

A műtrágyázás hatása különböző minőségű vizekkel öntözött árpára

G. L. MALIWAL és K. V. PALIWAL

*Az Udaipuri Egyetem Mezőgazdasági Kísérleti Állomása,
Udaipur (India)*

A sós-szódás talajok termőképessége a megnövekedett ozmózisnyomás a rossz fizikai állapot, illetve az ionegyensúly hiánya miatt eléggé csekély. Emellett az ilyen talajokon a talaj tápanyagkészlete is határt szabhat a termések szintjének. Közismert, hogy a műtrágyák, akárcsak más termesztett növényekre, az árpára is kedvezően hatnak (FINE és CARSON [7], FERGUSON és HEDLIN [6]), de nincs elég adatunk arra, hogy a műtrágyázás a talaj sótartalma és kicserélhető nátrium %-a (ESP) milyen kritikus értékéig eredményes. Az egyes növényfajok tápanyag-felvételében számottevő különbségek vannak só- és lúgosságtűrésüktől, valamint a tápanyagok sós-szódás viszonyok közötti dinamikájától függően. Így tehát a sós-szódás talajok megművelése, valamint a növényekre jellemző só-tűrés megvilágításában nagy gyakorlati fontossága van annak, ha egyszerre vizsgáljuk a talaj sós-lúgos sajátságait, tápanyag-állapotát, illetve a növények ilyen körülmények közötti tápanyag-felvételének jellegzetességeit.

Az alábbiakban a különböző minőségű öntözővizek alkalmazása nyomán megkíséréljük a talaj só- és lúgosságtartalmának a kritikus határait megállapítani az önmagukban valamint kombináltan adagolt istállótrágya és műtrágyák érvényesülésére.

Kísérleti rész

Gazdaságunk agyagos vályogtalajával tenyészedény-kísérleteket állítottunk be. A talaj jellemző vizsgálati adatait az I. táblázatban foglaltuk össze. A tenyészedényeket 12-féle — sótartalmában, illetve nátrium-adszorpciós arányában (SAR) különböző — vízzel öntöztük (14, 28 és 56 mgé/l és 5, 10, 25 és 50 SAR). A vetés előtt negyvenszer öntözve értük el, hogy az edényeken átszivárgó víz a kívánatos kémiai összetételű legyen. Ezt az összetételt a növények egész tenyészidőszaka alatt folyamatosan ellenőriztük. Így az öntözővízben az Na, Ca és Mg arányok fenntartásával mindegyik só-töménység esetében biztosítottuk az előírt SAR-t, és a 4 : 1 Ca : Mg arányt. A K töménysége meghatározott volt, az alacsony sószinon 2, a közepesen 3 és a magason 4 mgé/l. A klorid és a szulfácionok ugyanolyan arányban voltak jelen. A sóssá tett talajokhoz az istállótrágyát egy hónappal a vetést megelőzően kevertük hozzá, hogy ilyképpen módot adjunk a trágya elbomlására. A foszfor tápanyagadagot teljes egészében, a nitrogénadagnak pedig a felét a vetés előtt

1. táblázat

A kísérleti agyagos vályog talaj mechanikai összetétele és kémiai sajátosságai

(1) Mechanikai összetétel %		(2) Kémiai jellemzők	
a) Durva homok	13,5	pH	8,3
b) Finom homok	31,7	C%	0,76
c) Iszap	23,6	Összes N%	0,065
d) Agyag	31,6	Összes P ₂ O ₅ %	0,04
CaCO ₃	0,8	Összes K%	0,62
		T-érték mgéc/100 g	19,0

alkalmaztuk, míg a nitrogénadag másik felét egy hónappal a vetés után az öntözővízben juttattuk a talajba. A kísérlet négykezeléses volt: 1. kontroll; 2. 33 kg N/ha mint ammóniumsulfát és 22 kg P₂O₅/ha mint egyszeres szuperfoszfát; 3. 110 q/ha istállótrágya; 4. a 2. és 3. kezelés kombinációja. Az ismétlések száma 3 volt. Párhuzamosan egy nem kezelt talajjal töltött tenyész-edénysorozatot is kísérletbe állítottunk. A trágyaadagok megfelelnek a vetett árpafajtára javasolt mennyiségeknek. A tenyészedenyek 24 cm átmérőjű és 25 cm magas, bitumennel bevont, aljukon lyukas cserépedények voltak, ezekbe a vízvezetés biztosítására kevés kavicsot tettünk. Az edényekbe 1966. november 20-án 7 kg mesterségesen sóssá tett talajt töltöttünk, majd 5 NP 13 fajtájú árpaszemet vetettünk. Edényenként 2 növényt neveltünk fel az 1967. március 3-i aratásig. A kísérlet több tényezős volt. Az öntözést a növények igénye szerint esetenként 12 mm (500 ml) vízzel felülről végeztük.

A levelek és a szárok kémiai elemzését Na, K, N, P, Fe és Mn tartalmuk megállapítására a szabványeljárásokkal végeztük. A Ca és a Mg meghatározására DERDERIAN [4] által módosított cirkónium-oxiklorid–oktahidrát módszerrel — a HNO₃—H₂SO₄—HClO₄ roncsolókeverék jelenlétében — használtuk fel, míg a vízben oldható szénhidrátokat DUBOIS és munkatársai [5] módszerével határoztuk meg.

Vizsgálati eredmények és azok megvitatása

A növények növekedése

Erre vonatkozóan az egész tenyészidőszakban végeztünk megfigyeléseket. A talaj sótartalmának és adszorbeált nátriumhányadosának a növekedésével a növények szemmel láthatóan törpébbek, vékonyabbak és szikárabbak lettek. A kezelt és nem kezelt talajokban egyaránt a nagyobb sóttartalommal és SAR-szintekkel kisebb lett a tőhajtások száma, a növények magassága és a levelek hossza (2. táblázat).

