

## TOKSISITI DAN PENUMPULAN KLORIDA DAN GARAM SULFAT DALAM TUMBUHAN<sup>1</sup>

By F PANGKAT M. EATON<sup>2,3</sup>

Bekas ahli fisiologi tumbuhan kanan, *Makmal Kemiskinan Serantau Amerika Syarikat, Biro Industri Tanaman, Jabatan Pertanian Amerika Syarikat*

### PENGENALAN

Subjek ketoksikan garam, atau "alkali," telah menjadi objek perhatian eksperimen hampir sejak permulaan pembangunan pengairan di Negara Barat. Kemajuan baru-baru ini dalam pemahaman tentang peranan unsur surih dalam pertumbuhan tumbuhan dan dalam pembangunan kaedah penyelidikan fisiologi bukan sahaja menunjukkan keperluan dan menyediakan cara untuk kajian baru ketoksikan garam tetapi mereka juga telah memberikan gambaran tentang beberapa kesukaran yang dihadapi oleh penyiasat awal. Walaupun toksin garam dan kualiti air pengairan merupakan satu aspek daripada masalah pertanian yang menguntungkan dan kekal di bawah pengairan, ia tidak kurang pentingnya, kerana keputusan mengenai kesesuaian bekalan air, kuantiti air yang diperlukan untuk larut lesap tanah, dan kelebihan kewangan kerja-kerja saliran dan kapasitinya boleh berasaskan secara bijak hanya berdasarkan maklumat kuantitatif tentang ketoksikan garam kepada tumbuhan. Pemilihan tanaman yang bijak untuk tanah masin juga mesti bergantung pada pengetahuan tentang toleransi relatif spesies dan jenis tumbuhan terhadap jujuk garam larutan tanah.

Apabila kerja-kerja ini dijalankan pada tahun 1934, terdapat kepercayaan yang meluas di kawasan pengairan barat bahawa jika garam neutral berada di bawah kepekatan yang besar, tumbuhan tidak akan cedera manakala jika garam berada di atas kepekatan ini kecederaan akan dinyatakan. Ia kelihatan kepada pengarang, berdasarkan bukti yang diambil daripada literatur serta daripada pemerhatian di lapangan dan dalam eksperimen kecil, bahawa terdapat kelemahan dalam sudut toleransi tinggi ini dan bahawa penyiasatan tambahan diperlukan. Eksperimen seperti yang dilakukan pada asalnya mempunyai sebagai objektif utama kajian tentang tindak balas perbandingan kepada garam klorida dan sulfat bagi beberapa tumbuhan tanaman yang ditanam bersama dalam satu siri kultur pasir luar yang dibekalkan secara berbeza dengan garam yang ditambah kepada larutan nutrien asas. Perhatian khusus diberikan kepada perkembangan gejala tumbuhan yang mungkin mempunyai nilai diagnostik di bawah keadaan lapangan. Kepekatan jujuk garam dalam sap exprosscd tumbuhan diukur sebagai cara mengaitkan kecederaan dengan garam

<sup>1</sup> Received for publication June 28, 1941.

<sup>2</sup> Pakar fisiologi kanan, Bahagian Kapas dan Tanaman Gentian Lain dan Penyakit, Biro Industri Tanaman, Jabatan Pertanian AS.

<sup>3</sup> Penulis merakamkan penghargaan kepada George Y. Blair, penolong ahli pomologi, dan LV Wilcox, ahli agronomi bersekutu, Bahagian Pertanian Pengairan, Biro Industri Tanaman, atas bantuan dalam menanam tumbuhan dan dalam kerja analisis.

pengumpulan. Berikutan percubaan luar, beberapa eksperimen rumah hijau telah dijalankan untuk tujuan mendapatkan idea yang lebih jelas tentang watak lengkung kecederaan garam melalui a siri kepekatan rendah serta pertengahan dan tinggi bagi klorida dan sulfat. Hasil kerja yang pertama disebut telah

telah dirujuk secara ringkas dalam kertas kerja terdahulu (10).<sup>4</sup>

Kesusasteraan yang berkaitan dengan ketoksikan klorida dan garam sulfat, walaupun tidak begitu meluas, sukar untuk diselaraskan dan meringkaskan. Prosedur eksperimen yang digunakan kedua-duanya dalam lapangan dan di makmal telah pelbagai, dan terdapat luas kebolehubahan dalam toleransi tumbuhan yang berbeza terhadap klorida dan sulfat ion. Selain itu, tindak balas tumbuhan dalam beberapa ukuran bergantung kepada sama ada arka klorida dan sulfat hadir sebagai kalsium, magnesium, atau garam natrium, dan atas keadaan iklim juga.

Tidak ada kerja yang meluas mengenai masalah ini dalam beberapa tahun kebelakangan ini, dan nampaknya lebih baik untuk merujuk dalam teks kepada hasil yang berkaitan secara langsung kepada data semasa dan bukannya untuk menjalankan semakan am ke atas sastera

## KESAN GARAM Klorida DAN SULFAT TERHADAP SIRI

### TANAMAN TANAMAN DALAM BUDAYA PASIR LUAR (EKSPERIMEN 1)

#### KEADAAN IKLIM

Suhu musim panas di Riverside, Calif., iaitu 40 batu pedalaman dari Lautan Pasifik, lengkungan tidak begitu tinggi (jadual 1) seperti yang terdapat di banyak lembah pedalaman di Barat Daya., dan juga tidak serendah di kawasan pantai. Iklim di Rivcrsidc, biasanya dipengaruhi oleh angin barat yang berlaku dari Pasifik, kadangkala panas dan kering akibat daripada angin utara dan timur datang dari Gurun Mojave dan Colorado. Saudara tengah hari kelembapan lazimnya jatuh dalam julat 30 hingga 50 peratus, dan arka malam hampir selalu sejuk.

#### KAEDAH DAN BAHAN

Enam katil pasir yang digunakan dalam cxpcriincnt ini sebelum ini telah diterangkan (9). Lapan tanaman ditanam dalam barisan selari pendek dalam setiap satu

JADUAL I.- Data klimatologi 1 untuk tempoh eksperimen kultur pasir luar di Riverside, Calif., pada tahun 1934

Sebulan _	Temperature						Relative humidity at 12 noon		
	Maximum			Minimum			Lowest	Highest	Min mulut
	Lowest	Highest	Mean of month	Lowest	Highest	Mean of month			
	° F.	° F.	° F.	° F.	° F.	° F.	Percent	Percent	Percent
May .....	74	107	88.2	41	60	50.2	10	48	31.1
June .....	68	97	82	46	63	58.7	22	68	46.1
July .....	88	117	95.9	51	68	58.7	14	51	33.6
August .....	90	102	96.11	52	64	57.4	15	46	32.4
September .....	61	104	92.8	41	63	55.2	15	76	32
October .....	65	104	86.74	44	60	50	18	84	37.6
November .....	61	93	74	34	52	44	15	94	43.6

<sup>1</sup> Measurements dibuat di Hireside oleh Universiti California

<sup>4</sup> Numbcr in bcsam pangkat sesuk kepada literatur, hlm. 397.

daripada katil adalah, mengikut urutan penanaman dari hujung utara ke hujung selatan, seperti berikut: Milo kerdil (*Sorghum vulgare* Pers.), kapas Acala (*Gossypium hirsutum* L.), keratan limau berakar (*Citrus limonia* Osbeck), barli (*Hordeum vulgare* L.), kacang laut (*Phaseolus vulgaris* L.), bit gula (*Beta vulgaris* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.) (tiga keratan), dan tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Semua kecuali limau telah dibawa ke peringkat matang.

Rawatan terdiri daripada katil kawalan yang dibekalkan dengan larutan nutrien asas, yang sama dalam semua kultur, dua katil klorida, satu dengan 50 dan satu dengan 150 miliekuivalen ion klorida seliter, dan tiga katil sulfat di mana kepekatan 50, 150, dan 250 milliequivalents, masing-masing, ion sulfat seliter dikekalkan. Lima puluh peratus daripada ion klorida dan sulfat telah ditambah sebagai garam natrium, dengan baki 50 peratus dibahagikan antara garam kalsium dan magnesium. Perkadaran yang sama bagi yang kedua telah digunakan dalam dua katil klorida dan juga dalam katil 50-sulfat, tetapi kerana had keterlarutan kalsium sulfat, magnesium sulfat telah digantikan dengan kalsium sulfat melebihi 20 miliekuivalen seliter dalam 150- dan 250- katil sulfat. Air paip telah digunakan dalam penyediaan dan penambahan semula larutan kultur.

