

A növények csírázáskori sótűrése és az öntözés

PETRASOVITS IMRE

*Agrártudományi Egyetem, Földművelés-
és Növénytermesztéstan Tanszék, Gödöllő*

A szikes talajok öntözéssel való hasznosítása világszerte terjed és széles körű kutatómunka kibontakozása figyelhető meg. A rizsen kívül olyan növényfajokat keresnek, amelyek az öntözés hatására jó gazdasági eredménnyel termeszthetők ilyen talajokon. A kutatások a sótűrő növények nemesítésére is kiterjednek. Eközben olyan agrotechnika kialakítására törekednek, amely megfelelő növénytermesztési hozamok gazdaságos elérését teszi lehetővé [10].

Mindezek a kutatások sok esetben már eredményes talajtani jellegű alapkutatásokra épülhetnek. A hasznosítás érdekében főként a szikesedés törvényszerűségeinek megismerésére fordítottak sok energiát [11, 15].

Újabban az öntözésre használt vizek oldott sótartalmának mennyisége és minősége a kutatások témája [5]. Kutatómunkánkhoz legközelebb azonban azok a kísérletek és kutatások állanak, amelynek középpontja a növény. Hazánkban 1911-ben HERKE kezdte el a nem öntözött viszonyokra vonatkozó csírázási kísérleteket [4].

A szikes talajok növénytermesztési hasznosításának megoldása szempontjából alapvető azoknak a fiziológiai összefüggéseknek a feltárása, amelyek a sók növényre gyakorolt hatásmechanizmusával kapcsolatosak [13].

Számos kísérlet igazolja, hogy a különböző növényfajok eltérő mértékben reagálnak a sóhatásokra [8]. Arra is találunk adatokat, hogy az egyes növényfajok reakciójának különbözősége az egyes fejlődési szakaszokban is eltérő [7].

A fajon belül az egyes fajták sótűrőképességének összehasonlító vizsgálatával újabban szintén több kutató foglalkozik. A rizs növényfajon belül ilyen jellegű vizsgálatokat szerző is végzett [9]. Figyelmet érdemelnek az egyes szója-fajták sótűrésére vonatkozó kutatások eredményei [1].

A sótűrés fokának meghatározása rendkívül nehéz és összetett probléma. Erre utalnak azok a vizsgálatok, amelyek az egyes növényfajok sótűrésének meghatározását különböző fiziológiai mutatókhoz kötik. Így a csírázási % és a csírázási erélyen kívül a transpirációra [6], a légzésre [8], az ion felvételre [2] vonatkozó jellemzők mind-mind módosulnak a talaj, illetve a sejtnedv nagyobb sótartalmának hatására.

Sok vizsgálatot végeztek a sónak a növény morfológiájára, minőségére stb. gyakorolt hatásának megállapítására is [13]. SZTROGONOV javasolja, hogy „szikes talajon fenn kell tartani a tenyészidőszak alatt a fokozott talajnedvességet” és „a kevésbé sótűrő növényeket gyakrabban kell öntözni” [14].

A talaj nagy sótartalma káros hatásának forrását a múlt század végétől napjainkig sok kutató a talajoldat, illetve a növényi sejtnedv nagy ozmózis nyomás értékében látja [13]. A vonatkozó irodalom összevetése azonban sok

olyan elméleti feltevést és kísérleti adatot is közöl, amelyből kitűnik, hogy a sók káros hatása a nagy ozmózis nyomáson kívül a sók mérgező hatása miatt is előállhat [12].

Kísérleti rész

A tenyésztedény kísérleteket a szarvasi ÖRKI-ben 1958-ban kezdtük el. A tenyésztedény kísérleteket az Agrártudományi Egyetem Földművelés- és Növénytermesztési Tanszékén mikroparcellás szabadföldi kísérletekkel és laboratóriumi vizsgálatokkal folytattuk 1964-ig.

A kísérlet metodikájának kidolgozásánál abból indultunk ki, hogy a sókra a növények a csírázaskor legérzékenyebbek.

A kísérletekkel és vizsgálatokkal az alábbi kérdésekre kívántunk választ adni:

1. Milyen hatással vannak a különböző minőségű és mennyiségű sók a legfontosabb gazdasági növények csírázására, illetve a kelésre?

2. Hogyan befolyásolja az öntözés a legfontosabb gazdasági növények csírázásának ütemét és mértékét sós talajban?

1. Tenyésztedény kísérletek

Módszer: A kísérleteket a gazdasági növények magnagyságának megfelelően 500 és 100 cm² felületű tenyésztedényekben állítottuk be. A tenyésztedényeket kívül-belül olajfestékkel szigeteltük, és a 2 mm-es szítán átszítált talajt a sódózisokkal együtt alaposan elkevertük és a tenyésztedényeket a talaj szántóföldi vízkapacitásának megfelelően 50%, illetve 80% vízkapacitásig feltöltöttük, mindegyik növényből növényenként a kívánt mélységre 100–100 magot vetettünk el, négy sorozatban. A csírázás alatt a párolgási veszteséget 1–2 naponként súly szerint pótoltuk, ügyelve, hogy a talaj víztartalma lehetőleg állandó legyen.

A kísérlet talaja: szarvasi agyagos réti talaj, 0–10 cm-es rétegből származik. Tápanyagtartalmának jellemzői:

Humusz %	Összes só %	Felv. K ₂ O Egnér- Riehm szerint mg/100 g. t	Kötöttség	Felv. P ₂ O ₅ Truog szerint mg/100 g. t	Összes N %
2,44	0,198	8,0	40	33,92	0,1109

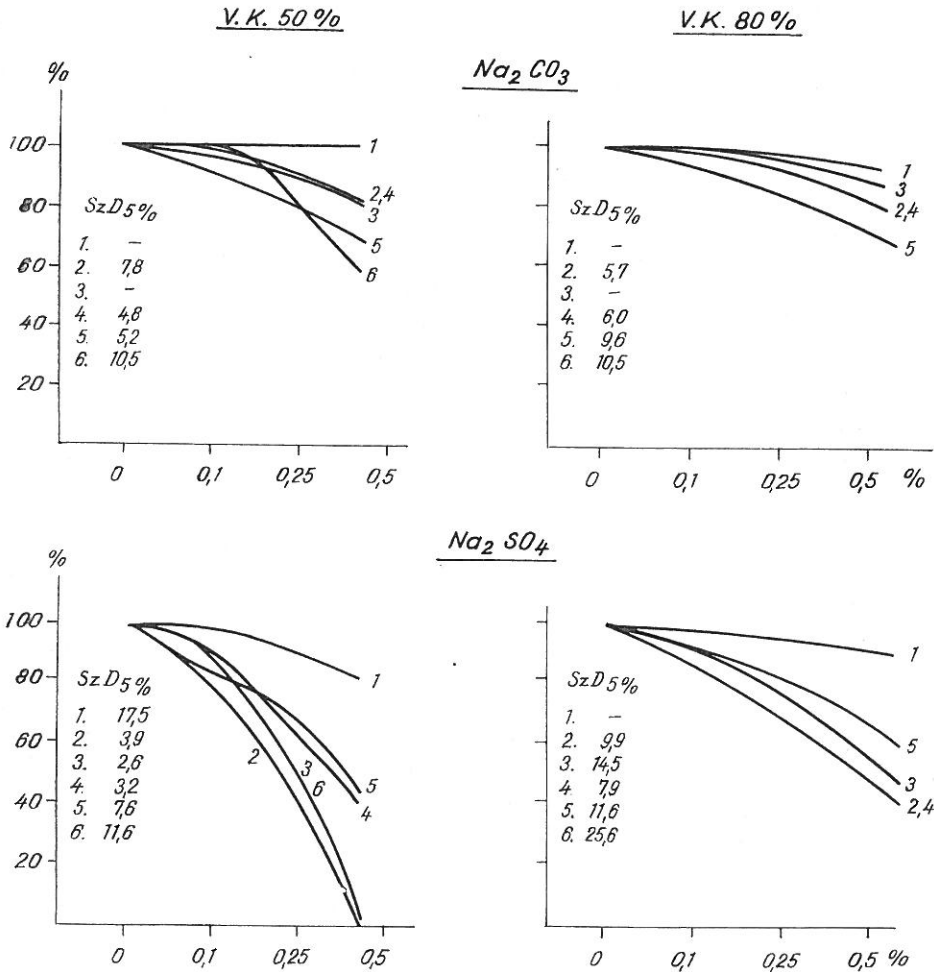
Az alkalmazott sómennyiségek légszáraz talajsúlyra vonatkoztatva a következők voltak:

Na ₂ CO ₃		Na ₂ SO ₄	
kezeletlen	∅	kezeletlen	∅
Na ₂ CO ₃	0,1 %	Na ₂ SO ₄	0,5 %
Na ₂ CO ₃	0,25 %	Na ₂ SO ₄	1,0 %
Na ₂ CO ₃	0,5 %	Na ₂ SO ₄	1,5 %

Kísérleteinkben az alábbi növényfajok csírázását vizsgáltuk: kukorica, cikrok, napraforgó, csomósebír, franciaperje, szálkásperje, lucerna, vöröshere. A kísérletek lebontása általában a keléstől számított 15. napon történt.

Az alkalmazott sómennyiségek és minőségek különböző növények csírázására gyakorolt hatását a kezeletlen edényekhez viszonyítva az alábbi jellemzőkkel értékeltük:

1. csírázási erély a csírázás 7. illetve 10. napján a kicsírázott magvak %-ában (1. ábra),
2. a mag, illetve a csíranövényke pusztulási %-a, a csírázás 20. napján (2. ábra),
3. a növények átlagos hajtáshossza és átlagos gyökérhossza cm-ben (3. ábra)
4. a növények abszolút szárazanyagsúlyának alakulása (4. ábra),
5. a növények föld feletti és gyökér részeinek aránya g-ban (1. táblázat),
6. a növények nyershamu- és SO_4 -tartalma az abszolút szárazanyag %-ban (2. táblázat).



1. ábra

Különböző sók hatása a csírázási százalékra (lucerna és vöröshere a 7. napon, a többi növény a 10. napon), 50, illetve 80% vízkapacitásnál. Függőleges tengely: csírázási %. Vízszintes tengely: sómennyiség %. 1. Kukorica. 2. Csomósebír. 3. Franciaperje. 4. Szálkás perje. 5. Lucerna. 6. Vöröshere

A felsorolt ábrák és táblázatok alapján a következő megállapítások tehetők:

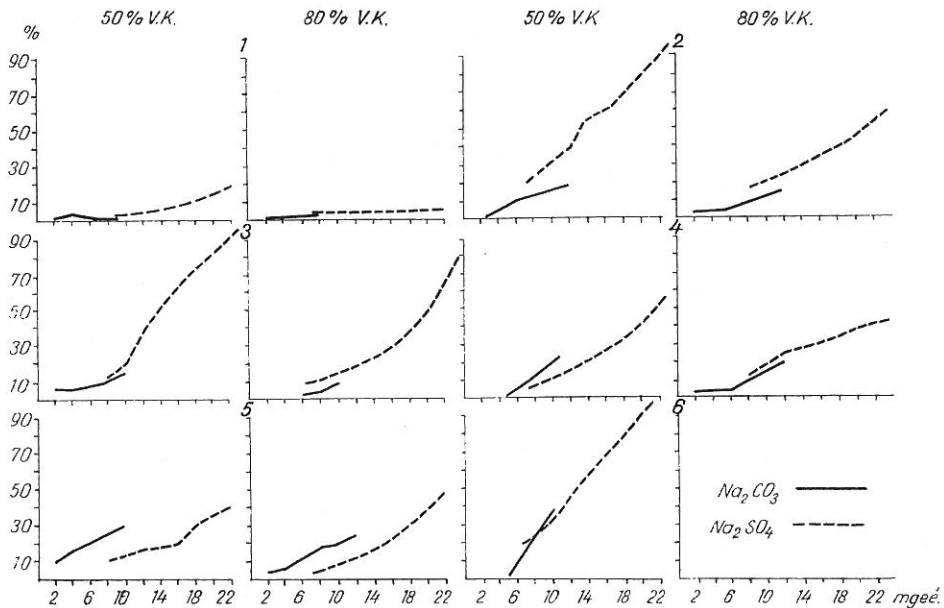
A csírázás megindulása. A csírázás megindulását a nátriumkarbonát három dózisa és a nátriumsulfát legkisebb mennyisége észrevehetően nem befolyásolta. Az 1,0–1,5%-os nátriumsulfát 1–2 nappal késleltette a kelést. A kukorica, szálkásperje és a franciaperje csírázása az 1,5%-os nátriumsulfát hatására a kontrollhoz viszonyítva 4–5 nappal késve indult.

Csírázási erély. Csírázási erélyt a lucernánál és a vörösherénél a 7. napon kicsírázott magvak %-ával, egyéb növényeknél a csírázás 10. napján kicsírázott magvak %-ával fejeztük ki.

Amint az 1. ábra adatai mutatják, a különböző növények csírázási erélye eltérően alakult a különböző sók hatására. A talajban bekövetkező változásokat, sólekötődést nem vizsgáltuk.

Eredmények

Na₂CO₃ hatása: A kukorica csírázási erélyét a nátriumkarbonát alkalmazott dózisaik lényegében nem befolyásolták. A fűvek és pillangósok azonban az eltérő sómennyiségek hatására különbözőképpen reagáltak. A legkisebb dózis a csomósebír és szálkásperje csírázási erélyét nem csökkentette, a franciaperje csírázását azonban kifejezetten gátolta. Különösen erős volt a depresszió a 0,5%-os sómennyiségnél. Ennek nagysága az 50%-os V.K. talajnedvességtartalom esetén a legérzékenyebb: a lucernánál és a vörösherénél a csírázott magvak aránya a 60% körül volt. A 80%-os talajnedvességtartalomnál a Na₂CO₃ depressziója számottevően kisebb volt.



2. ábra

Különböző sók fiziológiai toxicitása. Független tengely: csírapusztulás %, vízszintes tengely: só dózisosok mge-re átszámítva. 1–6. kísérleti növényeket lásd 1. ábra

Na₂SO₄ hatása: Az ábra adatai mutatják, hogy a Na₂SO₄ az alacsonyabb talajnedvesség esetén különösen károsan hatott a csomósebír, franciaperje és a vöröshere csírázására, míg viszonylag magas dózis esetén is legkevésbé okozott kárt a kukorica csírázásában.

Az 1.5%-os Na₂SO₄-tartalomnál a felsorolt növényeknél gyakorlatilag a csírázás teljes nyomottsága volt megállapítható, a 80%-os vízkapacitás-érték mellett azonban még igen nagy sémennyiségeknél is 40%-os csírázási erélyt találtunk.