A só- és alkálitűrés

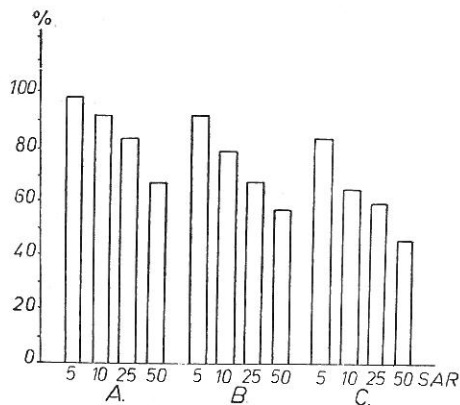
A növények szárazanyagtartalma és szemtermése (3. táblázat) azt mutatja, hogy az árpa növekedése mindegyik sóttartalom- és SAR-szinten kisebb volt, mint a nem sós talajban (1. ábra). A legnagyobb sóttartalom, valamint SAR esetében a szárazanyag, valamint szemtermés 45,7, ill. 48,6%-a

2. táblázat

Az öntözővíz minőségének hatása az árpa növekedésére

(1) Kezelések jelle	(2) Az öntözővíz minősége		(3) A növények jellemzői			
	Sótartalom mgé/l	SAR	Hajtásszám db	Növény- magasság	Levél- hossz	
						cm
A	1	14	5	12	32,5	12,0
	2	14	10	10	26,4	10,8
	3	14	25	8	22,0	9,1
	4	14	50	6	18,5	7,5
B	1	28	5	10	30,0	10,5
	2	28	10	8	25,5	8,4
	3	28	25	6	20,3	6,3
	4	28	50	5	15,3	5,8
C	1	56	5	7	25,6	8,5
	2	56	10	6	20,4	7,0
	3	56	25	4	14,5	5,2
	4	56	50	3	10,5	3,5

volt a nem kezelt kontroll termésének. A statisztikai elemzés szerint az N.P.13 árpafajta biztonságosan termeszthető még olyan talajokon, amelyek telített kivonatának az elektromos vezetőképessége (EC) 6,5 mmhos/cm, SAR-értéke 32,2 és ESP-je 32,3. Az ilyen talajokat 28 mgé/l sókoncentrációjú és 25 SAR-u



1. ábra

Különböző minőségű öntözővizek hatása az árpa szárazanyaghozamára (a kontroll%-ában)

vízzel öntözve a hozamok nem változtak szignifikánsan. Ezek a határértékek eléggé jól megegyeztek RAVIKOVITCH és MURAVASKY [12], PEARSON és BERNSTEIN [9] és AGARWAL és munkatársai [2] adataival.

Ha a talaj telítési kivonatában a sótartalom vagy a SAR, illetve mind a kettő, valamint a talaj ESP-je növekedett, csökkent az árpa szárazanyag- és szemtermése. Ezek az értékek 1%-os megbízhatósággal negatív korrelációban

3. táblázat

Az istállótrágyázás és a műtrágyázás hatása az árpa szárazanyaghozamára és szentermésére (g/növény)

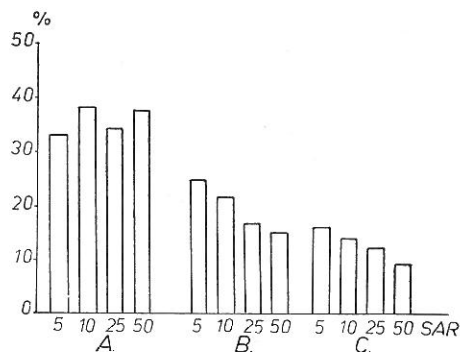
(1) Kezelések jele	(2) A telítési kivonatban			(3) Szárazanyaghozam				(4) Szentermés			
	E. C. mmhos/cm	SAR	ESP	∅	M	‡	M + ‡	∅	M	‡	M + ‡
A 1	3,2	8,2	17,0	8,0	9,4	11,0	11,9	3,2	3,5	4,1	4,3
2	3,4	13,9	25,6	7,5	9,0	10,9	11,3	2,9	3,3	3,6	4,0
3	3,4	29,2	31,4	7,0	8,1	9,1	10,3	2,7	3,0	3,5	3,6
4	3,4	57,2	49,6	6,0	6,8	8,0	9,0	2,1	2,3	2,9	2,9
B 1	6,6	8,7	17,4	8,0	9,1	10,6	11,1	3,0	3,3	3,6	3,7
2	6,6	17,8	26,8	7,6	8,9	9,6	10,5	2,6	2,8	3,0	3,1
3	6,5	32,8	32,2	6,5	7,2	8,3	9,3	2,3	2,3	2,4	2,6
4	6,5	62,9	39,8	6,0	6,2	7,4	7,7	1,9	2,0	2,1	2,1
C 1	13,7	8,7	16,4	6,5	7,3	7,8	8,3	1,5	2,6	3,1	3,1
2	13,5	17,1	27,2	6,0	6,8	7,2	7,8	2,1	2,2	2,4	2,4
3	13,6	29,9	36,2	5,2	5,6	6,4	6,4	1,8	2,1	2,1	2,2
4	13,6	66,4	57,8	4,2	4,3	5,2	5,2	1,1	1,7	1,7	1,8
Kontrol				7,7				3,2			
SzD sótartalmakra					0,6				0,5		
SzD SAR-re					0,5				0,4		

M = 33 kg/ha N + 22 kg/ha P₂O₅, mint ammóniumsulfát és szuperfoszfát
 ‡ = 110 q/ha istállótrágya

voltak az E.C.-vel. A termések korrelációs együtthatója az E.C.-el — 0,715; a SAR-el — 0,793 és az ESP-el — 0,826 volt. Az ESP és a termés (g/növény) között talált egyszerű összefüggés: Szentermés = 3,83 — 0,031 ESP. A só-tartalmat (C) és a SAR-t figyelembevevő parciális regressziós egyenlet a következő: Szentermés: = —1,3 — 0,053 C — 0,022 SAR.

Műtrágyahatások

A műtrágyázás és az istállótrágyázás külön-külön és együttesen valamennyi vizsgált só-tartalmú és SAR-ú öntözővíz mellett 1%-os valószínűségi szinten szignifikánsan fokozta az árpa növekedését.



2. ábra

Az istállótrágyázás és műtrágyázás együttes hatása az árpa szentermésének növekedésére

A műtrágyahatás a kis sótartalom szinteken volt a nagyobb. Valamennyi sótartalom-szint átlagában a szemtermés %-os növekedése kisebb volt, mint a szárazanyag-hozamé. Ez utóbbi a sótartalom növekedésével sorra 10,6; 8,1 és 4,7%-kal csökkent átlagban.