Pengkulturan siri varieti tanaman bersama-sama dalam dasar pasir atau kultur air untuk kajian fisiologi perbandingan memberikan jaminan terbaik yang mungkin semua tertakluk kepada keadaan substrat yang sama, termasuk faktor seperti kepekatan unsur nutrien dan toksik, suhu, dalam zon akar, oksigen, karbon dioksida, dan bekalan air. Pendedahan percuma di luar pintu juga cenderung memberikan kompleks iklim kasar yang hampir sama untuk semua ahli tanaman. Namun begitu, ketaksamaan dalam arka pendedahan terhasil kerana tindak balas pembezaan beberapa tanaman yang ditanam di setiap dasar pasir kepada pembolehubah bertindih, dalam kes ini garam klorida dan sulfat. Memandangkan tumbuhan dikedalikan saiznya oleh garam ini, pendedahan mereka kepada cahaya dan angin meningkat berhubung dengan tumbuhan kawalan. Keadaan ini wujud juga dalam penanaman ladang.

Komposisi purata air paip dan kepekatan jujuk yang ditambah dalam penyediaan arka larutan nutrien ditunjukkan dalam jadual 2. Air paip mengandungi 0.15 bahagian per juta boron, dan 0.85 p. hlm. m. telah ditambah dalam penyediaan setiap penyelesaian baharu; 0.5 pp rn. mangan juga ditambah. Besi ditambah setiap hari sebagai 10 ml. daripada larutan tartrate besi 5 peratus. Zink tidak ditambah diractly, tetapi pengukuran dibuat pada larutan a

**JADUAL 2.-Komposisi air paip dan kepekatan jujuk garam yang ditambah ke dalam air paip sebagai penyediaan larutan nutrien**

item	Jujuk (miliequivalents per liter)								
	Itu	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
Tap water.....	1.84	0.56	1.63	0.17	2.90	0.61	0.63	0.05	---
Constituents added:									
Control.....	6.00	2.0	---	8	---	2	---	13	1
50-chloride.....	18.5	14.5	25	8	---	2	50	13	1
150-chloride.....	43.5	39.5	75	8	---	2	150	13	1
50-sulfate.....	18.5	14.5	25	8	---	52	---	13	1
150-sulfate.....	26.0	57.0	75	8	---	152	---	13	1
250-sulfate.....	26.0	107.0	125	8	---	252	---	13	1

eksperimen seterusnya menunjukkan bahawa kuantiti yang mencukupi adalah diperoleh daripada air paip dan daripada kekotoran dalam garam yang digunakan dalam membuat penyelesaian.

Lapan tanaman itu ditanam dalam barisan selari 18 inci dalam setiap tanaman enam katil pasir pada 17 April 1934. Penanaman ini dibawa di luar percambahan dengan larutan nutrien asas ditambah satu perlima daripada kuantiti akhir garam klorida dan sulfat. Perlima tambahan garam ditambah pada 30 April dan 2, 4, dan 6 Mei. Setengah bahagian setiap larutan dengan kepekatan akhir garam adalah kemudian dibuat, digunakan untuk menyiram pasir, dan dibuang. Pada yang berikut tarikh penyelesaian baharu digantikan bagi yang digunakan: 12 dan 30 Mei, 13 dan 28 Jun, 12 Julai, 2 dan 24 Ogos, 6 September dan 5 Oktober. Kepekatan nitrat dalam semua larutan diukur secara berkala, dan kekurangan daripada kepekatan awal digantikan dengan penambahan kalium nitrat atau ammonium nitrat pada 19 Julai, 26 Julai, 16 Ogos dan 20 September.

180 liter larutan digunakan pada permukaan pasir pada setiap satu banjir katil adalah mencukupi untuk menggantikan kira-kira satu dan a suku kali ganda larutan yang dipegang melawan graviti oleh pasir. The penyelesaian kultur kembali ke takungan bawah dibawa ke isipadu dengan air paip selepas setiap penggunaan dan kemudian dikeluarkan melalui sedutan ke dalam takungan atas untuk digunakan semula. Penyelesaian yang dipegang oleh pasir diganti sekali setiap pagi semasa penanaman kecil, tetapi apabila mereka menjadi lebih besar operasi itu diulang kali kedua sejeurus selepas tengah hari.

## TOLERANSI

Toleransi relatif siri tanaman terhadap klorida dan sulfat garam, seperti yang diperhatikan di bawah syarat cxcpriment ini, dilaporkan dalam jadual 3.

JADUAL 3.-Pertumbuhan dan hasil 1 tumbuhan dalam eksperimen 1

LEMON, KERATAN EUREK A BERAKAR ( 17 APR.-19 NOV )

Nutrien penyelesaian	Plants surviving	Daun dikekalkan		Jumlah (daun, batang dan akar)	
		Dry weight	Relative kering berat badan	Dry weight	Relative kering u-betul
	Nombor	gram	Peratus	Gram	Peratus
Kawalan.....	3	2.6	100	46	100
50-klorida.....	1	0	27	13	28
50-sulfat.....	3	21	81	39	83
50-sulfat.c., 150-sulfat	3	8.77	32	15.2	
250-sulfat..	2	2.6	10	7.1	15

BEANS, NAVY ( 17 APR.-13 JULAI )

Nutrient solution	Plants surviving	Benih		Keseluruhan tumbuhan	
		Dry weight	Relative dry weight	Dry weight	Relative dry weight
	Number	Grams	Percent	Grams	Percent
Control .....	5	347	100	671	100
50-chloride .....	5	135	39	271	40
150-chloride .....	0				
50-sulfate .....	5	225	65	443	66
150-sulfate .....	5	89	25	160	24
250-sulfate .....	0	0			

† Jumlah berat tumbuhan dalam lengkok baris 18 inci diwakili, melainkan dinyatakan sebaliknya.

TABLE 3.—Growth and yield of plants in experiment 1—Continued

MILO, DWARF (APR. 17-SEPT. 19)

Nutrient solution	Plants surviving	Grain		Entire plants	
		Dry weight	Relative dry weight	Dry weight	Relative dry weight
	Number	Grams	Percent	Grams	Percent
Control .....	4	1,134	100	2,717	100
50-chloride .....	4	613	54	1,720	63
150-chloride .....	4	80	7	421	15
50-sulfate .....	4	961	85	2,213	81
150-sulfate .....	4	399	35	1,165	43
250-sulfate .....	4	150	13	586	22

ALFALFA, CHILEAN (APR. 17-OCT. 10)

Nutrient solution	Plants surviving	Hay cuttings								Roots	
		Dry weight				Relative dry weight				Dry weight	Relative dry weight
		July 10	Aug. 21	Oct. 30	Total	July 10	Aug. 21	Oct. 30	Total		
Number	Grams	Grams	Grams	Grams	Percent	Percent	Percent	Percent	Grams	Percent	
Control .....	15	385	201	235	821	100	100	100	100	87	100
50-chloride .....	13	235	158	210	603	61	79	89	73	81	93
150-chloride .....	11	137	107	114	358	36	53	49	44	63	72
50-sulfate .....	15	276	196	189	661	72	98	80	81	67	77
150-sulfate .....	15	232	162	176	569	60	81	75	69	62	71
250-sulfate .....	15	178	153	135	466	46	77	57	57	54	62

COTTON, ACALA (APR. 17-NOV. 9)

Nutrient solution	Plants tested	Seed cotton			Entire plants	
		Dry weight	Relative dry weight		Dry weight	Relative dry weight
	Number	Grams	Percent		Grams	Percent
Control .....	4	622	100		2,116	100
50-chloride .....	4	469	75		1,560	74
150-chloride .....	4	287	46		870	41
50-sulfate .....	4	492	79		1,321	62
150-sulfate .....	4	460	74		1,274	60
250-sulfate .....	4	251	40		657	31

TOMATO, STONE (APR. 17-SEPT. 20)

Nutrient solution	Plants tested	Vines (excluding fruit)		Total fruits					Entire plants	
		Dry weight	Relative dry weight	Fresh weight	Dry weight <sup>2</sup>	Relative dry weight	Average fresh weight (per fruit)	Number with blossom-end rot	Dry weight	Relative dry weight
Control .....	2	2,232	100	16,741	921	100	130	0	3,153	100
50-chloride .....	2	1,719	77	13,619	749	81	90	7	2,468	78
150-chloride .....	2	594	27	673	37	4	22	34	631	20
50-sulfate .....	2	1,764	79	12,115	666	72	148	2	2,430	77
150-sulfate .....	2	1,363	61	4,480	246	27	43	78	1,609	51
250-sulfate .....	2	771	35	1,774	98	11	25	84	869	28

<sup>2</sup> Assumed moisture content of fresh fruit, 94.5 percent.