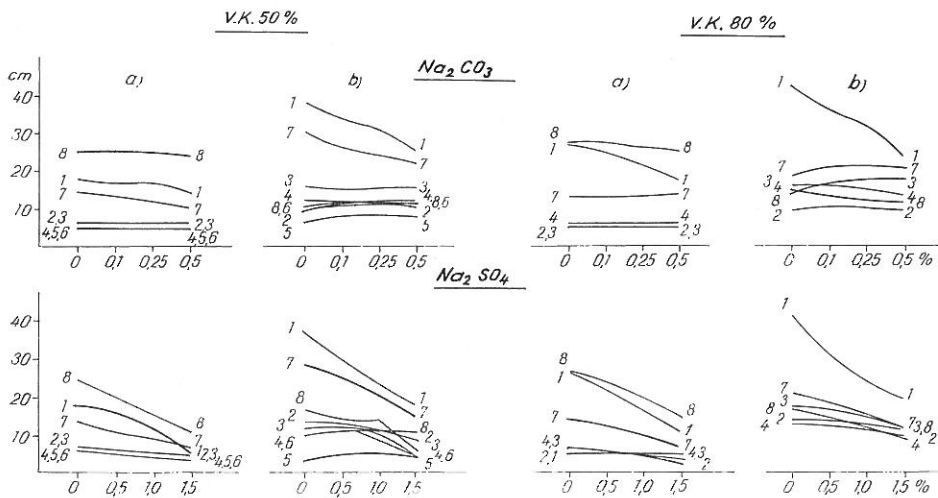
A végleges magpusztulás %-a magában foglalja a különböző sók növényekre gyakorolt fiziológiai toxicitását is. A sódózisokat mg egyenértékre átszámítva megállapítható, hogy a lucernában ugyanazon mg egyenértékű sémennyiség pusztító hatása a Na₂CO₃ esetében nagyobb volt, mint a Na₂SO₄ esetén (2. ábra).

Ezen az összefüggésen nem változtatott a talajok magasabb nedvességtartalma sem. A két só toxikus hatása a kukoricára kb. azonos mértékűnek mondható. A csomósebír és franciaperje esetében pedig a Na₂SO₄ ugyanazon mg egyenértéke a csírázásra károsabb volt, mint a Na₂CO₃-é.

A különböző só és talajnedvesség viszonyoknak a növények növekedésére gyakorolt hatását a növények átlagos magasságával és átlagos gyökérhosszával fejezzük ki.

A 3. ábra adataiból idevonatkozóan megállapítható, hogy a hajtáshossz a sódózisok hatására bár eltérő mértékben csökkenő tendenciát mutat. A magasabb nedvességtartalmú talajban a hajtáshossz-csökkenés a sódózisok fokozódásával a kisebb nedvességtartalmú talajhoz hasonló mértékű.

Ami a két sónak a kezdeti növekedésre gyakorolt hatását illeti, az ábra adataiból megállapítható, hogy egyes növények magasságát a Na₂SO₄ kisebb dózisa is csökkentették. A füveknél és pillangósoknál a Na₂SO₄-nak ez a káros



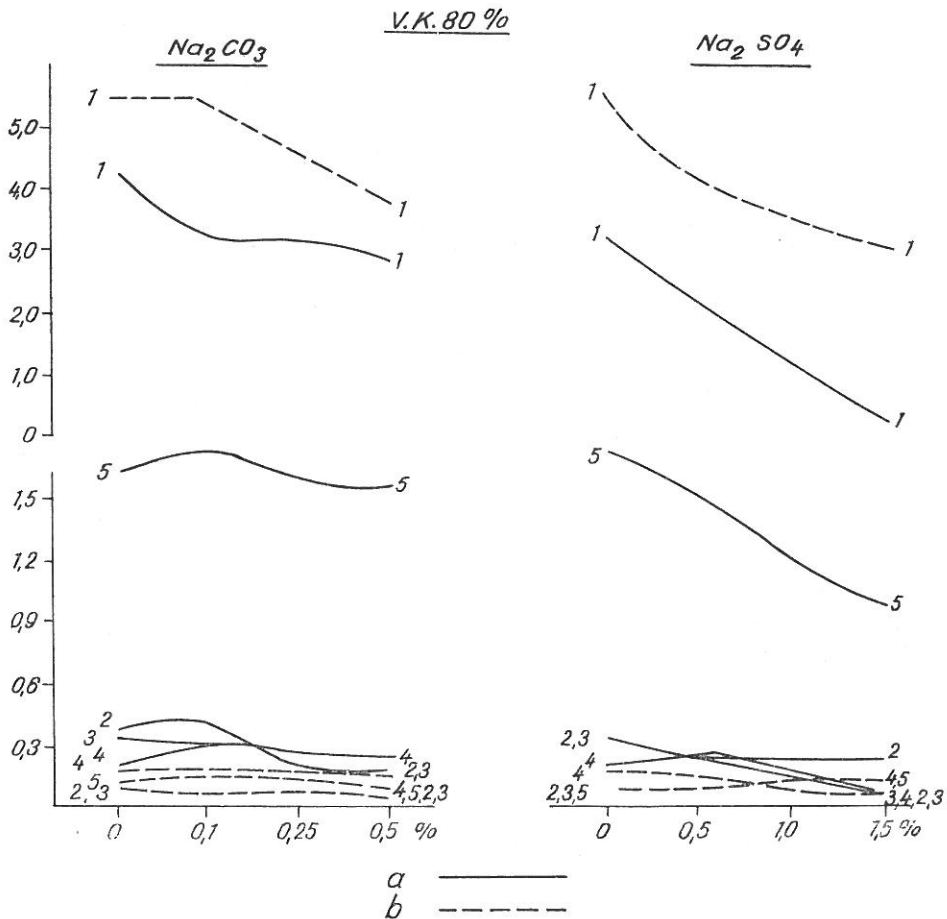
3. ábra

Növények hajtás és gyökérhossza a kelés utáni 15. napon, különböző sók hatására, 50 és 80%-os vízkapacitásnál. *a)* föld feletti rész, *b)* gyökér. Függőleges tengely: Növények hossza cm. Vízszintes tengely: Sémennyiség ‰. 1-6, növényeket lásd 1. ábra, 7. círok 8. napraforgó

hatása kisebb. A káros sók hatására azonban nemcsak a hajtás, hanem a gyökérfejlődés is általában kedvezőtlen volt. A Na_2CO_3 hatására a gyökérhossz a növényfajtától függően 6, 8, 18 cm-rel csökkent, a kezeletlenhez képest.

A napraforgónál a gyökér hossza különböző só dózisok hatására lényegesen nem módosult. Lényegesen megváltozik azonban a gyökér morfológiája. A kezeletlen napraforgó növények főgyökerén 4–5 elágazás is fejlődött, a 0.5%-os Na_2SO_4 -tal kezeltéknél csak 2, az 1.0%-nál magasabb Na_2SO_4 -tal kezelt talajban pedig oldalgyökök egyáltalán nem fejlődtek.

A növények abszolút szárazanysúlyának alakulását a 4. ábrán tüntettük fel. Vizsgálataink azt mutatják, hogy a kukorica kivételével a növények föld feletti részének szárazanyag-tartalma a kezelésektől függetlenül nagyobb, mint a gyökér szárazanyag-tartalma. Az ábra adataiból egyértelműen megállapítható, hogy a só dózisok hatására a növények abszolút szárazanysúlya csökken, s



4. ábra

A növények abszolút szárazanysúlyának alakulása különböző sók hatására a kelés után a 15. napon. (1 növény átlaga.) a) föld feletti rész. b) gyökér. Függőleges tengely: Szárazanysúly g. Vízszintes tengely: Sómennyiség %