Az istállótrágyázás kedvező hatása a sós-szódás talajokon kedvezőbb volt a műtrágyázás hatásánál. A sótartalom növekedésével a szárazanyag-hozamok %-os növekedése egyre kisebb lett: átlagosan 32,2; 27,9 és 20,8%, szemterméséké pedig 28,9; 15,6 és 10,6%. A közepes és nagy sótartalom esetében a szemtermést növelő hatás a SAR növekedésével is csökkent, míg a kis sótartalom esetében ilyen összefüggést nem találtunk.

A 2. ábrában látható valamennyi sótartalom és SAR szinten az istállótrágyázás és a műtrágyázás együttes hatása. A SAR-szintek átlagában számítva a sótartalom növekedésével a %-os szárazanyaghozam-többlet 48,7; 37,8 és 26,1; a szemtermés-többlet pedig 35,5; 19,5 és 12,7% volt. Az adatokból az is kitűnik, hogy a nagy SAR-szintek hozamcsökkentő hatása jobban megnyilvánul a közepes és nagy sótartalmaknál.

A műtrágyázás és az istállótrágyázás hatása az ásványi táplálkozásra

A termesztett növények só-tűrésének a szokásos módon, a növekedés megfigyelése, valamint a termések szerint, történő megítélése mellett hasznos lehet a növekedés csökkenésének a növények táplálkozásában megnyilvánuló hatásait is megvizsgálni.

A levelek és szárak összetételének vizsgálata alapján bebizonyosodott, hogy a tápelemek — mint N, P, Ca, Mg, Na, K, Mn és Fe —, valamint a vízben oldható szénhidrátok mennyisége számottevően megváltozik sós vizekkel öntözve akár történt mű- vagy istállótrágyázás, akár nem.

Nitrogén

A levelek és a szárak N-felvétele az öntözővíz sótartalmával a 25 SAR és 28 mgeé/l sótartalomig — ez 32,2 ESP-nek felel meg — növekedett, míg ezeken az értékeken felül csökkent (3. ábra). Műtrágyázás, valamint istállótrágyázás nyomán nőtt a növények N-felvétele. Ez bizonyára a nitrogén jobb felvehetőségének a következménye. A sótartalommal és az SAR-el együttjáró N-felvétel növekedése csaknem ugyanolyan tendenciájú volt, mint a nem trágyázott talajokban.

A különböző növekedési szakaszokban valamennyi sótartalom és SAR mellett mindig kisebb volt a szárak, mint a levelek N-tartalma.

Foszfor

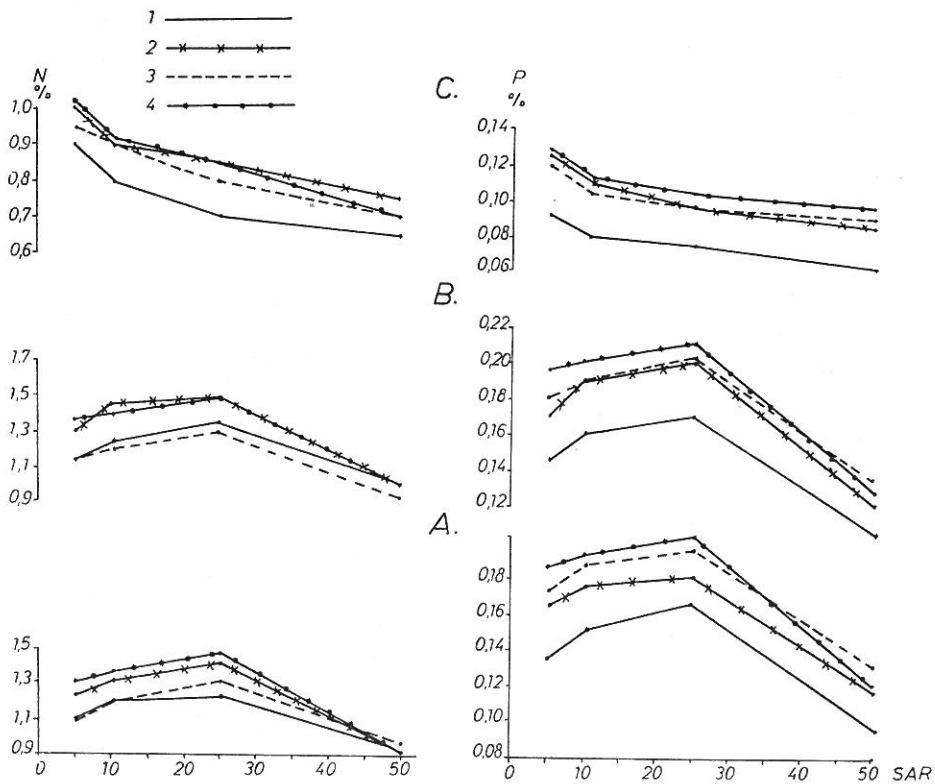
A levelek és a szárak P-felvétele az öntözővíz sótartalmának a növekedésével — 28 mgeé/l-ig és 25-ig SAR fokozódik (4. ábra), de ezen felül már csökkent, jöllehet 8,5 pH-jú 0,5 molos NaHCO_3 -al (Olsen szerint) több P-t lehetett a talajból kivonni. Így a P-felvétel a 6—6,5 mmhos/cm E.C.-ig növekedett, majd ezen felül csökkent. A terméshozamokat a P-felvétellel összevetve megállapítható, hogy míg a sótartalom és az ESP növekedésével a termések folytonosan csökkennek, addig a P-felvétel mérsékelt sótartalomig és ESP-értékig növekedik, azután ez is csökken. Ez arra mutat, hogy a csekély és a közepes sótartalom bizonyos, a P-felvételben szerepet játszó élettani folyamatokat serkent, míg a nagyobb sótartalmak hatása kedvezőtlen és ezek már

gátolják a P felvételét. A P-felvétel és a növények növekedése közötti összefüggés úglátszik inkább növényélettani jellegű és kevésbé szoros kapcsolatban van a talaj NaHCO_3 -oldható P-tartalmával. Emellett az így kimutatott P mozgékonyága a talaj sótartalmával csökken, emellett a P-felvétel visszaesése összefüggésben lehet a talaj sótartalma és lúgossága folytán kisebb mérvű gyökérnövekedéssel, ugyanis ekkor kevesebb lesz a talajjal érintkező, a P-t hasznosítani képes gyökérfelület. FINE és CARSON [7], valamint HASSAN és munkatársai [8] szintén megfigyelték az árpalevelek P-tartalmának a csökkenését a talaj sótartalmának a növekedésével.

