

A hőmérséklet hatása a tölgy-csíranövények gyökerének növekedésére

N. G. POTAPOV

Eötvös Loránd Tudományegyetem Növényélettani Intézet, Budapest

A hőmérséklet hatását a növényi szervezetre már régóta tanulmányozzák és a botanikai irodalomban széles körben tárgyalják. Az összes kultúrnövényekre és sok vadontermő növényre vonatkozóan megállapították a minimum, optimum és maximum kardinális hőmérsékleti pontjait. A stádiumos fejlődés elmélete iránt megnyilvánuló nagy érdeklődéssel kapcsolatban elég sok dolgozatot közölnek a növényeknek a hőmérsékleti tényezőre mutató reakciójáról, a fejlődés különböző stádiumain.

Ezekben a dolgozatokban rendszerint vagy az egész növényi szervezet, vagy pedig főképpen a földfeletti szervek reakciójára mutatnak rá. A hőmérsékletnek a gyökerek növekedésére gyakorolt hatását még nem tisztázták eléggé. Ugyanakkor az izolált növényi szövetek tenyésztésével foglalkozó nagyszámú dolgozat világosan utal arra, hogy a gyökér és a szár specifikusan reagál a külső behatásokra. Számos növény gyökerét elég könnyű tenyészteni, míg ugyanakkor az izolált szár tenyésztésének feladata mindeztideig nincs még megoldva. A gyökér növekedésére kedvező feltételek tehát nem biztosítják a földfeletti szervek normális növekedését. Ebből következik, hogy a tankönyvekben és szakkönyvekben közölt kardinális minimum, optimum és maximum pontok csak relatív jelentőségűek és nem vonatkoznak az egész szervezetre, hanem csak valamely szerve-

Ugyanazon növény különböző szerveinek a hőmérséklettel szembeni viszonyában mutatkozó jellegzetes eltérésekre már régen rámutatott Wiesner [6] és Heinrich [1]. Wiesner írja, hogy a gyökerek alacsonyabb hőmérsékleten növekednek, mint a szárak.

A gyökér és szár működésének specifikus sajátosságait tanulmányozva szükségesnek tartottuk megvizsgálni, hogyan hat a hőmérséklet a gyökér és a szár növekedésére.

A gyökér és a szár külső tényezők hatására mutatott reakciójának alaposabb és részletesebb ismerete nem csupán elméleti szempontból érdekes, hanem a vetési időpontok és a magvak vetési mélysége megállapításával kapcsolatos agrotechnikai eljárások megalapozásához is szükséges. Vizsgálatunk tárgya a tölgy makk (Quercus robur) volt. Miután nem rendelkezünk a szükséges berendezéssel, a makkok csírázását csak három hőmérsékleten tudtuk megfigyelni: 6–8, 10–12 és 18–20 C°-on.

A tölgy makkokat igen megfelelőnek tartottuk erre a célra, mert meglehetősen lassan csíráznak. Természetes körülmények között, csemetekertekben a makkok tavaszi vetése esetén a tölgy csíranövényei a legjobb esetben a vetés után egy hónappal, de gyakran még későbbben jelennek meg.

Kísérletünkhöz homokkal töltött tenyészedenyeket használtuk. A tenyészedenyekben a vízkapacitás 60%-ának megfelelő állandó nedvességet tartottunk fenn. A makkokat 3–4 cm mélyre ültettük. Az első tájékoztató kísérletet a külső makkhéjtól megfosztott makkokkal végeztük. Az ültetést követő 27. napon, amikor a 18–20 C°-os variánsnál a szár éppen hogy növekedésnek indult mértük a központi gyökér hosszát és az egész gyökérrendszer súlyát. Az alábbi 1. táblázatban közöljük a gyökerek hosszát és nyers súlyát.