1. táblázat

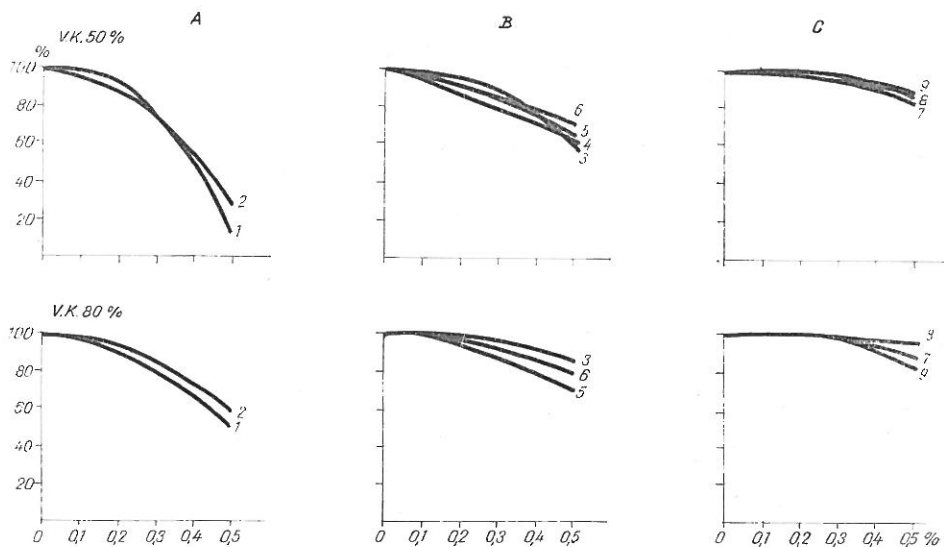
A növények föld feletti- és gyökér részeinek aránya a különböző sóminőségek és -mennyiségek hatására (1 g föld feletti növényi rész szárazanyagára eső gyökér sz.a. g-ban)

(1) Kezelés	(2) Kukorica	(3) Cirok	(4) Napraforgó	(5) Lucerna	(6) Vöröshere
V. K. 80%					
Kezeletlen	1,32	0,95	0,06	0,21	0,30
Na ₂ CO ₃ 0,1 %	1,56	0,63	0,07	0,16	0,26
Na ₂ CO ₃ 0,25 %	1,47	0,59	0,06	0,20	0,33
Na ₂ CO ₃ 0,5 %	1,36	0,42	0,06	0,16	0,29
Na ₂ SO ₄ 0,5 %	1,76	0,61	0,06	0,21	0,31
Na ₂ SO ₄ 1,0 %	2,57	0,51		0,20	0,44
Na ₂ SO ₄ 1,5 %	6,59	0,72		0,18	0,81

ebben a csökkenésben nagyobb rész esik a föld feletti rész szárazanyag-tartalmának csökkenésére.

A szárazanyag csökkenésének ütemét tekintve a Na₂CO₃ esetében a legkisebb a csökkenés a napraforgó, cirok és a lucerna esetében. Mindkét só hatására egyértelmű és gyors ütemű volt a szárazanyag-felhalmozódás csökkenése a vörösherenél és a kukoricánál.

A növények föld feletti és gyökér részeinek szárazanyag aránya az 1. táblázatnak megfelelően alakult. Ezek szerint az 1 g föld feletti növényi rész száraz-



5. ábra

Na₂CO₃ hatása különböző növényfajok csírázáskori tőrésének mértékére. Függőleges tengely: Csírázási %, Vízszintes tengely: Sómennyiség %. A) gyenge sótűrők. B) közepes sótűrők. C) jó sótűrők. Növények: 1. szója. 2. borsó. 3. bab. 4. vöröshere. 5. lucerna. 6. olaszperje. 7. franciaperje. 8. kukorica. 9. esomósebír

2. táblázat

A növények nyershamu- és SO_4 -tartalma az abszolút szárazanyag %-ában

V.K.80%

(1) Kezelés	(2) Lucerna		(3) Vöröshere		(4) Cirok		(5) Napraforgó
	Hamu %	SO_4	Hamu %	SO_4	Hamu %	SO_4	Hamu %
<i>A) Föld feletti</i>							
Kezeletlen	15,90	0,09	15,90	0,05			22,93
Na_2CO_3 0,1%	15,18		15,74				25,53
Na_2CO_3 0,25%							
Na_2CO_3 0,5%							
Na_2SO_4 0,5%	20,63	0,38	18,62	0,60			29,03
Na_2SO_4 1,0%							
Na_2SO_4 1,5%							
<i>B) Gyökér</i>							
Kezeletlen	14,91	0,28		0,44	15,04	0,78	44,86
Na_2CO_3 0,1%	14,03		14,94		21,81		43,99
Na_2CO_3 0,25%							
Na_2CO_3 0,5%							
Na_2SO_4 0,5%	17,58	0,55	18,48	1,00	24,86	0,94	46,68
Na_2SO_4 1,0%							
Na_2SO_4 1,5%							

anyagára eső gyökér szárazanyag-mennyiség a kukorica esetében mindkét só hatására a kezeletlenhez képest nő.

A növények nyershamu- és szulfáttartalmának a talaj sótartalmával való kapcsolatát a 2. táblázatban foglaltuk össze. Ebből a következő főbb tendenciák állapíthatók meg:

A Na_2CO_3 kezelés esetében a föld feletti részek hamutartalmának növekedését csak a napraforgó esetében lehetett megfigyelni.

A Na_2SO_4 kezelés esetében a föld feletti rész és a gyökér hamutartalma a só dózisos növelésével párhuzamosan fokozódott minden növényfajnál. A nátriumszulfátos kezeléseknél a vizsgált 4 növényfajnál azonos módon a só dózisos növekedésével a föld feletti és a gyökérrészekbe egyaránt a nagyobb mennyiségű szulfát (SO_4) beépülését lehetett kimutatni.

2. Szabadföldi mikroparcellás kísérletek.

Módszer: A csirázási kísérleteket műanyaggal bélelt mikroparcellákon — csapadék elleni védő berendezéssel — szabad földön az alábbi növényfélésekkel állítottuk be: kukorica, borsó, bab, szója, lucerna, mályva, mustár, napraforgó, cukorrépa.

A légszáraz talaj súlyra vonatkozóan az alábbi sókezeléseket alkalmaztuk:

Kezeletlen	Kezeletlen	Kezeletlen
Na_2CO_3 0,1 %	NaCl 0,1 %	Na_2SO_4 0,5 %
Na_2CO_3 0,25 %	NaCl 0,25 %	Na_2SO_4 1,0 %
Na_2CO_3 0,5 %	NaCl 0,5 %	Na_2SO_4 1,5 %

A kísérleteket száraz és öntözött kezelésekben négy ismétléssel, négy egymást követő alkalommal állítottuk be, és általában a kelés utáni 10. napon bontottuk le. A csírázáshoz szükséges nedvességet mesterségesen biztosítottuk úgy, hogy a „száraz” kezelésűek talajának víztartalma a talaj V. K. 50% körül mozgott, az „öntözött”-eké pedig 80% körül.

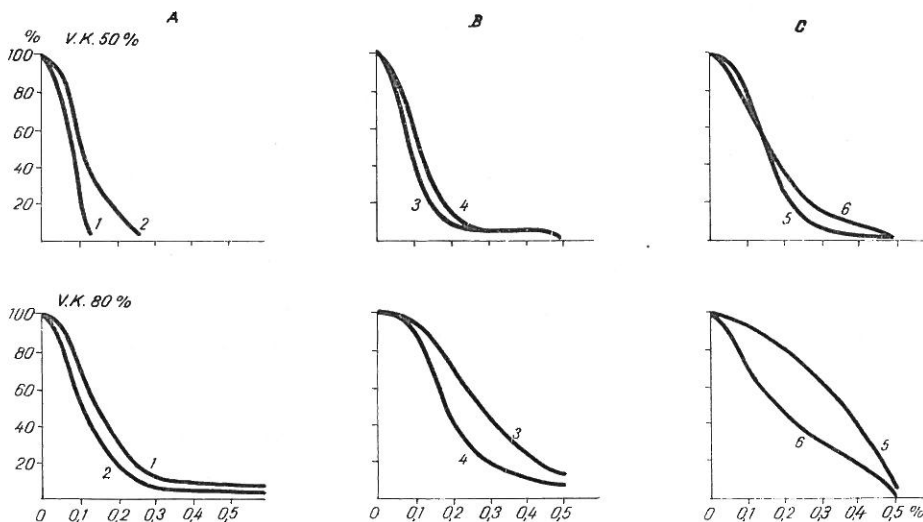
A felhasznált talaj jellemzője:

Humusz	Felv. K ₂ O Nehring szerint mg/100 g.t	CaCO ₃ %	Kötöttség	Felv. P ₂ O ₅ Egnér-Riehm szerint mg/100 g.t	Összes N %
0.86	7,5	ny.	27	5,1	0.07

A sóhatást, hasonlóan a tenyészedény kísérletekhez, az alábbi mutatókkal mértük:

1. a kelés kezdete,
2. a csírázási erély (csírázott magvak száma),
3. a mag, illetve a csíranövényke pusztulása (%-ban),
4. a növények átlagos magassága és gyökérhossza (cm),
5. a növények abszolút szárazanyagsúlya,
6. a föld feletti növények 1 g szárazanyagra eső gyökér szárazanyaga,
7. a föld feletti növényrészek víztartalma (1 g szárazanyagra eső víz).