T ABLE 3.-*Pertumbuhan dan hasil tumbuhan dalam eksperimen 1--Sambungan*

BARLI, KELAB MARIOT (2 APR.- 31 JUL)						
Nutrien penyelesaian	Plants		bijirin		Keseluruhan tumbuhan	
	Tested	Average height	Dry weight	Relative dry weight	Dry weight	relatif kering berat badan
	Number	Centimeters	Gram 3	Peratus	gram	Percent
Control .....	12	100	214	100	564	100
50-chloride .....	12	88	295	138	685	121
150-chloride .....	12	67	104	49	219	39
50-sulfate .....	12	90	247	115	495	88
150-sulfate .....	12	75	144	67	322	57
250-sulfate .....	12	70	67	31	195	35

SUGAR BEETS, U. S. NO. 1 (17 APR. 29 OKT)			
Nutrien solution	Plants tested	Beets	
		Average fresh weight	Average fresh weight (relative)
	Number	Grams	Percent
Control .....	4	1,475	100
50-chloride .....	4	1,452	98
150-chloride .....	4	1,281	87
50-sulfate .....	4	1,148	78
150-sulfate .....	4	1,209	82
250-sulfate .....	4	837	59

<sup>3</sup> The control barley, though systematically dusted, was heavily infested with mildew. There was little or no mildew on the other barley plants. The early growth of the control barley was more rapid than that of the other barley plants.

Tumbuhan limau, yang berasal dari keratan Januari 4 inci dengan dua daun, telah berakar di rumah hijau dalam pasir kasar dan trans ditanam apabila kitaran pertumbuhan pertama mula muncul.

Daripada lapan tanaman, limau adalah yang paling sensitif terhadap garam klorida. Gabungan akar, batang, dan daun tertahan ketiga-tiga tumbuhan dibekalkan dengan larutan yang mengandungi 50 milliequivalents of chloride per liter seberat 28 peratus sama dengan berat tumbuhan dalam kawalan katil, dan semua tumbuhan dalam katil 150-klorida mati. Sulfat toleransi tumbuhan limau adalah lebih tinggi daripada toleransi kloridanya; dua daripada tiga keratan berakar yang dibentangkan dalam katil 250-sulfat hidup sehingga akhir musim, semuanya membuat pertumbuhan.

Chapman dan Liebig (5), dalam eksperimen rumah hijau, mendapati no kemurungan dalam pertumbuhan anak benih oren manis daripada sama ada 20 milliequivalents of chloride or 20 milliequivalents of sulfate apabila ini ion ditambah sebagai garam campuran kalium, kalsium, dan magnesium dalam satu siri larutan kepekatan nitrat yang berbeza.

Milo secara ketara lebih tahan terhadap klorida pada awalnya peringkat pertumbuhan daripada selepas pendekatan berbunga. Dengan rupa bunga tangkai daun tumbuhan dalam 150-klorida katil mula terbakar, dan mereka membuat kepala miskin, manakala pembakaran daun milo di dalam katil sulfat muncul secara beransur-ansur. Pemerhatian ini, yang sekali lagi dibuat dalam eksperimen kemudian menunjukkan gangguan fisiologi yang disebabkan oleh klorida yang dikaitkan dengan masa pemindahan bahan yang cepat ke tangkai bunga dalam pelbagai milo ini. Ia akan kemudian ditunjukkan (jadual 5 dan 6) bahawa milo dalam katil 150-klorida terkumpul kepekatan ion klorida yang tidak seimbang tinggi dalam getahnya.

Tiga keratan telah dibuat daripada alfalfa, dan terdapat variasi yang ketara dalam kemerosotan pertumbuhan tanaman berturut-turut ini dalam

kedua-dua siri klorida dan sulfat. Pertumbuhan tanaman midsum mer dikurangkan secara relatifnya oleh garam berbanding tanaman pertama atau akhir.

Pertumbuhan vegetatif tumbuhan kapas dikurangkan secara relatifnya oleh garam klorida dan sulfat daripada hasil kapas benih. Purata berat bolls individu tidak terjejas oleh rawatan .

Tumbuhan daripada eksperimen ini ditunjukkan sebagai rajah 1.

Pengeluaran buah-buahan oleh tomato telah ditekan oleh garam kira-kira dalam perkadaran dengan pengurangan masing-masing dalam pertumbuhan anggur dalam katil 50 - klorida dan 50-sulfat , tetapi dalam katil yang dikekalkan dengan kepekatan garam yang lebih tinggi reput hujung bunga menjadi faktor dominan dalam hasil. Reput blossom-end dan keterukan yang lebih besar di dalam katil sulfat akan menerima pertimbangan selepas perbincangan mengenai analisis sap yang dinyatakan.

Barli dalam katil kawalan telah terjejas teruk dengan cendawan, tetapi terdapat sedikit atau tiada pada tumbuhan di dasar garam. Oleh kerana keadaan barli kawalan yang lemah, kesimpulan yang memuaskan tidak boleh dibuat berkenaan dengan toleransi garam tumbuhan ini. Walau bagaimanapun, boleh diperhatikan bahawa pengurangan hasil antara 50- dan 150 -klorida dan antara lapisan 50-, 150-, dan 250-sulfat secara proporsional adalah lebih tajam daripada yang berlaku pada beberapa tanaman lain, menunjukkan bahawa cendawan. telah mengurangkan dengan ketara pertumbuhan tumbuhan kawalan. Telah diperhatikan, kedua-dua dalam eksperimen ini dan dalam eksperimen lain di makmal ini, sama ada garam klorida atau sulfat, serta boron (8), berfungsi untuk menahan serangan cendawan barli.

Bit gula menunjukkan tahap toleransi yang tinggi terhadap klorida tetapi tidak kepada garam sulfat; pengurangan hasil yang lebih besar didapati hasil daripada 50 milliekuivalen sulfat daripada 150 milliekuivalen klorida Lill, Byall, dan Hurst (16) baru-baru ini melaporkan peningkatan pertumbuhan bit gula di Michigan berikutan

penggunaan sehingga 1,000 paun natrium klorida. setiap ekar. Peningkatan ini tidak sehebat yang terhasil daripada baja lengkap, dan ia dikaitkan dengan kesan tidak langsung garam dalam pembebasan unsur -unsur pemakanan daripada tanah .

Untuk memudahkan perbandingan ketoksikan garam klorida dan sulfat kepada siri tumbuhan ini, cara pengeluaran relatif dalam katil 50 dan 150 sulfat dan dalam katil 150 dan 250 sulfat telah ditetapkan bertentangan dengan hasil relatif. dalam katil 50-klorida (jadual 4).

Di bawah keadaan cperimcnt ini, 50 milliequivalcnts of chloride menyebabkan lekuan pertumbuhan milo kerdil, alfalfa, dan kapas yang lebih kurang sama dengan yang ditunjukkan untuk 100 milliequivalents of sulfate. Ketoksikan klorida kepada tumbuhan tertentu ini, seperti yang diukur dalam milliquivalents, adalah kira-kira dua kali lebih besar daripada ketoksikan sulfat . Kacang laut menahan 100 milliequivalents of sulfate dengan ketara lebih baik daripada 50 milliequivalents of chloride, dan tumbuhan lemon menahan tiga atau empat kali lebih banyak ion sulfate berbanding ion chloride. Bit, sebaliknya, hampir sama sensitifnya dengan alfalfa kepada sulfat, tetapi ia menahan kepekatan tinggi klorida dengan sedikit kecederaan. Tumbuhan tomato tahan 50 milliekuivalen klorida lebih baik daripada 100 milliekuivalen sulfat.