A műtrágyázás és az istállótrágyázás növelte a levelek és a szárok P-felvételét, a viszonylagos P-felvétel növekedés nagyobb volt a műtrágyázás és az istállótrágyázás kombinálása esetében.

Szénhidrátok

Valamennyi növekedési szakaszban a sótartalom és a SAR növekedésével csökkent a levelek vízben oldható szénhidrát tartalma (5. ábra). A műtrágyázás és az istállótrágyázás kis sótartalom esetében valamennyi SAR-értéknél, míg közepes sótartalomnál csak a 25 SAR-értékig növelte a levelek szénhidrát-



3. ábra

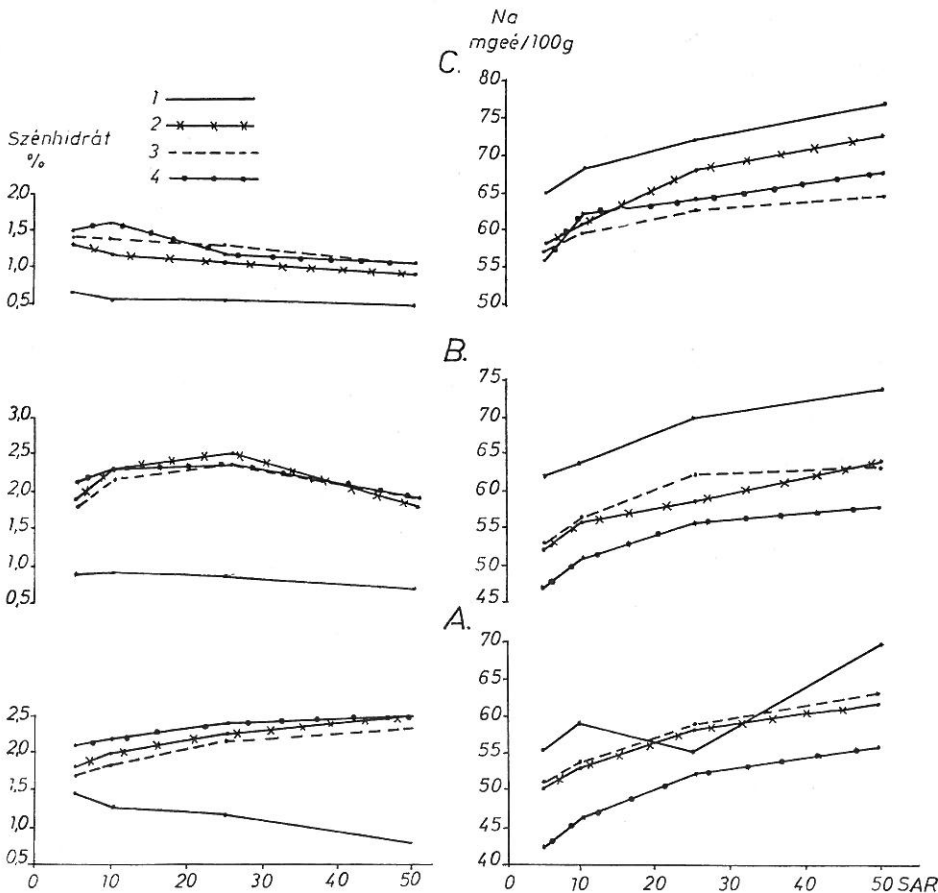
Az istálló- és műtrágyázás hatása a levelek %-os N- és P-tartalmára. 1. Trágyázatlan kontroll. 2. Műtrágyázva. 3. Istállótrágyázva. 4. Műtrágyázva és istállótrágyázva.

A–B–C az öntözővizek sótartalma lásd 2. táblázat

tartalmát. Viszonylag a legtöbb szénhidrát a kombinált trágyakezelésekben volt. Feltehetően a fotoszintézis folyamatainak a sós vizekkel öntözött növényeknél fellépő zavarai okozzák a vízben oldható szénhidrát-tartalmak csökkenését (BERNSTEIN [3]).

Kationfelvétel

Az árpa leveleinek és szárának a kationfelvétele (Na, Ca és Mg-tartalma) az öntözővizek összetételét tükrözte. Bár SAR vagy a sótartalom növekedésével nőtt a Na felvétele (6. ábra), de ez sem a sótartalommal, sem az SAR-al, sem pedig mindkettővel nem volt arányban. A Ca és az Mg felvétele a sótartalommal és különösen az SAR-al csökkent. A K-felvétel a levelekben és a szárazokban az SAR növekedésével, illetve 28 mgeé/l sótartalomig kissé növekedett, majd csökkent. Bár az egyes kationok felvételében voltak különbségek, a kation összeget tekintve nem volt változás jelezvén, hogy az egyenértékek állandóságának a törvénye még sós-szódás viszonyok között is érvényes.