A kísérletben szereplő sók különböző dózisainak az egyes növényfajok csírázására gyakorolt számszerű hatását a 3. táblázatban foglaltuk össze.



6. ábra

NaCl hatása a különböző növényfajok csírázáskori tőrésének mértékére. Növények: 1. szója. 2. bab. 3. borsó. 4. napraforgó. 5. kukorica. 6. cukorrépa. Többi jelzést lásd 5. ábra

3. táblázat

Néhány gazdasági növény csirapusztulásának mértéke a különböző sók eltérő dózisainak hatására a szántóföldi V.K. 50 és 80%-ának megfelelő talajnedvesség esetén (4 sorozat átlagértéke %-ban)

(1) Sóféleség és vízkapacitás %	(2) Sómenyiség %	(3) Kukorica	(4) Borsó	(5) Bokorbab	(6) Szója	(7) Lucerna	(8) Mályva	(9) Mustár	(10) Napraforgó	(11) Cukorrépa
Na ₂ CO ₃ 50	Kontroll	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,10	4,4	4,5	2,6	8,4	0,0	0,0	12,8	0,0	0,0
	0,25	6,4	17,0			24,0	19,6	16,5	20,4	10,2
	0,50	13,0	72,4	40,0	86,1	99,4	32,2	34,3	98,0	
	Kontroll	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	
	0,10	2,5	0,0	0,0	5,4		0,0	1,3	0,0	
80	0,25	2,5	11,6	0,0	8,2		22,7	16,4	10,2	
	0,50	2,5	42,4	15,0	48,8		54,9	40,5	28,5	
NaCl 50	Kontroll	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0
	0,10	20,0	65,0	71,9	100,0		65,5	7,0	46,0	32,4
	0,25	97,2	97,5	100,0	100,0		100,0	100,0	90,0	81,8
	0,50	100,0	100,0	100,0	100,0		100,0	100,0	100,0	100,0
	Kontroll	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0
	0,10	12,5	6,0	55,0	25,7		0,0	9,0	2,0	0,0
80	0,25	12,5	43,8	92,5	90,3		42,9	43,8	81,2	66,6
	0,50	100,0	87,8	100,0	93,6		100,0	100,0	97,9	100,0
Na ₂ SO ₄ 50	Kontroll	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,50	54,4	86,1	95,4	100,0	100,0	16,0	81,8	86,9	51,6
	1,00	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	80,0	100,0	100,0	74,3
	1,50	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Kontroll	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,50	10,0	24,5	65,0	47,5	32,0	0,0	8,0	32,0	54,8
80	1,00	24,5	82,9	92,5	97,5	82,0	100,0	100,0	58,0	55,9
	1,50	100,0	100,0	100,0	100,0	74,0	100,0	100,0	74,0	76,5

A táblázat adataiból az alábbi fontos megállapításokat tehetjük: Na₂CO₃ esetében szereplő valamennyi növényfajra vonatkoztatva átlagosan 27%, a NaCl esetében 51%, a Na₂SO₄ esetében pedig 40%-kal volt jobb a csirázás, illetve kevesebb a csirapusztulás, ha a csirázási közeg víztartalmát a V. K. 50% helyett 80% körül biztosítottuk.

Ezen megállapításaink arra utalnak, hogy a sós talajokon öntözéssel bizonyos növényfajok eredményesebb termesztésre is megvan a biológiai lehetőség.

E kísérletekben vizsgált egyéb mutatók közlését mellőztük, mert tendenciájukban és nagyságrendileg is a tenyészedény kísérleteinkben kapott és előzőekben ismerttetett adatokkal megegyeztek.

A tenyészedényes és szabadföldi mikroparcellás kísérletek csirázási eredményeinek összevetéseként a kísérleteinkben szereplő egyes növényfajok csirázáskori sótűrésének mértékét az 5., 6. és 7. ábrákon mutatjuk be.

A Na₂CO₃-mal szemben — öntözés nélkül — a legnagyobb tűrőképességet mutatta a franciaperje, kukorica, csomósebir; közepesnek bizonyult a szálkásperje, lucerna, vöröshere, és legkisebb a bab, borsó és a szója. Az öntözés ezt a sorrendet némileg módosította. A kukorica szódatűrése öntözés hatására viszonylagosan jobban fokozódott, mint a cukorrépaé.

I. táblázat

Az 50%-os sótűrési határ változása az öntözés hatására a légszáraz talaj %-ában

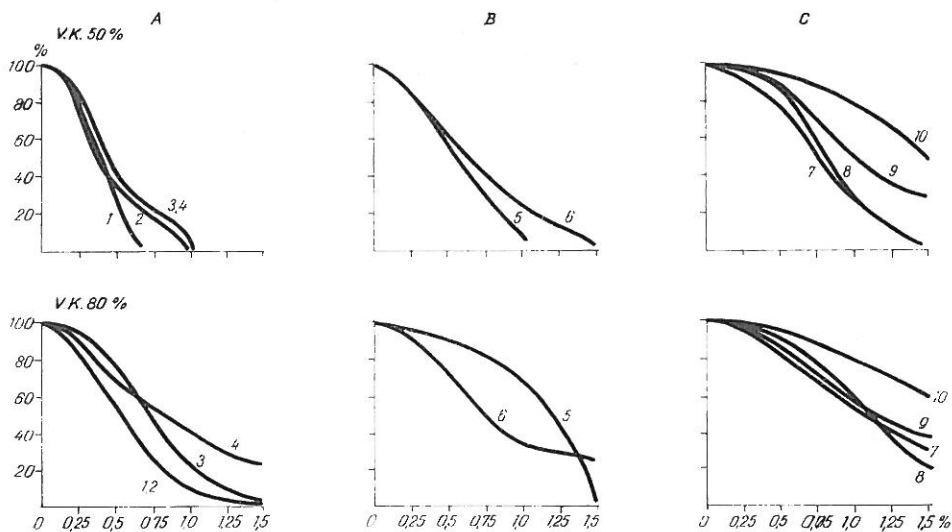
(1) Növényfaj	Na ₂ CO ₃			NaCl			Na ₂ SO ₄		
	(2) Száraz	(3) Öntözött	(4) F	Száraz	Öntözött	F	Száraz	Öntözött	F
a) Napraforgó	0,36	0,65	80,6	0,10	0,20	100,0	0,45	0,75	66,6
b) Szója	0,39	0,50	28,2	0,10	0,15	50,0	0,43	0,50	16,2
c) Borsó	0,41	0,55	34,1	0,08	0,28	250,0	0,45	0,70	55,5
d) Bab	0,60	0,75	25,0	0,10	0,12	20,0	0,37	0,55	32,7
e) Kukorica	0,75	1,00	33,3	0,15	0,36	140,0	0,52	1,18	126,9
f) Cukorrépa				0,15	0,22	46,6	0,60	0,70	16,5
g) Vöröshere	0,55	0,75	36,3						
h) Lucerna	0,60	0,65	7,6				1,50	1,70	13,3
i) Szálkásperje	0,65	0,73	12,3				1,77	1,12	4,7
j) Franciaperje	0,70	0,82	17,1				0,82	1,05	28,0
k) Csomóschír	0,80	0,80	—				0,75	1,05	40,0

F = a viszonylagos tőrésfokozódás %-ban.

