyan mértékben csökkenthetők, hogy ugyanazt a terméssűrűséget érjük el.





3 A talajhőmérséklet beállítása talajműveléssel

Mi a helyzet, ha a talaj kívánt hőmérséklete megvan, de a talaj tavasszal nem éri el ezt a célértéket? A talajművelés gyors megoldást jelenthet. Különösen a talajművelés nélküli gazdálkodásban, ha az őszi talajművelés még hagyott javítani valót maga után, a szántás kissé megfeketítheti a talajfelszínt, növelve a felmelegedési képességet a napsugárzás fokozott befogása révén, valamint a levegőztetésből származó, a felszínt eltömítő maradékok egy részének felbontásával.

Köztudott, hogy a talajművelés 1-2 fokkal felmelegítheti a talajt, mind a talaj kiszáradása (hőkapacitásának csökkenése), mind a napfény elnyelésének növelése révén, de annak eldöntése, hogy szükséges-e a művelet, és a visszajelzések megfigyelése megfelelő valós idejű talajhőmérséklet-monitorozást igényel.

Végül, ha úgy tűnik, hogy a talajhőmérséklet a kívántnál többször is alacsonyabb marad, akkor a gazdálkodási gyakorlat és a vetésforgó teljes átértékelésére lehet szükség. Végül is a mezőgazdaságban "minden hatással van mindenre".





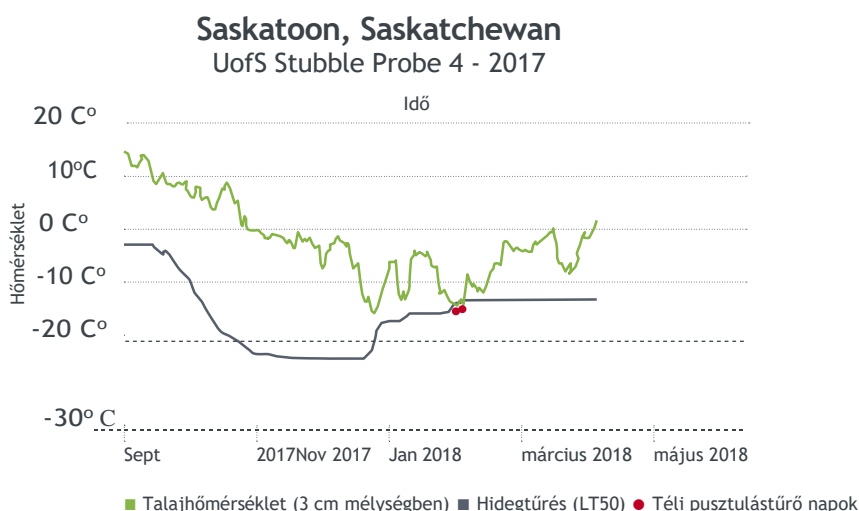
4 Hogyan ellenőrizhető a gabonafélék téli túlélése?

A rögzített talajhőmérsékleti megfigyelések kétféleképpen használhatók fel a gabonafélék téli túlélésének értékelésére: 1) a jelenlegi növények túlélési valószínűségének nyomon követésére, és 2) annak értékelésére, hogy mely téli gabonafélék túlélési valószínűsége lenne jó egy adott területen (a jelenlegi gazdálkodási gyakorlat mellett).

Sok hagyományos hüvelykujjszabály létezik az időjárási korlátokra vonatkozóan, de végső soron a talajhőmérséklet a gyökérzetben és különösen a növény koronamélysége az, ami igazán számít. A gabonafélék téli akklimatizálódásának elvét részletesen leírja például a Saskatchewan Egyetemen dolgozó D. B. Fowler számos cikke.

Röviden, amikor a talajhőmérséklet 10°C (50°F) alá csökken, a gabonafélék leállítják a vegetatív növekedést, és elkezdik a -3°C -os kezdeti tűréshatárnál hidegebb talajhőmérsékletekkel szembeni tolerancia kialakítását. Mindaddig, amíg a tolerancia gyorsabban növekszik, mint a tényleges talajhőmérséklet csökkenése, a toleranciának lehetősége van a folyamatos fejlődésre. A maximális tolerancia körülbelül 50 nap alatt érhető el, ami a rozs esetében -33°C (-27°F), -22°C (-8°F) búza és -17°C ($1,5^{\circ}\text{F}$) árpa esetében.