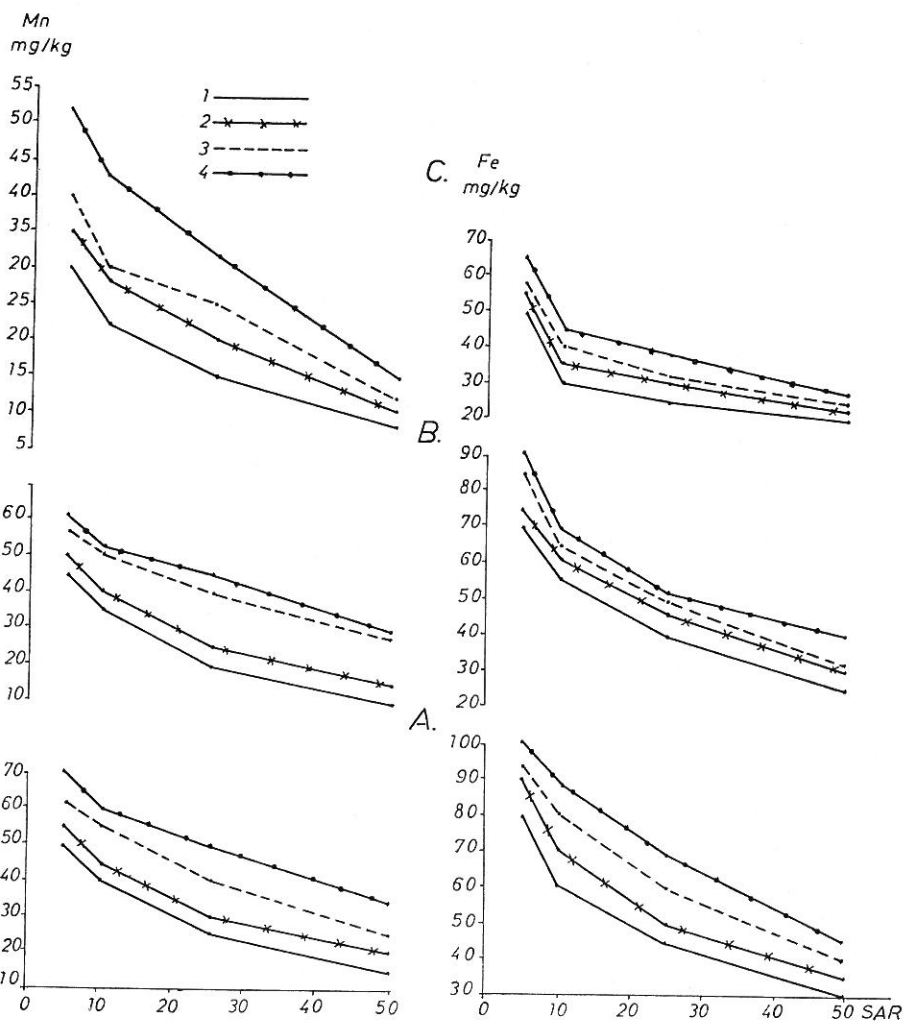
4. ábra
Az istálló és műtrágyázás hatása a levelek szénhidrát és Na tartalmára. Kezeléseket lásd 3. ábra

A Na-ból több halmozódott fel a szárakban, mint a levelekben. A felvett mennyiségek sorrendjében a szárakban és a levelekben a kationok között nem volt különbség.

A mangán és a vas felvétele a levelekben is és a szárakban is az SAR-el és az öntözővíz sótartalmának növekedésével csökken, mégpedig nagy SAR-értékeknél hirtelen (7. és 8. ábra).

A trágyázás hatására a nátrium felvétele a levelekben is és a szárakban is jelentős mértékben kisebb lesz, mégpedig legnagyobb mértékben a kombinált kezelésben. A Ca, Mg, Mn és Fe felvétele valamennyi kezelésben nőtt, de a sótartalom és az SAR növekedésével már kevésbé.

A sótartalom és az ESP tápanyagok felvételére gyakorolt hatásának igazolására kiszámítottuk a növények kémiai összetevői, valamint a sótartalom



5. ábra

Az istálló- és műtrágyázás hatása a levelek Mn és Fe-tartalmára. Kezeléseket lásd 3. ábra

indexszámai közötti korrelációs együtthatókat (4. táblázat). A műtrágyázott és nem műtrágyázott talajokban egyaránt sokkal szorosabb volt a nitrogén-, foszfor- és szénhidrát-tartalom negatív összefüggése a só-tartalommal, mint a talaj ESP-jével. A Ca és az Mg felvétele negatív korrelációja a talaj ESP-jével szorosabb volt, mint a só-tartalmával.

4. táblázat

Az E. C. ill. ESP, valamint a különböző kémiai alkotórészek közötti korrelációk együtthatói az árpa levelében

(1) Változók	(2) Kezelések			
	Ø	M	‡	M + ‡
E. C. × N	-0,74**	-0,64*	-0,72**	-0,69**
E. C. × P	-0,93**	-0,61**	-0,77**	-0,75**
E. C. × szénhidrát	-0,84**	-0,99**	-0,80**	-0,86**
E. C. × Na	+0,60*	+0,63**	+0,45	+0,77**
E. C. × Ca	-0,45	-0,56*	-0,63*	-0,74**
E. C. × Mg	-0,45	-0,59*	-0,54	-0,74**
ESP × N	-0,36	-0,55*	-0,44	-0,55
ESP × P	-0,59*	-0,34	-0,54	-0,23
ESP × szénhidrát	-0,46	-0,08	-0,15	-0,18
ESP × Na	+0,83**	+0,81**	+0,88**	-0,39
ESP × Ca	-0,97**	-0,87**	-0,84**	-0,71**
ESP × Mg	-0,88**	-0,84**	-0,88**	-0,70**

Szignifikáns: ** 1%-ra
* 5%-ra

Statisztikai elemzéssel vizsgáltuk meg, hogy ezeknek a tápanyagoknak a növényekbe juttatott mennyisége összefüggésben van-e a talajoldatban talált mennyiségükkel. Azt találtuk, hogy az Na, Ca és Mg kationok közül egyedül a vízben oldható nátriumtartalom és a nátriumfelvétel között volt 1%-os valószínűségi szinten ilyen összefüggés kimutatható, mégpedig a nem kezelt növények esetében $r = 0,798^{**}$; a műtrágyázottak esetében $r = 0,892^{**}$; az istállótrágyázottaknál $r = 0,754^{**}$ és az istállótrágyázott + műtrágyázott kezelésekben $r = 0,939^{**}$. Ez utóbbi kezeléstől eltekintve a növények nátrium felvétele a talajok ESP-jével is korrelációban volt. A N és P felvétele és a talaj felvehető nitrogén- és foszfortartalma között nem volt korreláció.

A fenti eredmények azt mutatják, hogy a talajoldat koncentrációjának és az ESP-nek a növekedésével a szárazanyag, valamint a szemterméshozam csökkent és hogy az árpa biztonságosan termesztendő, ha az öntözővíz só-tartalma folytán a talaj elektromos vezetőképessége a 6,5 mmhos/cm, valamint az ESP a 32 értéket nem haladja meg. Közepes só-tartalomig és ESP-ig előnyös volt a műtrágyázás, míg nagyobb szinteken már csekély volt jelentősége. Úgy tűnik, hogy a műtrágyákban könnyen felvehető formában adott tápanyagok serkentően hatottak a növény olyan szükséges élettani folyamataira, amelyeket a nagy ozmózis nyomás már gátolt (ROZHDESTVENSKII [14] SANDU et al. [15]).