Berdasarkan persamaan ketoksikan 50 milliequivalents of chloride and 100 milliequivalents of sulfate to milo, alfalfa, dan

JADUAL 4.-Pertumbuhan tumbuhan dalam 50 milliequivalents klorida dan dalam 100 dan 200 milliequivalents of sulfate (purata 50 dan 150 milliequivalents and 150 and 250 milliequivalents of sulfate) berbanding dengan tumbuhan kawalan

Crop	Hasil 1 dengan kepekatan yang ditunjukkan daripada		
	Chloride	Sulfate	
	50 milliequivalents	100 milliequivalents	200 milliequivalents
	Percent	Percent	Percent
Lemon cuttings.....	28	59	24
Navy beans (seed).....	39	45	24
Dwarf milo (grain).....	54	60	63
Chilean alfalfa (3 cuttings).....	73	75	57
Acala cotton (seed cotton).....	75	77	40
Stone tomatoes (entire).....	78	64	71
Sugar beets (fresh roots).....	98	80	

† Peratusan hasil dengan larutan nutrien kawalan.

kapas, mungkin didesak **bahawa** jika kepekatan garam klorida dan sulfat telah diukur dari segi kekonduksian elektrik atau kemurungan takat beku (lihat jadual 5) atau dari segi mol garam atau jumlah pepejal, ketoksikan yang sama bagi kedua-dua ion itu akan ditunjukkan. Kemungkinan hubungan mudah sedemikian dalam ketoksikan garam sebahagian besarnya dihapuskan, bagaimanapun, apabila diambil kira fakta bahawa dua daripada tujuh tanaman ini (lemon dan kacang laut) adalah jauh lebih bertolak ansur, daripada 100 milliequivalents of sulfate daripada 50 milliequivalents of chloride. dan bahawa dua yang lain (tomato dan bit gula) adalah lebih toleran terhadap 50 milliequivalents of chloride daripada 100 milliequivalents of sulfate. Bukti kesan ion khusus adalah seperti untuk menunjukkan bahawa tidak mungkin untuk menilai ketoksikan klorida dan sulfate dengan memuassakan berdasarkan mana-mana indeks penjumlahan ini. Tambahan pula, ketoksikan klorida dan sulfate tidak boleh dianggap bebas daripada jenis dan perkadaran bes yang dikaitkan dengannya dalam kultur atau larutan tanah.

#### SIMPtom

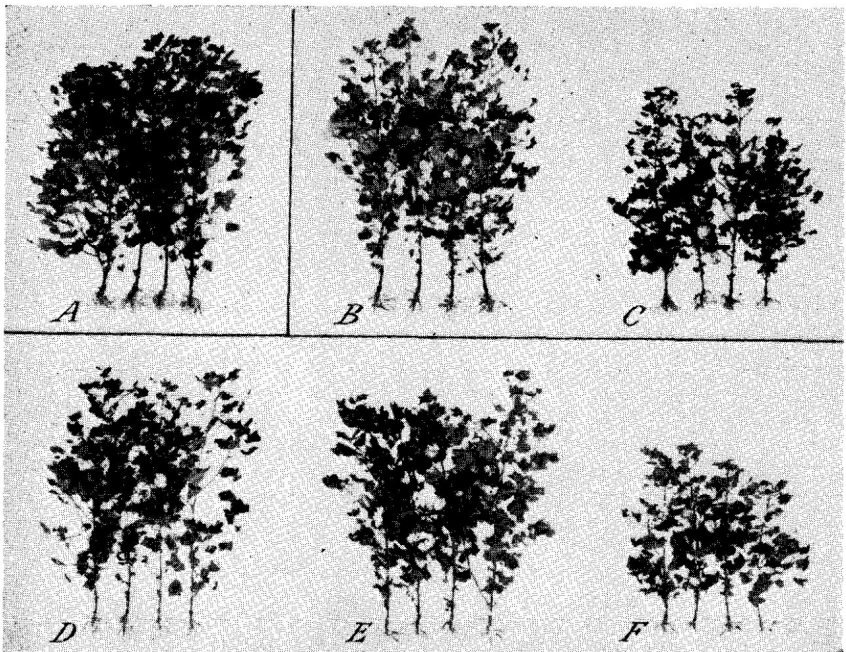
Daun pokok limau di dalam katil kawalan adalah lebih besar daripada yang di dalam dasar garam, dan tumbuhan kawalan kelihatan lebih cergas dan sihat. Namun begitu, simptom-simpptom nilai diagnostik adalah kurang kecuali beberapa kekuningan, yang mendahului pemangkasan daun di kedua-dua lapisan klorida dan sulfate dan hujung terbakar sekali-sekala di dalam dasar klorida. Pokok limau yang cedera parah di San Diego County, Calif., diairi dengan air yang tinggi klorida, telah diperhatikan menunjukkan pembengkakan daun yang ketara, dan buah dari dusun menjadi lembut teruk semasa berada di rumah pembungkusan. Chapman dan Licbig (6) merekodkan sedikit pembakaran daun anak benih oren mereka dalam 20 milliequivalents klorida, tetapi ini tidak disertai dengan pertumbuhan yang berkurangan. Saiz daun kacang dalam dasar garam telah dikurangkan secara kasar mengikut nisbah pengurangan saiz tumbuhan, tetapi, saiz benih matang tidak terjejas. Apabila dituai pada 13 Julai, tumbuhan kawalan dan tumbuhan dalam lapisan 50-sulfate mempunyai beberapa daun mati, tetapi hampir semuanya berwarna hijau. Kebanyakan daun telah terbakar dan jika masih dikedalkan hampir sedia untuk jatuh dari tumbuhan di dalam katil 50 - klorida dan 150-sulfate.

Terdapat perbezaan yang ketara pada masa penuaian dalam jumlah

pembakaran daun milo di bawah rawatan yang berbeza. Di sini peringkat daun tertua tumbuhan kawalan telah pun mati, dan tepi daun berturut-turut di atas tangkai menunjukkan pengeringan ke tahap yang semakin berkurangan; dalam katil 50-klorida, daripada 25 hingga 50 peratus tisu daun telah mati; pengeringan bermula pada margin, tetapi ia disertai dengan beberapa jalur kuning di antara urat. The milo dalam katil 150-klorida hampir mati apabila dituai a sebulan lebih awal daripada lima budaya lain. Kurang daripada 25 peratus daripada tisu daun mati dalam katil milo 50-sulfat, dan kira-kira 50 peratus dalam 250-sulfat; tumbuhan dalam lapisan 150-sulfat adalah perantaraan antara. Tangkai tumbuhan di semua katil kecuali 150-klorida masih hijau semasa dituai, tetapi ia telah mula kering dekat kepala.

Kecuali pengurangan saiz tumbuhan dan kecenderungan ke arah sedikit daun yang lebih kecil, alfalfa dalam katil berklorida tinggi dan bersulfat tinggi kekurangan simptom daun luar yang menunjukkan kecederaan garam. Margin beberapa daun dalam lapisan garam bertukar putih dalam jalur sempit, tetapi ini gejala tidak boleh dianggap sebagai khusus, kerana ia telah diperhatikan dalam ladang dan dalam eksperimen lain di mana keadaan garam yang tinggi tidak wujud. Dua tanaman terakhir alfalfa mula berbunga tidak teratur lebih awal di dalam katil yang dirawat dengan klorida dan sulfat daripada di dalam katil kawalan.

Tumbuhan kapas tumbuh di dalam katil berklorida tinggi dan bersulfat tinggi telah dikecilkan dalam saiz, dan daunnya agak lebih kecil daripada kawalan, tetapi sebaliknya semuanya kelihatan normal (rajah 1). Simptom kecederaan atau keabnormalan lain kurang.



RAJAH I.-Kapas yang ditanam dalam eksperimen kultur pasir 1934, dengan pelbagai kepekatan garam yang ditambah kepada larutan nutrien: A, Kawalan; B, 50 milli setara klorida seliter; C 150 milliequivalents of chloride; D, 50 milliequivalents sulfate; E, 150 milliequivalents of sulfate; dan F, 250 milli setara dengan sulfat.

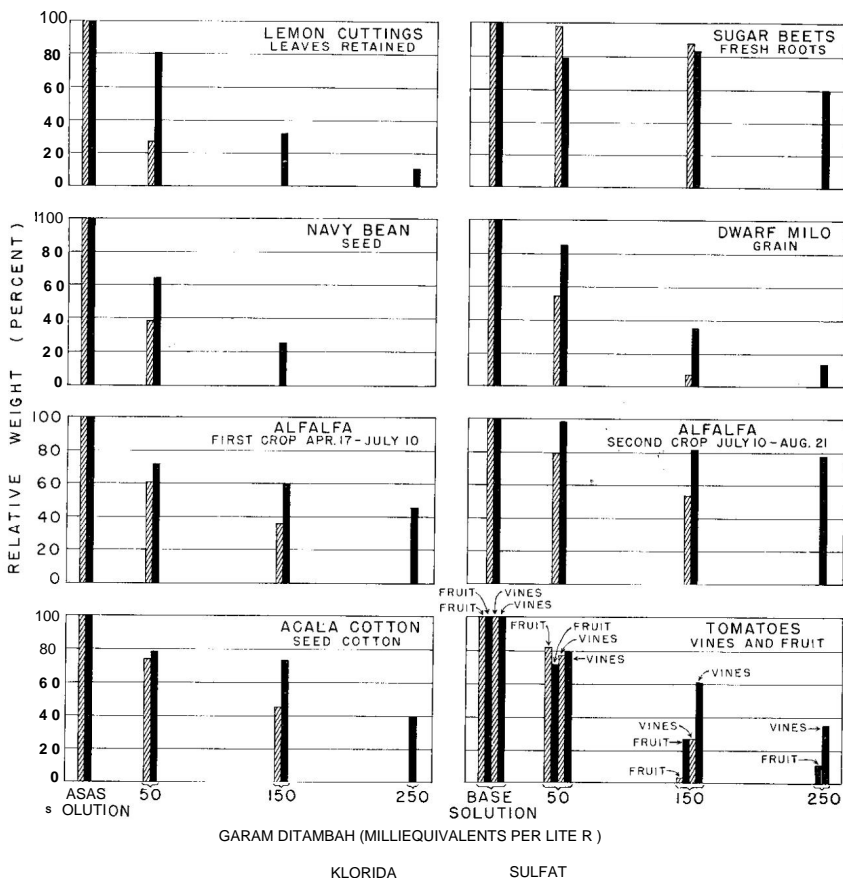
Selain daripada kelaziman reput hujung bunga pada tomato, garam klorida atau sulfat tidak menghasilkan gejala kecederaan.