Amikor a fagy a tűréshatárig csökken, az elért tűrőképesség egy része visszafordul, és a növények már nem tűnnek olyan erős fagyokat.





Hogyan ellenőrizhető a gabonafélék téli túlélése?

Folytatódik

"Egy modell azonban csak annyira jó, amennyire a bemeneti mérési értékek"

A téli gabonafélék túlélési modelljének példája ahol a januári súlyos hőmérséklet-csökkenés megfordított némi toleranciát, majd a fagyok februárban kisebb károkat okoztak.

Egy modell azonban csak annyira jó, mint amennyire a a bemeneti mérési értékek. Míg a regionális becslések korlátozott értékkel bírnak, a terep-specifikus talajfelszín hőmérséklet a regionális talajhőmérsékleten kívül időjárás mellett a hótakarótól (mind a mélységtől, mind a sűrűségtől), a talajművelési gyakorlatoktól, a talajnedvességtől (hővezetés a mély talajból) stb., és nem lehet pontosan meghatározni a szűrőpróbaszerű mintavételezéssel vagy távméréssel nem lehet pontosan felmérni. Még annak is, aki megtalálja a teljes modellt túlzásnak találja, a legfontosabb megállapítás az, hogy a mérsékelt hideg hőmérsékleti viszonyok a toleranciát növelik, míg a hirtelen talajhőmérsékletcsökkenés a tél elején potenciálisan halálos lehet. Amint a tolerancia kialakulása befejeződött, elég azt figyelni, hogy a talajhőmérsékletek nem csökken 2-3 foknál közelebb a toleranciaszinthez képest. Ha ez megtörténik, érdemes a télpusztulási indexet részletesebben meglátogatni. a Saskatchewan Egyetem online kalkulátorát. (<https://www.wheatworkers.ca/wcsm.php>). Egy dolgot nem szabad elfelejteni, hogy a talaj hőmérsékletének egy helyen történő mérése csak durva becslést ad, de ahhoz, hogy megértsük a talaj hőmérsékletének szántóföldön belüli változásait, hőmérséklet és a téli túlélés egyenletessége, több mérési pontot kell használni. Amint említettük, ugyanez a modell is használható a felszín alatt megfigyelt körülmények visszatekerésére és pontos megállapításokat tehetünk a helyi sajátos téli gabonafélék túlélési körülményeiről a drága kísérletek helyett. és hiba



5 Gyomirtás időzítés

A gyors kelés és a teljes fedettség érdekében a növények vetése a legkedvezőbb talajhőmérsékleten alapozza meg a sikeres gyomirtást. A vegyszeres gyomirtás azonban hasonló módon függ a talajhőmérséklettől.

A növényi magvakhoz hasonlóan a gyommagvaknak is van meghatározott csírázási talajhőmérséklete, amelyet gyakran bázishőmérsékletnek neveznek. Ha preemergens gyomirtószert kell kijuttatni, a kijuttatás időzítése közvetlenül azelőtt történjen, hogy

az ezt a tartományt elérő hőmérséklet a legjobb sikerarányt eredményezi, és csökkenti a herbicidek lebomlását és szétszóródását. A hatékony posztemergens herbicid kijuttatásának megfelelő időzítése akkor van kéznél, amikor a talaj már jóval meghaladta az alaphőmérsékleti határértéket.

A talajhőmérsékleti adatok nem helyettesítik a tényleges terepi megfigyeléseket, de a talaj felső hőmérsékletének ismerete, beleértve a terepen belüli ingadozást is, jó eszköz annak eldöntésére, hogy mikor kell céltottan alkalmazni a talajhőmérsékletet.

új palánták. A változékonyság olyan egyszerű dolgokból is eredhet, mint az árnyékolás, a domborzat és a növényi maradványok vastagsága, és a herbicidek kijuttatásának egyetlen ponton végzett megfigyeléseken alapuló időzítése pontatlan döntésekhez vezethet.

Egy adott gyomnövény-probléma elleni védekezéshez jó ismeretekre van szükség arról, hogy az adott gyomfaj hogyan reagál a hőmérsékletre, de a valós idejű hőmérsékleti adatok is tükrözik ezt az ismeretet. Az interneten rengeteg részletes leírás található a legtöbb gyakori gyomnövényről és azok életciklusáról.