A NaCl-dal szemben leginkább a cukorrépa és a kukorica, legkevésbé viszont a szója és a bab mutatott tőrőképességet.

A Na₂SO₄-t legjobban a csomóschír, franciaperje, szálkásperje és a lucerna tolerálta, legkevésbé a szója, bab, borsó és a napraforgó.

Érdekes, hogy a különböző növényfajoknak ezt a tőrési sorrendjét az öntözés — bár kismértékben — de általában módosította. A 4. táblázatban az



7. ábra

Na₂SO₄ hatása a különböző növényfajok csirázaskori tőrésének mértékére. Növények: 1-6. lásd 6. ábra. 7. csomóschír, 8. franciaperje, 9. olaszperje, 10. lucerna

egy-egy növényfajok különböző sóminőségekkel szembeni tűrőképességét és az öntözés hatására bekövetkező fokozódást számszerűen foglaltuk össze. E célból %-os értéket számítottunk, hogy az öntözés mely növényfajok és sók esetében milyen mértékben fokozta a csírázáskori sótűrési mértékét. Ezt az 50%-os csírázási értékhez tartozó (sótartalom) igénybevétel mértékével fejeztük ki. A „száraz” és az „öntözött” kezelésekben az 50%-os tűrésnek megfelelő sómennyiségeket úgy viszonyítottuk egymáshoz, hogy %-ban megadtuk a kettő közötti különbséget, azaz az igénybevétel növekedését, a viszonylagos tűrés fokozódást %-ban (F).

A kísérleteinkben alkalmazott sók közül a legkárosítóbb a NaCl volt. Az ún. letális határ „száraz” kezelésben a vizsgált növényfajtól függően 0,08% (borsó) — 0,15% (cukorrépa, kukorica) sótartalom határok között helyezkedik el. Az öntözés ezeket a határokat viszonylag jelentősen módosította. Így különösen a borsó és a kukorica sótűrését fokozta. A tűrés fokozódását kifejező „F” értéke 250, illetve 140.

A növények csírázására gyakorolt káros hatás tekintetében a nátriumkloridot a szóda követte. A „száraz” kezelésben vizsgált növényfajok 50%-os csírapusztulása 0,36% (napraforgó) és 0,80% (csomósebír) sótartalomnál következett be. Az öntözés hatására a legalacsonyabb sótűrési érték 0,50% (szója) és 1,00% (kukorica) sótartalom-értékre emelkedett, öntözés hatására viszonylagosan leginkább a napraforgó (F + 80,6), a vöröshere (F + 36,3) és a borsó (F + 34,1) szódátűrése fokozódott.

A növények általában — az irodalommal egybehangzóan — legkisebb károsodással a nátriumsulfátot viselték el. A legtöbb növényfaj az előző két sóhoz képest a talaj nagyobb Na_2SO_4 -tartalmát bírta el 50%-os csírapusztulással. Ez utóbbinak megfelelő igénybevétel a „száraz” kezelésben 0,34% (szója) és 1,5% (lucerna) sótartalomnál jelentkezett. Az öntözés ugyanezen értékeket 0,50% és 1,7% sótartalom határokig növelte. Az öntözés leginkább a kukorica, napraforgó, és a borsó nátriumsulfát tűrését fokozta (amikor is a növények F értékei 126,9, 66,6, 55,5 érték el).

Összefoglalás

16 növényfaj különböző mennyiségű Na_2SO_4 , Na_2CO_3 és NaCl sókkal szembeni tűrőképességét vizsgáltuk csírázáskor. A kísérletek tenyészvényben, szabad földön folytak.

A kapott legfontosabb megállapítások:

1. Az egyes növényfajok sótűrőképessége tág határok között változik. Általában a vizsgált fajok közül legkisebb a bab, szója, borsó ellenállóképessége, legnagyobb a csomósebír és a franciaperjéé.

2. A három só káros hatása — ugyanazon dózisok esetén — erősen eltér egymástól. Legkisebb volt a növények rezisztenciája a NaCl-dal, a legnagyobb a Na_2SO_4 -tal szemben.

3. Az öntözésnek a sótűrési mértéke fokozódására való hatása általában igen jelentős. Ennek nagysága azonban — az ún. „F” érték — számottevően függ egyrészt a növényfajtól, másrészt a sóminőségtől. Adataink szerint az öntözés hatására a növények csírázáskori sótűrési mértékének fokozódása leginkább a nátriumklorid, legkevésbé a szóda esetében érvényesült. Ami a növényfajok viselkedését illeti, az öntözés viszonylagosan a borsó, kukorica és a napraforgó sótűrését fokozta leginkább.

Irodalom

- [1] ABEL, G. H. & MACKENZIE, A. J.: Salt tolerance of soybean varieties (*Glycine max* L. Merrill) during germination and later growth. *Crop Sci.* **4**, 157-161. 1964.
- [2] GREENWAY, H.: Plant responses to saline substrates. III. Effect of nutrient concentration on the growth and ion uptake of *Hordeum vulgare* during a sodium chloride stress. *Austr. J. Biol. Sci.* **16**, 616-628. 1963.
- [3] HÁMORINÉ, SZABÓ J.: Növényélettani praktikum. Mezőgazd. Kiadó, Budapest, 1959.
- [4] HERKE, S.: A szikes talajok hasznosítása rizstermesztéssel. Magyar Szikesek. F. M. kiadás. Budapest. 1934.
- [5] KOVDA, V. D.: Tolerance of plants to minerals in solution in irrigation water and in soil. *Internat. Comm. Irrigation and Drainage*. 4th Congr. Madrid, 1960.
- [6] LAGERWERFF, J. V. & EAGLE, H. E.: Transpiration related to ion uptake by beans from saline substrates. *Soil Sci.* **93**, 420-430. 1962.
- [7] LUNIN, J., GALLATIN, M. H. & BATHCELDER, A. R.: Saline irrigation of several vegetable crops at various growth stages. I. Effect on yields. *Agron. J.* **55**, 107-110. 1963.
- [8] NIEMAN, R. H.: Some effects of sodium chloride on growth, photosynthesis, and respiration of crop plants. *Botan. Gazette.* **123**, 279-285. 1962.
- [9] PETRASOVITS, I. & DARAB, K.: A rizs sótürésének vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan.* **9**, 89-102. 1960.
- [10] Reports For Discussion. Question 13. R.1-R.13. Fourth Congr. Irrigation and Drainage. Madrid, 1960.
- [11] SAYYD, H.: Amélioration des sols salins sous conditions d'irrigation. *Comm. Internationale des Irrigations et du Drainage*. Sixième Congrès, Rapport Général (F) Question 19. Madrid. 1960.
- [12] SZALAI, I. & FRENYÓ, V.: Növényélettani kísérletek. Tankönyvkiadó, Budapest. 1962.
- [13] SZTROGONOV, B. P.: Fiziologicseszkie osznovü szoleusztojesivoszti rasztenij. *Izd. AN S. S. S. R.* 366. Moszkva. 1962.
- [14] SZTROGONOV, B. P.: The significance of salt resistance of plants in the fight against salinization of soils. *Internat. Comm. Irrigation and Drainage*. Question 13. R. 11. Fourth Congress. Madrid. 1960.
- [15] SZABOLCS, I.: A vízrendezések és öntözések hatása a tiszántúli talajképződési folyamatokra. Doktori értekezés. Budapest. 1959.