Meg kell jegyeznünk, hogy a gyökérl hossz, hasonlóan, mint a hajtás hossza is, nem tükrözi vissza a növekedési folyamatok intenzitását, azaz az adott szerv szerkezeti elemei újraképződésének intenzitását. Ezért a gyökér hosszabbodása nem arányos súlygyarapodásával.

A makkok igen gondos kiválogatása és a külső maghéj eltávolítása következtében meglehetősen kiegyenlített anyagot sikerült kapnunk.

1. táblázat

A tölgy-csíránövénnyek gyökereinek hossza és nyerssúlya különböző hőmérsékleten

Sorszám	6—8 C°		10—12 C°		18—20 C°	
	Gyökérlhossz	Súly	Gyökérlhossz	Súly	Gyökérlhossz	Súly
	cm	g	cm	g	cm	g
1	6,4	0,78	15,6	1,72	24,8	2,51
2	7,2	0,91	19,3	1,85	27,3	2,79
3	8,1	0,85	18,4	1,60	29,6	2,91
4	9,3	0,96	21,4	2,05	28,9	2,58
5	11,1	0,98	20,6	1,91	30,3	2,87
6	10,7	1,10	22,5	2,13	29,8	2,81
7	8,9	1,07	24,7	2,17	30,5	2,75
8	7,3	0,54	17,8	1,52	27,9	2,41
9	6,4	0,70	19,6	1,86	29,4	2,75
10	8,7	0,76	21,5	1,97	27,6	2,31
Átlag	8,4	0,86	20,1	1,87	28,6	2,67

A közölt táblázatból látjuk, hogy a tölgy gyökerei 6—8 C°-os hőmérsékleten kezdenek nőni. Nagyobb hőmérsékletnél a gyökerek növekedésének intenzitása is emelkedik. A vizsgált hőmérsékletek határain belül azonban a gyökérlnövekedés intenzitásának változása nincs alávetve Van't-Hoff szabályának. A gyökérlnövekedés intenzitása jelentősen nagyobb 10—12 C°-on, mint 6—8 C°-nál; amikor azonban a hőmérséklet kb. a duplája, a növekedés intenzitása akkor kb. csak 20% -kal több.

Nem térünk ki azonban erre a körülményre, hanem arra hívjuk fel a figyelmet, hogy a gyökérl eléggé intenzíven növekszik már azon a hőmérsékleten, amelyen a szár még nem is kezd növekedni.

Ebben az esetben a növekedés a sziklevek tartalékanyagainak terhére történik, melyek azonban mind a gyökérl, mind a földfeletti szervek növekedése számára hozzáférhetőek.

A gyökérl és szár növekedésének a hőmérséklettől való függésében megmutatkozott különbség e szervek anyagcseréjének és szervesanyag-szintézisének sajátosságára utal.

A következő kísérlet beállításakor sem rendelkezünk faktorosztatikus berendezéssel. Ezért az alacsony hőmérsékletű variáns edényeit a szabadban, földbe ástuk, a 8—10 C°-os hőmérsékletű variánst fűtetlen, a 18—20 C°-os hőmérsékletűt pedig fűtött üvegházban tartottuk. Következésképpen, a kísérlet mindhárom variánsában az említett hőmérséklet nem volt állandó,

egész idő alatt változott, igaz, hogy meglehetősen szűk határokon belül. Ezenkívül kétségtelenül különbség volt a három variáns között a többi külső tényezőkben is, amilyen pl. a megvilágítás, a levegő nedvességtartalma, stb. A kísérletben azonban a domináló mégis a hőmérsékleti tényező volt, ezért lehetők tartottuk a kísérlet eredményeit felhasználni olyan értelemben, hogy ezek rámutatnak a tölgy makk gyökere és hajtásrésze növekedésének a hőmérséklettől való függésére.