Például a *Poa annua* (poa, egynyári kékfű) gyakran makacs gyomnövény, amelynek kezelése gyakran nehézkes. A poa elleni védekezés szempontjából a legfontosabb talajhőmérséklet 21 °C (70 °F). A magok valójában őszelel csíráznak ki, amikor a talajhőmérséklet 21 °C alá csökken, és egész télen csíráznak tovább, lehetővé téve, hogy egy helyen több csírázási hullámban is csírázzanak a szezon során. A poa téli csírázásának korlátozása érdekében a téli csírázás előtt

a kelő gyomirtó szereket késő nyáron vagy kora őszelel kell kijuttatni, amikor a talajhőmérséklet az alaphőmérséklet alá csökken.

Tavasszal a poa növekedése akkor éri el a csúcspontját, amikor a talajhőmérséklet 16 °C fölé emelkedik. A legtöbb szelektív posztemergens herbicidnek a poa nagyon korai növekedési szakaszában kell hatnia. A kijuttatásnak jóval a növekedési csúcspont alatt kell történnie, és ha nem érjük el az ablakot, nagyobb dózist kell választani az elfogadható eredmény eléréséhez.

Az alábbiakban bemutatjuk a gyakori gyomnövények és a hozzájuk tartozó alaphőmérsékletek tájékoztató jellegű listáját. Ne feledje, hogy az alaphőmérséklet egy átlagos érték, és a magok egy része mindig kevésbé optimális körülmények között fog kicsírázni. Ezenkívül más tényezők, például a talaj nedvesséviszonyai is szerepet játszanak.

"Egy adott gyomnövény-probléma elleni védekezéshez jó ismeretekre van szükség arról, hogy az adott gyomfaj hogyan reagál a hőmérsékletre, de a valós idejű hőmérsékleti adatok is tükrözik ezt az ismeretet"





Gyomirtás időzítés

Folytatódik

Csírázási bázishőmérséklet a kiválasztott gyomok esetében		Alaphőmérséklet	
Angol név	Fajok	oC	oF
Egynyári káposztarepce	Sonchus Oleraceus	6	43
Barnyardgrass	Echinochloa Crus-galli	6	43
Fűszegfű, kikerics	Galium Aparine	3	37
Beggarticks, Bur	Bidens Tripartita	6	42
Fekete éjjeli árnyék	Solanum Nigrum	12	53
Blackgrass	Alopecurus Myosuroides	0	32
Csicsóka	Stellaria Media	1	35
Cocklebur	Xanthium Strumarium	5	42
Búzavirág	Centaurea Cyanus	2	35
Geranium, vágottlevelű	Geranium Dissectum	2	35
Zöld róka farkok	Setaria Viridis	6	43
Groundsel	Senecio Vulgaris	3	37
Jimsonweed	Datura Stramonium	10	51
Csomósodás, elszáradt	Polygonum Aviculare	0	32
Báránynegyedek	Chenopodium Album	6	42
Nagy rákfű	Digitaria Sanguinalis	8	47
Köles, vadpróza	Panicum Milliaceum	10	51
Szagtalan kamilla	Matricaria Perforata	2	35
Pale Smartweed	Polygonum Laphifolium	6	42
Disznóparéj, sima	Amaranthus Hybridus	9	48
Purslane	Portulaca Oleracea	11	52
Ragweed	Ambrosia Artemisiifolia	4	38
Shepherd's-Purse	Capsella bursa-pastoris	5	40
Köldökfű, Ivy leaf	Veronica hederifolia	0	32
Velvetleaf	Abutilon Theophrasti	7	44
Míg a mustár	Sinapis Alba	3	38
Vad zab	Avena Fatua	2	36
Sárga róka farkok	Setaria Pumila	8	47

A. Gardarin et al. 2010 alapján.





6

Talajhőmérséklet és nitrogén



Amikor a talaj felső rétege már elérte a vetéshez szükséges hőmérsékletet, a talaj még mindig elég hideg maradhat ahhoz, hogy korlátozza a talaj szerves anyagának mikrobiális mineralizációját, amely a természetes állapotú talajban a növények számára elérhető nitrogén forrása. Következésképpen a nitrogén általában a vegetatív növekedés korlátozó tényezője a nagyon korai vegetációs időszakban. Sok növénynek jól tesz a kora tavaszi trágyázás, de ugyanazok a mechanizmusok, amelyek a tél folyamán megfosztották a talajt a nitrogéntől, még mindig működnek. Oxigén hiányában a nitrát

denitrifikálódik, és mivel semmilyen módon nem kötődik a talajrészecskékhez, a lefolyó vízzel kioldódik, na a növények növekedése túl gyenge ahhoz, hogy a tavaszi trágyázásból kioldódó összes ásványi nitrogént felvegye.