Erősen sós és szódás talajokban a nitrogén, foszfor, kalcium és magnézium felvétele egészen csekély, míg a nátriumé számottevő volt. Műtrágyázás és istállótrágyázás hatására a fenti tápelemek felvétele nőtt, kivéve a nátriumét, amely csökkent. A gyökerekben a nátrium túlzott felhalmozódása nagy ESP esetében károsíthatja a növények élettani folyamatait és hatással lehet növekedésükre (PEARSON és BERNSTEIN [10]). A műtrágyázás közvetett hatásaképpen a kalcium felvétele nőtt, míg a nátriumé csökkent, és így a növényben a tápelemek egyensúlya kedvezőbbé vált. Ez a növényi gyökerek fiziológiai funkcióinak javulását és következésképpen a növekedés fokozódását eredményezheti.

A növények kis nitrogén felvétele úgy látszik a talajnitrogén felvehetőségének kis szintjével van összefüggésben. Ezt műtrágyázással növelni lehet (LATKOVICS és MÁTÉ [9], RAVIKOVITCH és PORATH [13] és ABROL [17]). Ilyen lehetőségre mutat az elektromos vezetőképesség (E. C.) és a talajok felvehető nitrogéntartalma, illetve az ESP és a talajok felvehető nitrogéntartalma közötti szignifikáns negatív korreláció ($r = -0,858^{**}$, illetve $r = -0,901^{**}$).

A nagyobb N és P felvétel látszólag elősegíti a növények fő fiziológiai funkcióit. Úgy találták, hogy a foszfor hozzájárul a talajkolloidok hidratációjának, valamint a protoplazma viszkozitásának fenntartásához (RATNER [11]), a protoplazma nagyobb hidratációja pedig a növények sótűrésével együtt jár (SHAKOV [17]). Ugyanakkor a nagyobb nitrogéntartalom velejárója a növény hidrophil kolloidrendszerének a fenntartásával és stabilizációjával (SARUKHANIAN [16], SHAKOV [17]).

Így a mérsékelt sós-szódás talajokon istállótrágyázás és normális műtrágyaadagok együttes alkalmazásával a terméshozamok javíthatók, mivel a trágyázás nemcsak a növények tápanyagfelvételét növeli, de a növényekben is a tápanyagok kedvező egyensúlyát hozza létre.

Összefoglalás

Tenyészedény-kísérletekben árpa jelzőnövényvel különböző minőségű öntözővizet alkalmazva vizsgáltuk a trágyázás hatásait. Ha a talajkivonat elektromos vezetőképessége 6,5 mmhos/cm a kicserélhető nátriumtartalom %-a pedig 32-ön alul maradt, akkor a NP 13 fajtájú árpa kielégítően növekedett, és a szokásos műtrágya-, valamint istállótrágya-adagok hatása is kedvező volt. A tápanyagok, mint N, P, Ca, Mg, Fe, Mn, felvételét a sós-szódás talajviszonyok kedvezőtlenül befolyásolták, míg a trágyázás növelte ezeknek a növényekbe jutó mennyiségét. A trágyázás következtében megnőtt N-, P-, Ca-, Mg- és csökkent Na-felvétel eredményeképpen jobb lett a növényben a tápanyagok egyensúlya, és így a növények jobban növekedtek. Az N, P felvétele, valamint a szénhidrát-szintézis erősebb negatív korrelációban volt a talaj só-tartalmával, mint az ESP értékével. A Ca és Mg felvétele szintén negatív korrelációban volt az ESP-vel, míg a Na-felvétel az oldható Na-tartalommal és az ESP-vel is pozitív korrelációt mutatott. Ez valamennyi kezelésben így volt, kivéve, amikor az istállótrágyát és a műtrágyát együttesen alkalmaztuk. Ilyen a felvett Na és a talaj ESP-értéke között nem volt összefüggés.

Irodalom

- [1] ABROL, J. P.: A study of the effect of added nutrients on plant growth on a sodic substrate. *Trans. 9th Int. Congr. Soil Sci., Adelaide*. **2**, 589—595. 1968.
- [2] AGARWAL, S. C., MEHROTRA, N. K. & SINHA, B. K.: Influence of exchangeable sodium on the growth and mineral composition of plants. I. *J. Ind. Soc. Soil Sci.* **12**, 1—23. 1964.
- [3] BERNSTEIN, L.: Salt affected soils and plants. *Arid Zone Res.* **18**, 139—174. 1962.
- [4] DERDERIAN, M. D.: Determination of calcium and magnesium in plant material with EDTA. *Anal. Chem.* **33**, 1796—1797. 1961.
- [5] DUBOIS, M. et al.: Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* **28**, 350—356. 1956.
- [6] FERGUSON, W. S. & HEDLIN, R. A.: Effect of soluble salts on plant response to an absorption of phosphorus. *Canad. J. Soil Sci.* **43**, 210—218. 1963.
- [7] FINE, L. O. & CARSON, P. L.: Phosphorus needs of small grains on a moderately saline soil. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* **18**, 60—63. 1954.
- [8] HASSAN, NOURI, A. K., et al.: Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn. *Agron. J.* **62**, 43—48. 1970.
- [9] LATKOVICS, G. & MÁTÉ, F.: Különböző nitrogénműtrágyák hatásának vizsgálata savanyú és szikes talajon tenyészedénykísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* **12**, 397—406. 1963.
- [10] PEARSON, G. A. & BERNSTEIN, L.: Influence of exchangeable sodium on yield and chemical composition of plants. II. Wheat, barley, oats, rice, tall fescue and tall wheat grass. *Soil Sci.* **86**, 254—261. 1958.
- [11] RATNER, E. I.: *Pitanie rasztenij i primenenie udobrenij*. Izd. AN. SSSR. Moszkva. 1955.
- [12] RAVIKOVITCH, S. & MURAVSKY, E.: Irrigation with waters of varying degrees of salinity and its influence on soils and crops. *Israel Agric. Res. Sta. Ktavim.* **8**, 221—254. 1958.
- [13] RAIKOVITCH, S. & PORATH, A.: The effect of nutrients on the salt tolerance of crops. *Plant & Soil.* **26**, 49—71. 1967.
- [14] ROZHDESTVENSKIJ, M. N.: Results of fertilizer experiments on cotton on soil damaged by salinization. *Trudy fedchenkov. Molior. Opyt. Stants.* **1**, 107—147. 1958.
- [15] SANDU, G. et al.: Melioraciija szodovüh pocsv ekszperimental'nogo centra Szokodor putem iszpol'zovanija meliorirujusesich szredsztv i vneszenija udobrenij. *Agrokémia és Talajtan. Suppl.* **14**, 211—224. 1965.
- [16] SARUKHANIAN, N. G.: Vlianie udobrenij na nakoplenie azotisztüh szoedinenij v korniah szaharnoj szveklü. *Izv. AN. Armian SSR. Ser. Biol.* **15**, **4**, (5) 1951.
- [17] SHAKOV, A. A.: *Szoleusztojesivoszt' rasztenii*. Izd. AN. SSSR. Moszkva. 1956.