2. táblázat

A hőmérséklet hatása a tölgy csíranövényeik gyökerének és szárának növekedésére

(1) Variáns sorszám	(2) Hőmérséklet C°	(3) Gyökérhossz mm	(4) Gyökérsúly g	(5) Szársúly g	(6) Gyökérsúly aránya a szársúlyhoz
1	0—5	8,0	0,11	0,0	0,0
2	8—12	172,0	1,43	0,20	7,1
3	18—20	154,0	1,56	1,02	1,5

A kísérletet január 13-án állítottuk be. A kísérlet első variánsában a középhőmérséklet januárban 0 C° körüli, februárban 2,6 C° körüli, míg március első felében 5,3 C° körüli volt. Ezután a kísérlet minden variánsából két-két edény növényeit feldolgoztuk. (Minden edényben 15-15 makkot ültettünk el.) A gyökér és a szár hosszát és súlyát minden növénynél külön meghatároztuk. Az alább közölt adatok 30 mérés középértékeit jelentik.

Feleslegesnek tartjuk, hogy minden egyes növényre külön közöljük az adatokat, valamint a gyökér és szár növekedésének a következő két hónap folyamán kapott adatait. Már ebből a kis táblázatból is világosan látni a gyökér és a szár merisztémái működésében mutatkozó sajátosságokat.

Már említettük, hogy a gyökér és a szár számára a kísérleti körülmények szempontjából korlátlan mennyiségű táplálékanyag állott rendelkezésre a makk szikleveleiben, mely két hónap alatt igen kevésbé használódott el.

A gyökér merisztémájából már 0—5,3 C°-os hőmérsékleten megkezdődik az osztódás és differenciálódás folyamata, az élőanyag szintézise. Ebben az időben a szár merisztémája még nyugalmi állapotban van. 8—10 C°-os hőmérsékleten a gyökér intenzíven növekszik, míg ugyanakkor a szár csak lassan kezd növekedni. Ebben az időben a szerves anyag szintézisének intenzitása a gyökérben hétszerese a szár megfelelő értékének. Csak a 18—20 C°-os hőmérsékleten szintetizált a gyökér mindössze másfélszer több szerves anyagot, mint a földfeletti szervek.

Következésképpen a növekedés és a szerves anyag szintézisének folyamata a gyökérben és a szárban minőségileg különbözik. Jól ismerjük a gyökér és a földfeletti szervek növekedésében mutatkozó korrelációt. Mindenekelőtt nyilvánvaló, hogy a gyökér növekedése egyenes összefüggésben áll a levelekben szintetizált energetikai anyaggal való ellátásától. Életének első szakaszán a mag tartalékanyagaiból fejlődik a gyökér, majd testének felépítéséhez és az anyagcsere folyamatok megvalósításához felhasználja a levelekben szintetizálódó plasztikus anyagokat. A gyökér viszont a földfeletti szerveket látja el vízzel és ásványi anyagokkal. Ez a gyökér és szár működésében fennálló egyszerű és mindenki számára érthető kölcsönös hatás. Ezzel azonban nem merül ki a gyökérrendszer és a földfeletti szervek növekedésének kölcsönös összefüggése.

Most már határozottan megállapítottnak tekinthetjük, hogy a növények többségének földfeletti szervei vagy egyáltalán nem nőnek, vagy pedig rendkívül lassan növekednek gyökér hiányában a vízzel és tápanyagokkal való teljes ellátottságuk esetében is. Ezt különösen szemléltetően lehet bizonyítani csíranövényeken, amikor mind a gyökér, mind a szár testét a mag tartalékanyagaiból építi fel.

De Ropp [4, 5], valamint a mi kísérleti anyagunk [2,3], továbbá Martosné aspiránsunk még nem publikált adatai világosan mutatják, hogy gyökér hiányában nagyon megnehezül a mag tartalékanyagainak felhasználása a földfeletti szervek növekedési folyamataihoz. Feltehető lenne, hogy a gyökerek eltávolítása igen durva operáció, amely megzavarja a növény anyagcsere-folyamatait. Kísérletünkben azonban megmutattuk, hogy nem csupán a gyökerek eltávolítása, hanem a gyökerek oxigénhiánnyal előidézett életműködés-csökkenése is gátolja a mag tartalékanyagainak felhasználását a szár növekedéséhez.