Ennek eredményeképpen a nitrogéntrágyát és annak oldhatóságát a növény növekedésével kell összehangolni, figyelve a túl nedves, anoxikus talajállapotokra és a közelgő esőzésekre is.

Tavasszal a nitrogénszükséglet megfelelő forrása olyan formában áll rendelkezésre, amely azonnal felvehető a növények számára. A nitrát azonnal rendelkezésre áll, míg a karbamidnak átalakulásra kell keresztülmennie, mielőtt a növény számára elérhetővé válik. Az átalakulás biológiai folyamat, ezért számos tényezőtől függ, amelyek közül a talaj hőmérséklete a legfontosabb.

Ha a talaj még mindig hideg, körülbelül $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($36\text{ }^{\circ}\text{F}$), a karbamid első átalakulása ammóniummá körülbelül 4 napot vesz igénybe, és az ammónium nitráttá történő második átalakulása több mint 6 hétig is eltarthat.

A gyökérszétválás a gabonafélék és a fűfélék esetében már a talaj felolvadásakor, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on megkezdődik. A tényleges növekedés és az ehhez kapcsolódó tápanyagszükséglet akkor gyorsul fel teljes sebességre, amikor a talaj felső rétege eléri a $8\text{--}9\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot. A füves területek trágyázása akkor javasolt, amikor a talaj felső rétege néhány napig $5\text{--}6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on áll, és nem várható komolyabb fagy.

A téli gabonaféléket tavasszal figyelembe véve, ha a korona fehérnek és egészségesnek tűnik, a növény jó állapotban van. A koronaszövetből történő növekedés a talajhőmérséklettől függ. A $9\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os korona hőmérséklete felgyorsítja a növekedést és a teljes száradás, ami több hétig is eltarthat.

A műtrágya $5\text{--}6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékleten történő kijuttatása optimalizálja a nitrogén hatékonyságát, és a hasznosulás megközelítheti a 90%-ot, szemben a sokkal korábban vagy túl későn történő trágyázással.

A talaj hőmérséklete 5 cm mélységben jellemzően naponta akár $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig is változhat (nappali-éjszakai hőmérséklet-ingadozás). Bár a csúcshőmérséklet jellemzően fiziológiai jelenségeket vált ki a növényben, az átlagos szint szemmel tartása valószínűleg biztonságosabb és konzervatívabb módszer.

Az évelő káposztarepce már akkor elkezd növekedni, amikor a talaj hőmérséklete öt egymást követő napon keresztül eléri az $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, és a nitrogénműtrágya ezt megelőzően történő kijuttatása környezeti károkat okozhat.

Noha nehéz részletes adatokkal találkozni arról, hogy milyen talajhőmérséklet indítja növekedésnek az egyes téli kultúrákat, a legegyszerűbb módszer az, ha egyszerűen megfigyeljük és megismerjük a talajhőmérsékletet az alábbi időpontokban

amely minden egyes fajta minden egyes helyi éghajlaton tavasszal kezdi meg a növekedést. Ennek a hőmérsékleti küszöbértéknek a feljegyzése egyrészt a sokkal hűvösebb talajokon történő műtrágyázás elkerülésének mutatójává válik, másrészt pedig azt is lehetővé teszi, hogy ne maradjunk le túlságosan az alkalomról.



Talajhőmérséklet és nitrogén

Folytatódik

Megfelelő hőmérséklet az őszi alkalmazáshoz

Ha vízmentes ammónia őszi kijuttatását fontolgatjuk, fontos megvárni, amíg a talajhőmérséklet 10 °C-ra (50 °F) lehűl, és a tendencia még hidegebb lesz. Ugyanez az útmutatás vonatkozik a folyékony trágyára is.