Érkezett: 1971. március 13.

Fertilizer Responses of Barley Irrigated with Waters of Different Qualities

G. L. MALIWAL and K. V. PALIWAL

Agricultural Experiment Station, University of Udaipur, Udaipur (India)

Summary

Fertilizer responses of barley irrigated with waters of different qualities were studied in pot experiments. The growth of barley (sort NP 13) was satisfactory and the effect of normal doses of fertilizers and manure was favourable upto a 6.5 mmhos/cm EC value of the saturation extract and ESP 32.

The uptake of N, P, Ca, Mg, Fe and Mn was adversely affected under saline-sodic conditions and increased by fertilization. The higher uptake of N, P, Ca, Mn and a less one of Na due to fertilization, caused a better nutrient balance in the plants and resulted better crop growth. The negative correlation between the N and P uptake as well as the carbohydrate synthesis and the salinity was closer than between these phenomenon and

ESP values. There was a negative correlation between the uptake of Ca and Mg and the ESP value, and a positive one between the Na uptake and the soluble sodium content and ESP value in all of the treatments except when fertilizers and farmyard manure were used together. In this latter case, there was no correlation between the Na uptake and the ESP value of the soils.

Table 1. Particle size distribution and chemical properties of the clay loam examined. (1) Particle size distribution, %. a) Coarse sand, b) fine sand, c) silt, d) clay. (2) Chemical characteristics.

Table 2. Effect of irrigation waters of different qualities on the growth of barley. (1) Treatments. (2) Quality of irrigation waters: Salinity, me/l and SAR. (3) Growth characteristics: Number of tillers; height of plants and length of leaves, cm.

Table 3. Effect of manure and fertilizers on the dry matter and grain yield of barley (g/plant). (1) Treatments. (2) Saturation extract. (3) Dry matter and (4) grain yield with the 4 treatments: Control; M = 33 kg/ha N + 22 kg/ha P₂O₅ added as ammonium sulfate and superphosphate; # = 11 to/ha farmyard manure; M + #

Table 4. Correlation coefficients between EC, ESP and the nutrient contents in the barley leaves. (1) Variables. (2) Treatments: see Table 3. ** LSD at 1% level. * LSD at 5% level.

Fig. 1. Effect of the salinity and SAR value of irrigation waters on the dry matter yield of barley (in the percentage of the control)

Fig. 2. Effect of a combined application of manure and fertilizers on the increase in grain yield (percentage increase over the control)

Fig. 3. Effect of manure and fertilizers on the N and P content of the leaves, %. Treatments: 1. Control, 2. Fertilizers. 3. Manure. 4. Fertilizers + manure. A—B—C salt contents of irrigation waters see Table 2.

Fig. 4. Effect of manure and fertilizers on the carbohydrate (%) and Na (me/100 g.) content of the leaves. Treatments: see Fig. 3.

Fig. 5. Effect of manure and fertilizers on the Mn and Fe content of the leaves, mg/kg. Treatments: see Fig. 3.

Wirkung der Mineraldüngung auf mit verschiedenen Bewässerungswassern behandelten Gerstenpflanzen

G. L. MALIWAL and K. V. PALIWAL

Landwirtschaftliche Versuchsstation der Universität von Udaipur (Indien)

Zusammenfassung

Die Düngerwirkung wurde an Hand von Gefäßversuchen mit Gerstenpflanzen und Bewässerungswasser von verschiedener Qualität angewendet, untersucht. Wenn die elektrische Leitfähigkeit unter 6,5 mmhos/cm blieb und der perzentuelle Wert des austauschbaren Na-Gehaltes 32 nicht überstieg, dann wuchs bei Gerstensorte NP 13 entsprechend und die Wirkung der üblichen Mineraldünger- und Stallmistgaben war günstig. Die Aufnahme der Nährstoffe N, P, Ca, Mg, Fe und Mn wurde durch die Verhältnisse in den salzigen und Soda enthaltenden Böden ungünstig beeinflusst, die Düngung hingegen steigerte die Menge der aufgenommenen Nährstoffe. Infolge der Düngung stieg die N-, P-, Ca- und Mg-Aufnahme an, die Na-Aufnahme sank aber ab. Als Resultat dieses Vorganges stellte sich ein besseres Gleichgewicht in den Pflanzen ein und sie konnten ein besseres Wachstum aufweisen. Die N- und P-Aufnahme, sowie die Kohlenhydratsynthese zeigen eine stärkere negative Korrelation mit dem Salzgehalt des Bodens, als mit dem ESP-Wert. Die Ca- und Mg-Aufnahme stand auch in negativer Korrelation mit dem ESP-Wert, die Na-Aufnahme wies aber eine positive Korrelation mit dem löslichen Na-Gehalt, sowie mit dem ESP-Wert auf. Dies war für alle Varianten gültig, ausgenommen diejenigen, wo Stallmist und Mineraldünger gemeinsam angewendet wurden. In den letzteren Varianten konnte zwischen dem aufgenommenen Na und dem ESP-Wert des Bodens kein Zusammenhang festgestellt werden.