Mindez arra mutat, hogy a gyökér és a földfeletti szervek között mélyebb, közvetlenebb egymásrahatás áll fenn, melynek lényege ma még nem világos számunkra.

Az utóbbi időben több szerző gyakran hangoztatta azt a feltevést, hogy a gyökérben számos fiziológiailag aktív anyag szintetizálódik, amelyek nélkülözhetetlenek a földfeletti szervek növekedéséhez. Ezen fiziológiailag aktív anyagok izolálására és identifikálására irányuló próbálkozások eddig sikertelenek maradtak. Csak egy kétségtelen, hogy ezek az anyagok nem az auxinok vagy ezek homológjai, mert bebizonyítottunk tekinthetjük, hogy ez utóbbiak igen könnyen szintetizálódnak a növények földfeletti szerveiben.

A gyökér és a szár anyagcserejének vizsgálata különböző hőmérsékleten segítségünkre lesz abban, hogy az említett szervek növekedési folyamatainak jellegzetességét kiderítsük. Ezekben a vizsgálatokban azonban nem korlátozódhatunk a növekedés szummáris indexeinek számbavételére, mint amilyen a szerv mérete és súlya, hanem adatokat kell szereznünk az osztódásra és a szövetek differenciálódására vonatkozólag is.

A kutatók és a mezőgazdaság gyakorlati szakembereinek figyelmét még azért is felhívjuk erre a kérdésre, mert a növényi szervek funkciója és a hőmérséklet közötti egymásrahatás megértésének segítségével racionálizálhatjuk az agrotechnikai eljárásokat, illetve fokozhatjuk a gazdasági növények termését.

Az ilyen irányú és a mezőgazdasági gyakorlat kérdéseinek megoldására irányuló kutatások, véleményünk szerint aktuálisak és rendkívül perspektivikusak.

Összefoglalás

Megvizsgáltuk a tölgy-csíranövények gyökereinek fejlődési intenzitását különböző hőmérsékleten. A kísérleti anyag tölgymakk (*Quercus robur*).

A gyökér merisztémájában már 0–5,3 C° hőmérsékleten megkezdődik az osztódás és differenciálódás folyamata, az élőanyag szintézise. Ebben az időben a szár merisztémája még nyugalmi állapotban van. 8–10°-os hőmérsékleten a gyökér intenzíven növekszik, míg ugyanakkor a szár csak lassan kezd növekedni. Ebben az időben a szerves anyag szintézisének intenzitása a gyökérben hétszerese a szár megfelelő értékének. Csak a 18–20 C°-os hőmérsékleten szintetizált a gyökér mindössze másfélszer több szerves anyagot, mint a földfeletti szervek.

Érkezett : 1955. március 1.

Irodalom

- [1] *Heinich, K.* : Jahrb. f. wissensch. Bot. **46**. 207. 1909.
 [2] *Potapov, N. G.* : Vesztnik Agrotehniki. 2. 1940.
 [3] *Potapov, N. G., Frenyó, V. & Farkas, Gy.* : Annales Biol. Univ. Hung. **2**. 83. 1952.
 [4] *De Ropp, R. S.* : Ann. Bot., N. S. **10**. 31. 1946.
 [5] *De Ropp, R. S.* : Ann. Bot., N. S. **10**. 353. 1946.
 [6] *Wiesner, J.* : Sitzungsber. der kaiserl. Akad. d. Wiss. Wien, **67**. 1. 9. 1873.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РОСТ КОРНЯ ПРОРОСТКОВ ДУБА

Н. Г. Потапов

Кафедра физиологии растений Университета им. Л. Этвеша, Будапешт (Венгрия)

Резюме

Автор изучал действие различных температур на рост корня и стебля проростков дуба. Объектом исследования были жолуди (*Quercus robur*).