Hujung daun tua tumbuhan barli di bawah kedua-dua rawatan klorida dan sulfat telah dibakar dengan ketara, dan pembakaran ini lebih ketara dengan kepekatan yang lebih tinggi.

Daun bit di semua katil kelihatan normal.

#### GRAF PERTUMBUHAN-KEMURUTAN

Watak graf pertumbuhan-kemurungan (rajah 2) dianggap sebagai penting. Tiada bukti yang diberikan oleh graf ini bagi julat tertentu kepekatan klorida atau sulfat yang boleh dianggap sebagai kritikal dalam erti kata bahawa istilah itu kadangkala digunakan dalam perbincangan ketoksikan garam. Bermula pada beberapa kepekatan yang paling baik, tidak ditentukan dalam eksperimen ini, setiap unit tambahan klorida dan sulfat membawa kemurungan selanjutnya dalam pertumbuhan. Graf cenderung menjadi rata apabila kepekatan menjadi lebih tinggi, menunjukkan bahawa ketoksikan per unit garam berkurangan apabila unit ditam



**RAJAH 2.**-Penurunan pertumbuhan yang dihasilkan oleh garam klorida dan sulfat. Bahagian tumbuhan yang diambil adalah seperti yang ditunjukkan di bawah nama tanaman. Pertumbuhan diwakili secara relatif kepada tumbuh-tumbuhan dalam katil kawalan.

perkara akan diambil semula dalam perbincangan analisis saps tumbuhan dan berkaitan dengan eksperimen yang dijalankan dalam budaya air di rumah hijau.

#### SIFAT-SIFAT FIZIKAL DAN KIMIA SAP TUMBUHAN

##### EKSTRAKSI P LANT S AP \_

Sampel daun yang baru dipetik, atau keseluruhan bahagian atas dalam kes alfalfa dan barli, dipadatkan dalam tiub kaca, yang kemudiannya disumbat dan diskalakan dengan kertas parafin yang diikat pada tempatnya dengan gelang getah. Tiub-tiub ini dibungkus dalam karbon dioksida pepejal dan dibiarkan berdiri semalaman, selepas itu sampel dicairkan satu demi satu, dan sap itu diluahkan semasa masih sejuk dengan penggunaan tekanan secara beransur-ansur sebanyak 2,400 paun setiap inci persegi dalam Carver. tekan mempunyai bahagian monel-logam. Sampel dibiarkan pada tekanan ini selama beberapa minit atau sehingga kadar pelepasan sap menjadi sangat perlahan.

Bukti Phillis dan Mason (26) mengenai perbezaan ketara dalam komposisi cecair yang dinyatakan daripada longgokan rata daun kapas yang tidak dibekukan (dianggap sebagai sap vakuolar) dan yang diperolehi selepas sisa dibekukan (dianggap sebagai sap sitoplasma pada dasarnya) menimbulkan kepentingan. soalan tentang keseimbangan yang wujud antara cecair daun-tisu ini dan sejauh mana pemisahan bahan organik dan dalam organik dalam sitoplasma hidup. Persoalan tafsiran dan data sap terungkap ini meluas lagi kepada kemungkinan perbezaan dalam komposisi dan ciri fizikal antara cecair yang diperolehi daripada palisade, parenkim spongy, dan tisu epidcrmal, yang kesemuanya, seperti yang ditunjukkan oleh Turrell (33), terdedah secara meluas kepada ruang udara antara sel daun. Membiarkan masalah ini dan hubungan kompleks yang ditunjukkan seperti yang wujud sekarang, masih terdapat banyak justifikasi untuk menggunakan kaedah biasa dalam kajian tindak balas tumbuhan terhadap persekitarannya dari segi ciri-ciri getah komposit yang diperolehi daripada tisu beku.

##### KESAN S ALT TERHADAP S UCCULENCE

Barli merupakan satu- satunya tanaman yang menunjukkan perubahan kuantiti cxfcrsscd sap dengan perubahan dalam komposisi larutan nutrien; kedua-dua garam klorida dan sulfat mengurangkan succulence barli. Kawalan dan tanaman barli dalam katil 50- dan 150-klorida menghasilkan rcspscctivcly 72, 48, dan 39 ml. daripada sap setiap 100 gm. tisu segar, dan kawalan dan tumbuhan dalam katil 50-, 150-, dan 250-sulfat menghasilkan rcspscctivcly 72, 51, 45, dan 32 ml. Kuantiti getah perahan daripada tumbuhan lain adalah seragam sepanjang rawatan. Purata hasil getah daripada daun milo ialah 52 ml. setiap 100 gm. daripada tisu; daripada tumbuhan alfalfa, 47 ml.; dari daun kapas, 67 ml.; dari risalah tomato, 71 ml.; dan dari bilah daun bit gula, 47 ml.

##### PENUMPULAN BAHAGIAN GARAM DALAM P LANT S AP

Penentuan dibuat terhadap kepekatan beberapa atau semua jujuk berikut dalam setiap sampel sap: Kalsium, magnesium, natrium, kalium, jumlah sulfur, klorida dan jumlah fosforus. Kaedah rasmi Persatuan Ahli Kimia Pertanian Rasmi untuk bahan tumbuhan diikuti! dengan pengecualian natrium ditentukan oleh kaedah uranil-zink-asetat dan kalium melalui prosedur kobaltinitrit. Data pada

tarikh pengumpulan sampel dan bahagian tumbuhan yang diwakili diberikan dalam jadual 8. Untuk tujuan perbincangan jumlah sulfur dan jumlah fosforus dianggap sebagai SO<sub>4</sub> dan PO<sub>4</sub>,

Keputusan analisis sap dan komposisi purata larutan nutrien dibentangkan dalam jadual 5 dan 6. Dalam jadual 5 setiap tanaman dipertimbangkan secara bergilir-gilir dan kesan garam tambahan ditunjukkan pada nilai pH, kekonduksian elektrik dan ionik. penumpuan. Dalam jadual 6, data dikumpulkan sedemikian untuk menunjukkan perbezaan antara tanaman dalam pengumpulan setiap elektrolit. Kaedah pertama adalah lebih logik, tetapi kaedah kedua memberikan asas yang lebih baik untuk perbincangan tentang tindak balas perbandingan tanaman yang berbeza. Dalam jadual 6 nisbah pengumpulan juga ditunjukkan. Istilah "nisbah terkumpul," seperti yang digunakan di sini, menandakan kepekatan jujuk dalam sap tumbuhan yang dinyatakan dibahagikan dengan kepekatan dalam larutan nutrien sokongan, i. e., kecerunan kepekatan terhadap mana kuantiti tambahan kecil ion akan terkumpul. Lapan tanaman yang berbeza telah ditanam di dalam katil, tetapi terdapat bahan yang tidak mencukupi untuk analisis sap lemon dan kacang laut, dan hanya analisis separa dibuat daripada barli. Tumbuhan pertanian yang digunakan untuk perbandingan pengambilan garam (jadual 5) mewakili lima keluarga botani yang dibezakan dengan baik, iaitu, Gramineae (dua wakil), Leguminosae, Malvaceae, Solanaceae, dan Chenopodiaceae.

Persamaan penting tertentu tindak balas terhadap garam tambahan telah ditemui di antara enam tumbuhan tanaman ini, tetapi pada penilaian pertama kepelbagaian tingkah laku dan kekhususan spesies adalah ciri yang menonjol. Data ini menggambarkan bahaya yang berkaitan dengan perumusan generalisasi mengenai pengambilan ionik dan kesan interionik berdasarkan tindak balas spesies tumbuhan tunggal.