A nitrát formájában lévő nitrogén a talajból a nedves körülmények miatt könnyen elvész. Az alkalmazott vízmentes ammónia NH₃, amely a vízben ammóniummá (NH₄⁺) alakul át. Az ammóniumot ezután a negatív töltésű talaj vonzza, és nem mosódik ki, illetve nem vész el denitrifikációval.



A nitrátot viszont a talajmikrobák ammóniumból állítják elő, és a negatív töltésű talaj taszítja, valamint kioldódhat és denitrifikációnak is alávethető, ami egy másik mikrobiális folyamat, ahol oxigén hiányában a nitrátot oxigén helyett nitrogéngázmolekulákká (N₂) és dinitrogén-oxidná (N₂O) alakítják át, és a talajból a légkörbe távozik.

Mivel a nitrifikáció mikrobiális folyamat, a nitrifikáció sebességét számos, a biológiai aktivitást befolyásoló tényező befolyásolja. Ezért az ammónium nitráttá történő átalakulásának lassítására a hideg talaj az egyik módja. A nitrifikáció optimális hőmérséklete 32 °C körül van. 10 °C alatt a sebesség gyorsan lelassul, de 0 °C-ig bizonyos szinten folytatódik.

A talajhőmérséklet nem befolyásolható, de ahogy a talaj ősszel lehűl, a késő őszi kijuttatások nitrifikációja csökken. Ősszel a későbbi kijuttatás jobb, mivel a hidegebb talaj kevesebb nitrifikációt jelent. Ne feledje, hogy a nitrogén őszi kijuttatásának ideje nem az első nap, amikor a hőmérséklet eléri a 10 °C-ot, hanem akkor, amikor a tendencia a 10 °C alatti időszak és a folyamatos lehűlés felé mutat.

A talaj szerves anyagának nitrogénfelszabadulása

A szerves nitrogén a talajhőmérséklet emelkedésével (a talajnedvességgel és a mikrobákkal összefüggésben) kezd elérhetővé válni. A talaj szerves anyagának mikrobiális lebontása felszabadítja a szerves nitrogénkészleteket a növények számára elérhető formákba. A Texasi Egyetemen végzett laboratóriumi kísérletek szerint a folyamat körülbelül 10 °C (51 °F) talajhőmérsékleten kezd aktívvá válni, 15 °C (59 °F) hőmérsékleten ér el bizonyos jelentőséget, és 25 °C (77 °F) hőmérsékleten több mint kétszer olyan hatékony lesz.

Ha a szántóföldeken elemezték a talaj szerves nitrogénkészleteit és a mikrobák azon potenciálját, hogy a vegetációs időszak alatt mineralizálják ezeket a nitrogénkészleteket, akkor a hozzáadott nitrogénbevitel beállításakor figyelembe lehet venni a talaj hőmérsékletétől és nedvességtartalmától függő nitrogénfelszabadulást a vegetációs időszak alatt.



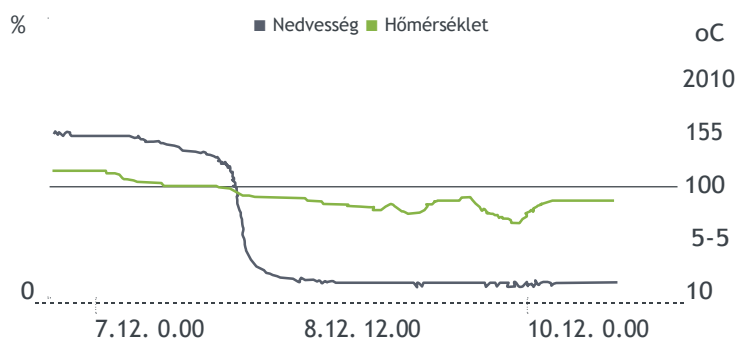


7 A fagy On-line nyomonkövetése.

A sarkvidéki országokban, ahol a talaj télen általában megfagy, a talaj állapotának valós idejű áttekintése számos előnnyel jár, amelyek közül a legfontosabb a közelgő tavaszi munkaszezonra való felkészülés. Egyetlen érzékelő nem képes mérni a fagymélységet, másrészt viszont a legalább két mélységből származó adatok szükséges betekintést nyújtanak. Ha látjuk, hogy a talaj milyen ütemben olvad a felső talajrétegben, akkor a mélyebb rétegek olvadására is felkészülhetünk.