Érkezett: 1967. május 5.

The Salt Tolerance of Plants in the Germination Period and Irrigation

I. PETRASOVITS

University of Agricultural Sciences, Department of Agriculture and Plant Cultivation, Gödöllő (Hungary)

Summary

Author examined the tolerance of 16 plant species to various quantities of Na_2SO_4 , Na_2CO_3 and NaCl salts at germination.

Pot- and field experiments were conducted.

The most important conclusions are as follows:

1. The salt tolerance of various plant species varies within a wide-range. From among the examined species bean, soybean and pea were the least tolerant, while dactylis and onion-couch were the most tolerant in general.

2. The detrimental effect of the same doses of Na_2SO_4 , Na_2CO_3 and NaCl salts differs sharply. The plants' tolerance was the lowest to NaCl and the highest to Na_2SO_4 .

3. The effect of irrigation on the increase of the degree of salt tolerance, as a rule, is quite remarkable. The „F” value expressing the increase of salt tolerance depends on both the plant species and the kind of salt. According to the obtained data, due to the effect of irrigation the increase in the salt tolerance of plants during the germination period was the most marked in the case of NaCl , while it was the lowest in the case of

Na_2CO_3 . As regards the various plant species, irrigation increased relatively the salt tolerance of pea, maize and sunflower most.

Table 1. The ratio of the plant's leaves and stalk to the roots as affected by various quantities of different salts. (Dry matter of roots in g corresponding to 1 g dry matter of stalk and leaves.) (1) Treatment. (2) Maize. (3) Sorghum. (4) Sunflower. (5) Alfalfa. (6) Purple clover.

Table 2. The raw ash content and SO_4 content of plants in the percentage of the absolute dry matter. (1) Treatment. (2) Alfalfa. (3) Purple clover. (4) Sorghum. (5) Sunflower. *A)* Stalk and leaves. *B)* Roots.

Table 3. The degree of the sprout decay of several industrial plants as affected by various quantities of different salts if the moisture content of the soil corresponds to 50 or 80% of field capacity. (The average value of 4 series in per cent.) (1) Kind of salt and field capacity %. (2) Quantity of salt. (3). Maize. (4) Peas. (5) Dwarf beans. (6) Soya. (7) Alfalfa. (8) Mallow. (9) Mustard. (10) Sunflower. (11) Sugar-beet.

Table 4. The change of the 50% salt tolerance limit due to the effect of irrigation. (In percentage of air-dry soil.) (1) Plant species. (2) Dry. (3) Irrigated. (4) Relative increase of tolerance in %. *a)* sunflower, *b)* soya, *c)* peas, *d)* beans, *e)* maize, *f)* sugar-beet, *g)* purple clover, *h)* alfalfa, *i)* ryegrass, *j)* onion-couch, *k)* dactylis.

Figure 1. The effect of various salts on the germination percentage (alfalfa and purple clover on the 7th day, the other plants on the 10th day) in the case of 50 or 80% of field capacity. Vertical axis: germination%. Horizontal axis: quantity of salt, %. 1. Maize. 2. Dactylis. 3. Onion-couch. 4. Rye-grass 5. Alfalfa. 6. Purple clover.

Figure 2. Physiological toxicity of various salts. Vertical axis: sprout decay, %. Horizontal axis: salt doses expressed in meq. From 1 to 6: See Figure 1.

Figure 3. The sprout- and root length of plants as affected by various salts in the case of 50 or 80% of field capacity, on the 15th day after sprouting. *a)* stalk and leaves, *b)* root. Vertical axis: length of plants, cm. Horizontal axis: quantity of salt, %. From 1 to 6: See Figure 1. 7. Sorghum. 8. Sunflower.

Figure 4. The absolute dry matter weight of plants as affected by various salts (measured on the 15th day after sprouting, the average of 1 plant). *a)* stalk and leaves. *b)* root. Vertical axis: weight of dry matter, g. Horizontal axis: quantity of salt, %.

Figure 5. The effect of Na_2CO_3 on the degree of the salt tolerance of various plant species in the germination period. Vertical axis: sprouting %. Horizontal axis: quantity of salt, %. *A)* plants of slight salt tolerance. *B)* plants of moderate salt tolerance. *C)* plants of good salt tolerance. Plants: 1. soya. 2. peas. 3. beans. 4. purple clover. 5. alfalfa. 6. rye-grass. 7. onion-couch. 8. maize. 9. dactylis.

Figure 6. The effect of NaCl on the degree of the salt tolerance of various plant species in the germination period. Plants: 1. soya. 2. beans. 3. peas. 4. sunflower. 5. maize. 6. sugar-beet. Other sings: See Figure 5.

Figure 7. The effect of Na_2SO_4 on the degree of the salt tolerance of various plant species in the germination period. Plants: From 1 to 6: See Figure 6. 7. dactylis. 8. onion-couch. 9. rye-grass. 10. alfalfa.

Tolérance des plantes envers les sels dans leur période germinative et l'irrigation

I. PETRASOVITS

Université des Sciences Agronomiques, Chair d'Agronomie, Gödöllő (Hongrie)

Résumé

L'auteur a examiné la tolérance de 16 espèces de plantes envers diverses quantités de Na_2SO_4 , Na_2CO_3 et NaCl dans leur période germinative. Les expériences furent faites dans des pots de culture en plein air. Les résultats principaux sont les suivants:

1. La tolérance des diverses plantes envers les sels varie dans de larges limites. En général, parmi les espèces étudiées, la fève, le soya et le pois possèdent la moindre résistance, le dactyle pelotonné et la féтуque élevée la plus grande.

2. L'effet nocif des trois sels diffère fortement dans le cas de doses identiques. La tolérance a été la moindre envers le NaCl et la plus grande envers le Na_2SO_4 .

3. L'irrigation augmente généralement en un haut degré la tolérance des plantes envers les sels. La grandeur de cet effet, la valeur dite „F” dépend considérablement de

l'espèce de la plante et de la nature du sel. Selon les résultats de l'auteur l'augmentation de la tolérance de la plante envers les sels a été la plus apparente dans le cas du NaCl et la moindre dans le cas du Na_2CO_3 . En ce qui concerne le comportement des diverses espèces de plantes, l'irrigation a fait augmenter relativement le plus la tolérance envers les sels du pois, du maïs et du tournesol.

Tableau 1. Proportion des parties des plantes au-dessus du sol et des racines sous l'effet de divers espèces de sels en quantités diverses (matière sèche de la racine en g pour 1 g de matière sèche de la partie de la plante au-dessus du sol). (1) Traitement. (2) Maïs. (3) Sorgho. (4) Tournesol. (5) Luzerne. (6) Trèfle rouge.

Tableau 2. Quantité des cendres des plantes et leur teneur en SO_4 en pour-cent de la matière sèche absolue. (1) Traitement. (2) Luzerne. (3) Trèfle rouge. (4) Sorgho. (5) Tournesol. A. Partie au-dessus du sol, B. Racine.

Tableau 3. Dépérissement du germe de diverses plantes cultivées sous l'effet de diverses doses de divers sels dans le cas d'humidité du sol correspondant à 50 et 80% de sa capacité d'eau (moyennes de 4 séries en %). (1) Nature du sel et % de la capacité d'eau. (2) Quantité du sel. (3) Maïs. (4) Pois. (5) Haricot nain. (6) Soya. (7) Luzerne. (8) Mauve. (9) Moutarde. (10) Tournesol. (11) Betterave sucrière.