Semua tanaman mengumpul kepekatan kation yang agak tinggi daripada larutan nutrien asas (jadual 6), tetapi kepekatan dalam milo, sebagai contoh, hanya kira-kira separuh lebih besar, pada semua larutan seperti dalam kapas. Kepekatan jumlah bes dalam sap milo dan kapas dalam katil kawalan adalah, masing-masing, 18.2 dan 34.8 kali ganda lebih besar daripada dalam larutan nutrien. Alfalfa, tomato, dan bit gula menduduki kedudukan pertengahan. Jumlah kepekatan dan, dalam kebanyakan keadaan, kepekatan ion individu dalam sap adalah lebih besar dalam tumbuhan yang ditanam di dalam dasar garam berbanding di dalam katil kawalan, tetapi perlu diperhatikan bahawa nisbah pengumpulan berkurangan dengan penambahan garam. Milo dan kapas, dengan nisbah pengumpulan masing-masing 18.2 dan 34.8, untuk jumlah bes dalam katil kawalan, mempunyai nisbah 1.8 dan 3.5, secara nyata, dalam katil 250-sulfat.

Penurunan mendadak dalam nisbah pengumpulan dengan penambahan ion t<sub>o</sub> nutrien telah menunjukkan keperluan ukuran tambahan kesan kepekatan substrat ke atas pengumpulan garam dalam tumbuhan. Untuk tujuan ini terdapat dinyatakan dalam jadual 7 apa yang disebut arka "nisbah kenaikan." Nilai ini mewakili nisbah perbezaan kepekatan ion dalam sap garam yang dirawat dan tumbuhan kawalan dibahagikan dengan perbezaan antara larutan garam dan kawalan:

$$\text{Nisbah kenaikan} = \frac{\text{kepekatan sap of salt-treat plant} - \text{sap concentration of control plant}}{\text{kepekatan larutan dalam katil garam} - \text{kepekatan larutan dalam katil kawalan}}$$

TABLE 5.—Concentration of inorganic constituents in expressed plant sap and in supporting nutrient solutions of various crops (experiment 1, 1934)

Nutrient solution and source of sap	pH	Freezing-point depression (°C.)	Conductance (KX10 <sup>5</sup> at 25° C.)	Constituent (milliequivalents per liter)								
				Ca	Mg	Na	K	Sum	Cl	Total S as SO <sub>4</sub>	Total P as PO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>
Culture solutions (average new and discarded):												
Control	7.2	0.06	172	5.49	2.26	3.78	5.84	17.4	0.58	2.68	0.15	7.79
50-chloride	7.2	.21	665	17.72	14.73	27.40	6.81	66.7	51.21	2.93	.13	8.58
150-chloride	7.1	.50	1,620	42.44	41.56	77.70	8.06	169.8	149.33	3.26	.15	11.03
50-sulfate	7.1	.15	531	16.41	15.29	25.55	7.01	64.3	.90	50.02	.14	8.34
150-sulfate	7.2	.29	1,096	23.58	58.59	73.55	7.56	163.3	.74	147.47	.18	9.43
250-sulfate	7.2	.42	1,603	25.14	105.40	120.43	8.02	259	.82	241.29	.29	11.08
Milo, dwarf (leaves):												
Control	4.72	.92	1,690	63	74	1	179	316	26	21		
50-chloride	4.63	1.11	1,868	96	144	4	155	399	81			
150-chloride	4.38	1.49	2,731	151	210	14	180	555	267			
50-sulfate	4.68	1.04	1,732	57	100	5	180	342	35			
150-sulfate	4.57	1.10	1,821	44	179	9	194	426	27	45		
250-sulfate	4.56	1.15	1,821	42	216	13	203	474		110		
Alfalfa (first cutting):												
Control	5.31	.95	1,628	125	16	8	167	316		47		
50-chloride	5.25	1.06	1,776	158	47	14	112	331		27		
150-chloride	5.13	1.28	2,093	151	69	31	109	360		43		
50-sulfate	5.28	1.03	1,724	109	55	15	149	328		49		
150-sulfate	5.25	1.29	1,953	88	96	18	164	366		82		
250-sulfate	5.32	1.41	1,831	71	142	35	163	411	15	142		
Alfalfa (second cutting):												
Control		1.26	2,284	128	68	15	342	551				
50-chloride		1.26	2,372	121	76	32	306	535		84		
150-chloride		1.41	2,428	118	94	32	297	541		130		
50-sulfate		1.15	2,097	80	64	32	286	462		21		
150-sulfate		1.14	1,891	56	89	58	250	453		19		
250-sulfate		1.37	2,156	55	159	80	240	534		17		
Alfalfa, third cutting (stems and leaves):												
Control		1.23	2,149	107	62	25	265	459	25	38	33	
50-chloride		1.28	2,324	109	74	39	250	472	79	31	30	
150-chloride		1.47	2,753	133	98	65	230	526	171	33	33	
50-sulfate		1.27	2,135	90	70	53	255	468	27	45	30	
150-sulfate		1.31	2,179	58	100	81	243	482	20	67	42	
250-sulfate		1.43	2,359	49	156	121	224	550	17	118	46	
Cotton, Acala (leaves):												
Control		1.15	2,024	251	108	18	228	605	18	183	7	
50-chloride		1.19	2,211	335	134	26	185	680	76	230	7	
150-chloride		1.31	2,716	427	165	27	132	751	178	332	5	
50-sulfate		1.15	2,165	358	141	25	255	779	9	328	7	
150-sulfate		1.16	2,382	352	223	38	208	821	4	392	9	
250-sulfate		1.23	2,692	334	283	51	240	908	2	439	9	
Tomato (leaves):												
Control		.79	1,886	115	83	6	161	365	25	150	26	
50-chloride		.90	2,179	164	130	11	129	434	71	152	20	
150-chloride		1.18	2,724	205	130	14	154	503	155	128	24	
50-sulfate		.89	2,101	89	111	15	177	392	23	177	24	
150-sulfate		1.01	2,147	315	68	17	165	565	17	222	27	
250-sulfate		1.14	2,334	478	63	28	153	722	13	299		
Barley (stems, leaves, and flowering heads):												
Control	6.01	.83	2,438						63	16		
50-chloride	5.99	1.24	2,882						168	21		
150-chloride	5.66	1.72	3,963						347	22		
50-sulfate	6.00	1.50	2,642						89	26		
150-sulfate	6.02	1.39	3,019						96	73		
250-sulfate	6.02	1.57	3,170						91	116		
Sugar beets (leaves):												
Control	5.97	1.13	2,964	( <sup>2</sup> )	101	229	167	497	44	40	23	
50-chloride	5.95	1.36	3,392	( <sup>2</sup> )	145	297	192	634	91	29	17	
150-chloride	5.96	1.75	4,126	( <sup>2</sup> )	167	392	187	746	175	41	17	
50-sulfate	5.93	1.31	3,180	( <sup>2</sup> )	103	258	190	551	31	55	17	
150-sulfate	5.95	1.41	3,318	( <sup>2</sup> )	130	370	120	620	43	82	15	
250-sulfate	5.99	1.40	3,550	( <sup>2</sup> )	104	347	158	609	44	110	13	

<sup>1</sup> Average of used solutions only. There was a heavy precipitation of phosphate when new solutions were first applied.

<sup>2</sup> Trace.