Más szempontból a takarónövény vagy egy kártevő, például a csigák fagypusztulása várható, és a hótakaró vagy a növényi maradványok alatti valódi talajhőmérséklet nyomon követése. A növények és kártevők fagypusztulási mechanizmusa nagyon hasonlít a korábban ismertetett növénykultúrák téli túlélési modelljéhez. Az egyes fajokra vonatkozó egyedi küszöbértékeket azonban nehéz lehet megtalálni.

Amikor a talaj lefagy (vagy visszaolvad), mindig van egy átmeneti fázis $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on ($32\text{ }^{\circ}\text{F}$). Amint a talaj a hőmérséklet elérte a fagypontot, a lehűlés megáll arra az időre, amíg a talajvíz kikristályosodik. A vízből jéggé való átmenet jelentős mennyiségű energiát szabadít fel, és mivel a talaj nem hűl tovább fagyott hőmérsékletre, amíg az összes víz jéggé nem változik. Ez jól látható a mérési adatokban, mivel a kapacitív talajnedvesség-érzékelők a jeget nem tekintik tényleges nedvességnek. Ennek eredményeképpen a nedvességmérés a fagyási fázisban csökken, és amint az összes víz megfagyott, a talajhőmérséklet végül $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá csökken.



Amikor a talaj lefagy, a hőmérséklet csökkenése megáll, amíg szinte az összes víz meg nem fagyott, ami a nedvességtartalom mérésének jelentős csökkenésében nyilvánul meg.





A fagy on-line nyomonkövetése.

Folytatódik

Ugyanez a jelenség fordítva is bekövetkezik, amikor a talaj felolvad, néha többször is, amikor a nappali és az éjszakai hőmérséklet között óriási a különbség. A talaj akkor olvad fel teljesen, ha a nedvesség eléri azt az eredeti nedvességtartékot, amelyet a lefagyáskor mértek. Létezik még olyan is, hogy "részben fagyott talaj", ami azt jelenti, hogy a talaj 0 °C-ra lehűl, de a nedvességtartalma csak enyhe csökkenést mutat.

Számos olyan nagy forgalmú művelet van, amelyeknek előnyös a fagyott talaj. A földmunkák és az erdészeti forgalom csak fagyott mezőn keresztül lehetséges, de a tényleges szántóföldi munkák, mint például a mész és a szerves talajadalékanyagok akkor a legjobb, ha a talajszerkezet károsodásának veszélye nélkül szórják ki.

A tavaszi műtrágyázás néha nehézkes az egyenetlen hóolvadás és az esetlegesen nedves talajviszonyok miatt, de a hóolvadást követő reggeli fagyok általában lehetővé teszik az időben történő kijuttatást. Egy példa, A kömény (*Carum carvi*) az egyik olyan növény, amely a tavaszi növekedést szó szerint a latyakon keresztül kezdi meg, és következésképpen nagyon korai trágyázásnak örvend, ami általában csak akkor érhető el, ha a talaj jelentősen kiszárad, kivéve, ha egy reggeli fagy lehetőséget ad rá.



"A nedvességtartalom csökken a fagyási fázisban, és ha minden víz megfagyott, a talajhőmérséklet végül 0 °C alá csökken."

Hivatkozások

Dubetz et al. 1961. *Effect of Soil Temperature on Seedling Emergence*, *Canadian Journal of Plant Science* 42.

A. Gardarin et al. 2010. *A gyompopulációdinamikai modellek kulcsfontosságú paramétereinek becslése: A csírázáshoz szükséges bázishőmérséklet és bázisvízpotenciál*, *Europ. J. Agronomy* 32 (2010):162-168.

dos Santos, H.O. et al. 2019. *A talajhőmérséklet hatása a kukorica magvak kelésében*. *Journal of Agricultural Science*. 11(1):479-484.

D.B. Fowler és K. Greer. 2003. *Egy webalapú modell a gabonafélék téli túlélésének becslésére*.

California Master Gardener Handbook, 2. kiadás, *Regents of the University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 3382*.

Téli gabonafélék túlélési modellje, *Saskatchewan Egyetem*, https://www.wheatworkers.ca/wcsm_paper.pdf

Agehara és Warncke. 2005. *A talajnedvesség, a hőmérséklet és a nitrogénfelszabadulás*. *Soil Science Society of America Journal* 69: 1844-1855.