Tableau 4. Variation de la tolérance envers les sels de 50% sous l'effet de l'irrigation (en % du sol séché à l'air). (1) Plante. (2) Sec. (3) Irrigué. (4) Augmentation de la tolérance relative en%. a) Tournesol, b) soya, c) pois, d) haricot, e) maïs, f) betterave sucrière, g) trèfle rouge, h) luzerne, i) ray-grass d'Italie, j) fétuque élevée, k) dactyle pelotonné.

Fig. 1. Effet de divers sels sur le pourcentage de germination (luzerne et trèfle rouge 7 jours, les autres plantes 10 jours), pour une capacité d'eau de 50% et, respectivement, de 80%. Axe vertical: pourcentage de germination, axe horizontal: quantité de sel %. 1. Maïs. 2. Dactyle pelotonné. 3. Fétuque élevée. 4. Ray-grass d'Italie. 5. Luzerne. 6. Trèfle rouge.

Fig. 2. Toxicité physiologique de divers sels. Axe vertical: dépérissement de germes %, axe horizontal: quantité de sel en mg/aequ. 1-6. plantes expérimentales v. fig. 1.

Fig. 3. Longueur de la pousse et de la racine des plantes le 15^e jour après la germination, sous l'effet de divers sels, à une capacité d'eau de 50 et 80%; a) partie au-dessus du sol, b) racine. Axe horizontal: sel %. 1-6. plantes v. fig. 1; 7. Sorgho. 8. Tournesol.

Fig. 4. Poids de la matière sèche absolue des plantes sous l'effet de divers sels, le 15^e jour après la germination (moyenne de 10 plantes), a) partie au-dessus du sol, b) racine. Axe vertical: poids sec g. Axe horizontal: sel %.

Fig. 5. Effet de Na_2CO_3 sur la tolérance de diverses plantes lors de la germination. Axe vertical: pour-cent de germination. Axe horizontal: sel %. A) Tolérance faible, B) tolérance moyenne, C) tolérance bonne. Plantes: 1. soya, 2. pois, 3. haricot, 4. trèfle rouge, 5. luzerne, 6. ray-grass d'Italie, 7. fétuque élevée, 8. maïs, 9. dactyle pelotonné.

Fig. 6. Effet de NaCl sur la tolérance de diverses plantes lors de la germination. Plantes: 1. soya, 2. haricot, 3. pois, 4. tournesol, 5. maïs, 6. betterave sucrière, pour les autres voire fig. 5.

Fig. 7. Effet de Na_2SO_4 sur la tolérance des plantes lors de la germination. Plantes: 1-6, voire fig. 6, 7. dactyle pelotonné, 8. fétuque élevée, 9. ray-grass d'Italie, 10. luzerne.

Солевыносливость растений в стадии прорастания и орошение

И. ПЕТРАШОВИЧ

Кафедра земледелия и растениеводства Аграрного Университета, Гёдёллэ (Венгрия)

Резюме

Изучалась в стадии прорастания солевыносливость 16-ти видов растений при различных концентрациях солей Na_2SO_4 , Na_2CO_3 и NaCl.

Опыты проводились в вегетационных сосудах и в полевых условиях.

Из полученных данных сделали следующие заключения:

1. Солевыносливость отдельных видов растений изменяется в довольно широких пределах. В основном, среди изученных видов растений наименее выносливыми оказались фасоль, соя, горох, наиболее выносливыми — ежа сборная и роиграсс французский.

2. Вредное действие трех солей при одинаковых дозах сильно отличается друг от друга. Наименьшая резистенция растений наблюдалась при хлористом натрии, самая высокая против сернокислого натрия.

3. Влияние орошения на повышение солеустойчивости в основном довольно значительное. Размер его, так называемая величина «F» в значительной степени зависит, в первую очередь, от качества солей, с другой стороны от вида растений. По нашим данным влияние орошения на увеличение степени солевосливости растений в стадии прорастания более всего справедливо для хлористого натрия, менее всего — для соды. Что касается поведения отдельных видов растений, то орошение сравнительно повысило солеустойчивость таких растений, как горох, кукуруза и подсолнечник.

Табл. 1. Соотношение подземной и надземной части растений под влиянием солей различного количества и качества (Сухое вещество корней в граммах, приходящееся на 1 грамм сухого вещества надземной части) (1) Варианты. (2) Кукуруза. (3) Сорго. (4) Подсолнечник. (5) Люцерна. (6) Клевер красный.

Табл. 2. Сырая зола и содержание SO_4 в % на абсолютно сухую навеску (1) Варианты. (2) Люцерна. (3) Красный клевер. (4) Сорго. (5) Подсолнечник А) Надземная часть. В) Корни.

Табл. 3. Гибель проростков некоторых сельскохозяйственных культур под влиянием различных доз солей, при влажности в 50 и 80% от полевой влагоемкости. (Среднее в % из четырех повторностей). (1) Качество солей и влагоемкость в %. (2) Количество солей в %. (3) Кукуруза. (4) Горох. (5) Фасоль. (6) Соя. (7) Люцерна. (8) Мальва. (9) Горчица. (10) Подсолнечник. (11) Сахарная свекла.

Табл. 4. Изменение границ 50%-ой солевосливости под влиянием орошения. (в % на воздушно-сухую почву) (1) Вид растений. (2) В неорошаемых условиях. (3) С орошением. (4) Относительное увеличение солевосливости в %. а) Подсолнечник. б) Соя. с) Горох. д) Фасоль. е) Кукуруза. ф) Сахарная свекла. г) Красный клевер. h) Люцерна i) Райграсс итальянский. к) Ежа сборная.

Рис. 1. Влияние различных солей на процентную всхожесть (люцерна и клевер 7 дней, остальные растения 10 дней) при влажности в 50 и 80% от влагоемкости. Вертикальная ось — процентная всхожесть. Горизонтальная ось — количество солей в %. 1. Кукуруза. 2. Ежа сборная. 3. Райграсс французский. 4. Райграсс итальянский. 5. Люцерна. 6. Клевер красный.

Рис. 2. Физиологическая токсичность различных солей. Вертикальная ось — % гибель проростков. Горизонтальная ось — дозы солей в пересчете на мг. экв. 1—6 подопытные растения смотри на рис. 1.

Рис. 3. Рост растений и длина корней на 15 день после прорастания под влиянием различных солей, при влажности в 50 и 80% от полевой влагоемкости. а) Надземная часть. в) Корни. Вертикальная ось — длина растений в см. 1—6 название растений см. на рис. 1. 7. Сорго. 8. Подсолнечник.

Рис. 4. Образование сухого вещества растений под влиянием различных солей на 15 день после прорастания (в среднем на одно растение). а) надземная часть. б) корень. Вертикальная ось: сухое вещество в граммах. Горизонтальная ось: количество солей в %.

Рис. 5. Влияние соды на степень солевосливости различных видов растений в фазе прорастания. Вертикальная ось: всхожесть в %. Горизонтальная ось: количество солей в %. А) Солевосливость слабая. В) Солевосливость средняя. С) Солевосливые. Растения: 1. Соя. 2. Горох. 3. Фасоль. 4. Красный клевер. 5. Люцерна. 6. Райграсс итальянский. 7. Райграсс французский. 8. Кукуруза. 9. Ежа сборная.

Рис. 6. Влияние хлористого натрия на степень солевосливости различных видов растений в фазе прорастания. Растения: 1. Соя. 2. Фасоль. 3. Горох. 4. Подсолнечник. 5. Кукуруза. 6. Сахарная свекла. Остальные обозначения смотри на рис. 5.

Рис. 7. Влияние сернокислого натрия на степень солевосливости различных растений в фазе прорастания. 1—6 смотри на рисунке 6. 7. Ежа сборная. 8. Райграсс французский. 10. Люцерна.