The concentrations of constituents in the sap of plants growing in the salt beds were in some instances found to be lower than those in the sap of control plants; these reductions in concentration are indicated by -c. Ratios below unity show that the sap concentration of the salt plant was greater than that of the control plant but that the

TABLE 6.—Concentrations and accumulation ratios of inorganic constituents in nutrient solutions and plant saps

Treatment	(A) Concentration (milliequivalents per liter)					(B) Accumulation ratio (sap concentration/solution concentration)								
	Control bed	Chloride bed		Sulfate bed			Control bed	Chloride bed		Sulfate bed				
		50 milli-equivalents	150 milli-equivalents	50 milli-equivalents	150 milli-equivalents	250 milli-equivalents		50 milli-equivalents	150 milli-equivalents	50 milli-equivalents	150 milli-equivalents	250 milli-equivalents		
<b>Total cations:</b>														
Culture solution	17.4	66.7	169.8	64.3	163.3	259								
Expressed sap:														
Milo	316	399	555	342	426	474	18.2	6.0	3.3	5.3	2.6	1.8		
Alfalfa (third cutting)	459	472	526	468	482	550	26.4	7.1	3.1	7.3	3.0	2.1		
Cotton	605	680	751	779	821	908	34.8	10.2	4.4	12.1	5.3	3.5		
Tomato	365	434	503	392	565	722	21.0	6.5	3.0	6.1	3.5	2.8		
Sugar beet	497	634	746	551	620	609	28.6	9.5	4.4	8.6	3.8	2.4		
<b>Calcium:</b>														
Nutrient solution	5.5	17.7	42.4	16.4	23.6	25.1								
Expressed sap:														
Milo	63	96	151	57	44	42	11.5	5.4	3.6	3.5	1.9	1.7		
Alfalfa (third cutting)	107	109	133	90	58	49	19.5	6.2	3.1	5.5	2.5	2.0		
Cotton	251	335	427	358	352	334	45.6	18.9	10.1	21.8	14.9	13.3		
Tomato	115	164	205	89	315	478	20.9	9.3	4.8	5.4	13.3	19.0		
Sugar beet	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)								
<b>Magnesium:</b>														
Nutrient solution	2.3	14.7	41.6	15.3	58.6	105.4								
Expressed sap:														
Milo	74	144	210	100	179	216	32.2	9.8	5.0	6.5	3.1	2.0		
Alfalfa (third cutting)	62	74	98	70	100	156	27.0	5.0	2.4	4.6	1.7	1.5		
Cotton	108	134	165	141	223	283	47.0	9.1	4.0	9.2	3.8	2.7		
Tomato	83	130	130	111	68	63	36.1	8.8	3.1	7.3	1.2	.6		
Sugar beet	101	145	167	103	130	104	43.9	9.9	4.0	6.7	2.2	1.0		
<b>Sodium:</b>														
Nutrient solution	3.8	27.4	77.7	25.6	73.6	120.4								
Expressed sap:														
Milo	1	4	14	5	9	13	.3	.2	.2	.2	.1	.1		
Alfalfa (third cutting)	25	39	65	53	81	121	6.6	1.4	.8	2.1	1.1	1.0		
Cotton	18	26	27	25	38	51	4.7	1.0	.4	1.0	.5	.4		
Tomato	6	11	14	15	17	28	1.6	.4	.2	.6	.2	.2		
Sugar beet	229	297	392	258	370	347	60.3	10.8	5.0	10.1	5.0	2.9		
<b>Potassium:</b>														
Nutrient solution	5.8	6.8	8.1	7.0	7.6	8.0								
Expressed sap:														
Milo	179	155	180	180	194	203	30.9	22.8	22.2	25.7	25.7	25.4		
Alfalfa (third cutting)	265	250	230	255	243	224	45.7	36.8	28.4	36.4	32.0	28.0		
Cotton	228	185	132	255	208	240	39.3	27.2	16.3	36.4	27.4	30.0		
Tomato	161	129	154	177	165	153	27.8	19.0	19.0	25.3	21.7	19.1		
Sugar beet	167	192	187	190	120	158	28.8	28.2	23.1	27.1	15.8	19.8		
<b>Chloride:</b>														
Nutrient solution	.6	51.2	149.3	.9	.7	.8								
Expressed sap:														
Milo	26	81	267	35	27		43.3	1.6	1.8	38.9	38.6			
Alfalfa (third cutting)	25	79	171	27	20	17	41.7	1.5	1.1	30.0	28.6	21.3		
Cotton	18	76	178	9	4	2	30.0	1.5	1.2	10.0	5.7	2.5		
Tomato	25	71	165	23	17	13	41.7	1.4	1.0	25.6	24.3	16.3		
Sugar beet	44	91	175	31	43	44	73.3	1.8	1.2	34.4	61.4	55.0		
<b>Sulfate:</b>														
Nutrient solution	2.7	2.9	3.3	50	147.5	241.3								
Expressed sap:														
Milo	21				45	110	7.8				.3	.5		
Alfalfa (third cutting)	38	31	33	45	67	118	14.1	10.7	10.0	.9	.5	.5		
Cotton	183	230	232	328	392	439	67.8	79.3	70.3	6.6	2.7	1.8		
Tomato	150	152	128	177	222	299	55.6	52.4	38.8	3.5	1.5	1.2		
Sugar beet	40	29	41	55	82	110	14.8	10.0	12.4	1.1	.6	.5		

<sup>1</sup> Trace.

increment was less than the quantity added to the base nutrient. Values above unity show the extent to which sap accumulations exceeded the additions to the solutions.

In contrast to the high accumulation ratios found in the control bed, sodium excepted, the increment ratios are usually low; the

TABLE 7.—Concentrations and increments of ions in culture solutions, and corresponding accumulation ratios and increment ratios<sup>12</sup> in sap of crop plants (experiment 2)

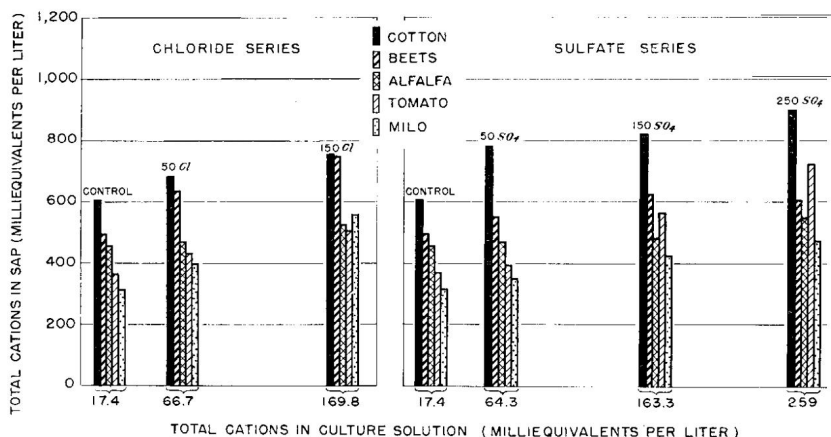
Ion and nutrient solution	Culture solution		Milo		Alfalfa		Cotton		Tomato		Sugar beet	
	Concentration	Increment	Accumulation ratio	Increment ratio	Accumulation ratio	Increment ratio	Accumulation ratio	Increment ratio	Accumulation ratio	Increment ratio	Accumulation ratio	Increment ratio
Total cations:	Milli-equivalents	Milli-equivalents										
Control	17.4		18.2		26.4		34.8		21.0		28.6	
50-chloride		49.3		1.7		0.3		1.5		1.4		2.8
150-chloride		152.4		1.6		.4		1.0		.9		1.6
50-sulfate		46.9		.6		.2		.4		.6		1.2
150-sulfate		145.9		.8		.2		1.5		1.4		.8
250-sulfate		241.6		.7		.4		1.3		1.5		.5
Calcium:												
Control	5.5		11.5		19.5		45.6		20.9			
50-chloride		12.2		2.7		.2		6.9		4.0		
150-chloride		36.9		2.4		.7		2.5		2.4		
50-sulfate		10.9		-c		-c		9.8		-c		
150-sulfate		18.1		-c		-c		5.6		11.1		
250-sulfate		19.6		-c		-c		4.2		18.5		
Magnesium:												
Control	2.3		32.2		27.0		47.0		36.1		43.9	
50-chloride		12.4		5.7		1.0		2.1		3.8		3.6
150-chloride		39.3		3.5		.9		1.5		1.2		1.7
50-sulfate		13.0		2.0		.6		2.5		2.2		.2
150-sulfate		56.3		1.9		.7		2.0		-c		.5
250-sulfate		103.1		1.4		.9		1.7		-c		0
Sodium:												
Control	3.8		.3		6.6		4.7		1.6		60.3	
50-chloride		23.6		.1		.6		.3		.2		2.9
150-chloride		73.9		.2		.5		.1		.1		2.2
50-sulfate		21.8		.2		1.3		.3		.4		1.3
150-sulfate		69.8		.1		.8		.3		.2		2.0
250-sulfate		116.6		.1		.8		.1		.2		1.0
Chloride:												
Control	.6		43.3		41.7		30.0		41.7		73.3	
50-chloride		50.6		1.1		1.1		1.2		.9		.9
150-chloride		148.7		1.6		1.0		1.1		.9		.9
50-sulfate		.3										
150-sulfate		.1										
250-sulfate		.2										
Sulfate:												
Control	2.7		7.8		14.1		67.8		55.6		14.8	
50-chloride		.2										
150-chloride		.6										
50-sulfate		47.3				.2		3.1		.6		.3
150-sulfate		144.8		.2		.2		1.4		.5		.3
250 sulfate		238.6		.4		.3		1.1		.6		.3