Tab. 1. Mechanische Zusammensetzung und chemische Eigenschaften des Versuchsbodens (toniger Lehm). (1) Mechanische Zusammensetzung, %: a) grober Sand, b) feiner Sand, c) Schlamm, d) Ton. (2) Chemische Eigenschaften.

Tab. 2. Wirkung der Qualität des Bewässerungswassers auf das Wachstum der Gerstenpflanzen. (1) Variante. (2) Qualität des Bewässerungswassers: Salzgehalt in mval./l und SAR. (3) Wachstumskennwerte: Anzahl der Halme, Stück, Pflanzenhöhe und Blattlänge, cm.

Tab. 3. Wirkung der Mineral- und Stallmistdüngung auf den Trockensubstanz- und Kornertrag der Gerste (g/Pflanze). (1) Variante. (2) im gesättigten Auszug. (3) Trockensubstanzertrag. (4) Kornertrag in den vier Varianten. Varianten: \emptyset = Kontrolle. M = 33 kg/ha N + 22 kg/ha P₂O₅ in Form von Ammoniumsulfat und Superphosphat. = 110 dt/ha Stallmist. M + *.

Tab. 4. Korrelationskoeffizienten einerseits der EC- bzw. ESP-Werte, andererseits der verschiedenen chemischen Bestandteile der Gerstenblätter. (1) Variante. (2) Behandlungen (s. Tab. 3.). ** = signifikant bei P = 1%; * = signifikant bei P = 5%.

Abb. 1. Einfluss des Salzgehaltes und des SAR-Wertes der Bewässerungswasser auf den Trockensubstanzertrag der Gerste (im %-Wert der Kontrolle).

Abb. 2. Einfluss der mit Stallmistdüngung kombinierten Mineraldüngung auf den Kornmehrertrag im %-Wert der Kontrolle.

Abb. 3. Einfluss der Stallmist- und Mineraldüngung auf den Stickstoffgehalt und Phosphorgehalt (in %) der Blätter. Varianten: 1. ungedüngt. 2. Mineraldüngung. 3. Stallmistdüngung. 4. Mineral- und Stallmistdüngung.

Abb. 4. Einfluss der Stallmist- und Mineraldüngung und Na-Gehalt (mval./100 g) auf den Kohlenhydratgehalt (in%) der Blätter. Varianten: s. Abb. 3.

Abb. 5. Einfluss der Stallmist- und Mineraldüngung auf den Mn- und Fe-Gehalt der Blätter. Varianten: s. Abb. 3.

Влияние внесения минеральных удобрений, оказываемое на ячмень, при орошении его водами различного химического состава

Г. Л. МАЛИВАЛ и К. В. ПАЛИВАЛ

Сельскохозяйственная опытная станция Удаипурского Университета, Удаипур (Индия)

Резюме

В вегетационных опытах изучалось влияние внесения минеральных удобрений, оказываемое на культуру ячменя при орошении его водами различного химического состава. При электропроводности почвы в 6,5 мм. хос./см, при содержании ионов обменного натрия ниже 32% ячмень сорта NP 13 хорошо развивается и внесение обычных доз минеральных удобрений и навоза оказывают благоприятное влияние. Содовое засоление почвы неблагоприятно сказывалось на усвоении питательных элементов таких как азот, фосфор, кальция, магний, железо и марганец, в тоже время под влиянием внесения минеральных удобрений увеличивалось поступление этих элементов в растение. В результате внесения минеральных удобрений повысилась усвоенность азота, фосфора, кальция и магния и снизилось усвоение натрия, в результате чего улучшился баланс питательных веществ в растениях, что улучшило их развитие. Отрицательная зависимость между усвоением азота, фосфора и синтезом углеводов с содержанием солей в почве была более тесной, чем с величиной ESP. Усвоение кальция и магния также находилось в отрицательной зависимости с величиной ESP, а усвоение натрия находилось в положительной зависимости с количеством растворимого натрия и с величиной ESP.

Это прослеживалось во всех вариантах за исключением того варианта, где навоз и минеральные удобрения вносились совместно. В этом случае не было никакой связи между усвоением натрия и величиной ESP.

Табл. 1. Механический состав и химические свойства почвы, используемой в опытах (тяжелый суглинок). (1) Механический состав, % a) Грубый песок. b) Тонкий песок. c) Ил. d) Глина. (2) Химические свойства.

Табл. 2. Влияние поливных вод различного химического состава на рост ячменя. (1) Варианты. (2) Качество поливной воды; Содержание солей в мг. экв./л. и SAR. (3) Показатели роста ячменя; Число побегов в шт. Высота растения и длина листа в см.

Табл. 3. Влияние внесения навоза и минеральных удобрений на выход сухого вещества и урожай зерна ячменя (г/растение). (1) Варианты. (2) В насыщенной выгужке. (3) Выход сухого вещества. (4) Урожай зерна в четырех вариантах. Варианты: \emptyset = кон-

троль. М = 33 кг/га азота + 22 кг/га P_2O_5 , в форме сульфата аммония и суперфосфата 110 ц/га навоза.

Табл. 4. Коэффициенты корреляции между ЕС, ESP и различными химическими элементами в листьях ячменя. (1) Переменные. (2) Варианты. (смотри таблицу 3).** Достоверность на 1%-ом уровне. Достоверность на 5%-ом уровне.

Рис. 1. Влияние содержания солей в поливных водах и величины ESP на выход сухого вещества ячменя (в процентах от контроля).

Рис. 2. Влияние совместного внесения минеральных удобрений и навоза на прибавку урожая зерна ячменя (в % от контроля).

Рис. 3. Влияние внесения минеральных удобрений и навоза на процентное содержание азота и фосфора в листьях ячменя. Варианты: 1. Контроль. 2. Минеральное удобрение. 3. Навоз. 4. Минеральное удобрение + навоз.

Рис. 4. Влияние внесения минеральных удобрений и навоза на процентное содержание углеводов (%) и натрия (мг. экв./100 г) в листьях ячменя. Варианты смотри рисунок 3.

Рис. 5. Влияние внесения минеральных удобрений и навоза на содержание марганца и железа в листьях ячменя (мг/кг). Варианты: смотри рисунок 3.