В меристеме корня уже при температуре 0—5,3°C начинается процесс деления, дифференцировки, синтеза живого вещества. В это время меристема стебля находится еще в покое. При температуре 8—10°C корень интенсивно растет, тогда как стебель только медленно трогается в рост. В это время интенсивность синтеза органического вещества в корне превышает соответствующую величину в стебле в 7 раз. Лишь при температуре в 18—20°C синтезирует корень только в 1,5 раза больше органического вещества, чем надземные органы.

Таблица 1.: Длина (в см) и сырой вес (в г) корней проростков дуба при различной температуре.

Таблица 2.: Влияние температуры на рост корня и стебля проростков дуба. (1) №№ варианта. (2) Температура. (3) Длина корня в мм. (4) Вес корня в г. (5) Вес стебля в г. (6) Отношение веса корня к весу стебля.

L'influence de la température sur la croissance de la racine des plantules du chêne

N. G. ПОТАПОВ

Institut de Physiologie Végétale de l'Université des Sciences L. Eötvös,
Budapest (Hongrie)

Résumé

Nous avons étudié l'intensité de la croissance des racines des plantules du chêne en fonction de la température. Comme matériel de l'expérience nous nous sommes servis de glands de chêne (*Quercus robur*).

Dans le méristème de la racine le processus de la division et de la différenciation, la synthèse de la matière vivante, commence déjà à 0—5,3° C. A ce temps le méristème de la tige est encore en état de repos. À 8—10° C la racine se développe intensivement, tandis que la croissance de la tige ne commence que lentement. A ce temps l'intensité de la synthèse de la matière organique est de 7-fois autant dans la racine que dans la tige. À la température de 18 à 20° C la racine a synthétisé seulement un et demi fois autant de matière organique que les organes au-dessus de la terre.

Table. 1: Longueur et poids frais de la racine des plantules du chêne à différentes températures.

Table 2.: L'influence de la température sur la croissance de la racine et la tige des plantules du chêne. (1) No. de la variante. (2) Temperature °C. (3) Longueur de la racine en mm (4) Poids de la racine, en g. (5) Poids sec, en g. (6) Poids de la racine au prorata du poids sec.

Einwirkung der Temperatur auf das Wurzelwachstum von Eichenkeimlingen

N. G. POTAPOV

Pflanzenphysiologisches Institut der L. Eötvös Universität, Budapest (Ungarn)

Zusammenfassung

Es wurde die Einwirkung verschiedener Temperaturen auf das Wachstum der Wurzeln und der Stengel von Eichenkeimlingen einer Untersuchung unterworfen. Als Untersuchungsmaterial diente die Eichel (*Quercus robur*).

In dem Wurzelmeristem tritt schon bei 0–5,3 °C der Prozess der Teilung und der Differenzierung, d. h. die Synthese der lebenden Substanzen ein. Zur selben Zeit befindet sich das Meristem des Stengels noch im Ruhezustande. Bei einer Temperatur von 8 bis 10° geht ein intensives Wachstum der Wurzel vor sich, während der Stengel nur langsam zu wachsen anfängt. Während dieser Vorgänge ist die Intensität der Synthese an organischer Substanz in der Wurzel siebenfach höher als im Stengel. Erst bei 18–20° C synthetisierte die Wurzel das anderthalbfache der von den über der Bodenfläche befindlichen Organen synthetisierten organischen Substanzen.

Tabelle 1. Länge und Trockengewicht der Wurzeln der Eichenkeimlinge bei verschiedenen Temperaturen.

Tabelle 2. Einwirkung der Temperatur auf das Wachstum der Wurzel und des Stengels der Eichenkeimlinge. (1) Nr. der Variante. (2) Temperatur C°. (3) Wurzellänge mm. (4) Wurzelgewicht g. (5) Trockengewicht g. (6) Wurzelgewicht auf Trockengewicht bezogen.