<sup>1</sup> Increment ratio =  $\frac{\text{sap concentration of salt-treated plant} - \text{sap concentration of control plant}}{\text{solution concentration in salt bed} - \text{solution concentration in control bed}}$

<sup>2</sup> -c indicates a concentration in sap of salt plant less than that in sap of control plant.

values are more often below unity than above. Except for the sugar beets in all salt beds and alfalfa in the 50-sulfate bed, no plant increased the sodium concentration in its sap by as much as the solution was increased. Noteworthy is the fact that the chloride increments in the sap of all plants in the two chloride beds were approximately equal to the increments added to the solutions; except for the milo in the 150-chloride bed, no chloride-increment ratio exceeded 1.2

dan tiada yang jatuh di bawah 0.9. Dalam erti kata lain, dengan penambahan sama ada 50 atau 150 milliequivalents klorida ke dalam larutan asas, yang mengandungi 0.6 milliequivalent, setiap satu daripada lima tumbuhan berbeza dari segi botani ini meningkatkan kepekatan klorida dalam getahnya dengan kuantiti yang hampir sama dengan penambahan kepada penyelesaian budaya. Dalam eksperimen lain, tidak termasuk dalam laporan ini, nisbah kenaikan klorida yang jauh daripada perpaduan telah diperhatikan, dan pembolehubah iklim mungkin mempunyai pengaruh penting. Pertumbuhan kebanyakan tumbuhan ini berkurangan dengan ketara dengan paras klorida yang lebih tinggi dalam getah, tetapi hakikat bahawa pertumbuhan bit terjejas tetapi sedikit yang perlu diberi perhatian terutamanya sebagai petunjuk kepelbagaian besar dalam tindak balas tumbuhan yang berbeza terhadap pengumpulan yang serupa. Nisbah kenaikan yang agak rendah untuk hampir semua ion dan tumbuhan seperti yang ditemui di sini mungkin merupakan salah satu perkara yang paling penting untuk dipertimbangkan dalam mana-mana kajian tentang tindak balas tumbuhan pada substrat m



RAJAH 3.--Pengumpulan jumlah bes dalam sap tumbuhan yang ditanam dalam larutan kawalan dan dalam larutan klorida dan sulfat .

Dalam rajah 3, jumlah asas dalam arka getah tumbuhan diplotkan terhadap jumlah asas dalam larutan kultur yang sepadan. Kepekatan jumlah bes dalam larutan nutrien katil kawalan ialah 17.4 milliequivalents seliter. Peningkatan sepuluh kali ganda dalam kepekatan bes dalam larutan yang melayani lapisan klorida tinggi atau peningkatan empat belas kali ganda dalam dasar sulfat tinggi dalam keadaan tidak mengandungan kepekatan jumlah bes dalam sap yang dinyatakan mana-mana tumbuhan ini.

Apabila pengumpulan asas individu dalam jadual 6 diperiksa, banyak kekhususan didapati wujud. Getah bit gula, sebagai contoh, selaras dengan pemerhatian McCool dan Weldon (20), mengandungi sedikit atau tiada kalsium, walaupun tumbuhan ini tidak didapati tidak normal apabila penentuan kalsium dibuat pada tisu daun kering. Kapas dan tomato, sebaliknya, cenderung mengekalkan kepekatan kalsium yang tinggi. Tumbuhan tomato mengumpul jauh lebih banyak kalsium daripada larutan yang tinggi dalam klorida berbanding dengan yang tinggi dalam sulfat, manakala dengan kapas hubungan yang bertentangan ditemui. Oleh itu, pengumpulan kalsium tidak bergantung pada jenis anion yang dibekalkan.

Bukti korelasi antara pengumpulan kalsium dan magnesium, yang Collander (6) sebutkan, paling tidak kelihatan dalam getah siri tumbuhan ini; pengumpulan kalsium dan magnesium cenderung selari antara satu sama lain dalam siri klorida, walaupun dalam jumlah yang berbeza, tetapi dalam siri sulfat pengumpulan satu paling kerap dikaitkan dengan kemurungan yang lain. Perbandingan sap lima spesies tumbuhan yang ditanam di katil kawalan menunjukkan sedikit korelasi antara kandungan kalsium dan magnesiumnya.

Variasi yang sangat luas ditunjukkan oleh spesies tumbuhan yang berbeza dalam sejauh mana ia mengumpul natrium. Nisbah pengumpulan natrium (jadual 6, B) milo, alfalfa, kapas dan tomato adalah sangat rendah. Bit, sebaliknya, mengumpul natrium dalam kepekatan tinggi di bawah semua rawatan. Pengambilan natrium dipengaruhi oleh kepekatan natrium dalam larutan kultur, dan ia membuat sedikit perbezaan sama ada ia ditambah sebagai garam klorida atau sulfat.

Terdapat sedikit jika ada bukti saling hubungan antara pengumpulan natrium dan kalium, tetapi dalam kerja yang lebih baru dengan pengumpulan natrium barli telah didapati menekan pengumpulan kalium. Van Itallie (34) mendapati sedikit natrium dalam sap gandum dan kentang dan banyak dalam sap sawi dan mangga. Collander (6) juga mendapati kepelbagaian besar dalam pengambilan natrium di kalangan tumbuhan.

Perlu diperhatikan bahawa hanya beberapa perubahan besar dalam pengumpulan kalium dalam getah tumbuhan ini mengakibatkan peningkatan ke atas kepada lapan kali ganda dalam kepekatan kalsium dalam larutan nutrien, peningkatan empat puluh lima kali ganda dalam magnesium, tiga puluh kali ganda. peningkatan natrium, peningkatan 250 kali ganda dalam klorida, atau peningkatan sembilan puluh kali ganda dalam sulfat. Pengecualian yang paling penting ialah kemurungan dalam pengambilan kalium oleh kapas yang ditanam di dalam katil 50-klorida dan 150-klorida, tetapi, tiada kemurungan sedemikian berlaku daripada penambahan sulfat. Keunikan serapan kalium di antara tanaman juga perlu diberi perhatian apabila diambil kira penyerapan yang sangat diutamakan yang **ditunjukkan** oleh tanaman ini untuk ion-ion lain yang berbeza yang terdapat dalam larutan. Van Itallie (34) baru-baru ini menunjukkan keseragaman yang sama dalam pengumpulan potash oleh satu siri lapan tanaman yang ditanam di atas tanah dengan dan tanpa penambahan natrium dan natrium ditambah kalium. Keputusan Van Itallie, yang semuanya dirujuk kepada nitrogen yang terdapat dalam tisu, menunjukkan kebolehubahan yang ketara antara tumbuhan dalam pengumpulan kation selain kalium. Collander (6) juga didapati di kalangan tumbuhan keseragaman yang lebih besar dalam kalium daripada dalam natrium atau pengumpulan purata.

Dengan kepekatan purata 0.6 milliequivalent of chloride dalam larutan nutrien asas katil kawalan ke-(jadual 6), daripada 18 hingga 44 milliequivalents ditemui dalam getah lima tanaman. Dengan penambahan 50 dan 150 milliequivalents of chloride kepada larutan, terdapat peningkatan yang setara dalam kepekatan sap. Dalam erti kata lain, kenaikan dalam sap cenderung sama dengan kenaikan dalam larutan. Milo dalam katil 150-klorida adalah pengecualian.

Kapas dan tomato sepanjang semua rawatan dibawa dalam getahnya beberapa kali lebih banyak sulfur berbanding milo, alfalfa atau bit gula. Kepekatan sulfur yang terdapat dalam sap kapas dalam lapisan sulfat tinggi sepadan dengan kepekatan larutan sulfat 0.44-normal.

Penentuan fosfat dibuat pada empat set sampel sap sahaja. Data ini menunjukkan bahawa antara tumbuhan seperti alfalfa dan kapas (jadual 5) terdapat perbezaan yang ketara dalam kandungan fosfat.

sentrasi, tetapi kepekatan ini tidak dipengaruhi oleh pengambilan ion lain. Nisbah pengumpulan dalam semua kes agak tinggi.

Nilai pH sap sesetengah tanaman these adalah lebih rendah untuk tumbuhan yang ditanam pada larutan yang tinggi klorida berbanding dengan yang ditanam di dalam katil kawalan; kesannya ditunjukkan oleh milo, alfalfa, dan barli, tetapi tiada perubahan ditunjukkan oleh bit. Sulfat mempunyai sedikit jika ada kesan ke atas kepekatan ion hidrogen dalam sap. Semua ukuran pH dibuat dengan elektrod kaca.

Dalam eksperimen lain, sampel kering daun tomato yang dikumpul pada penghujung tempoh pertumbuhan, apabila dianalisis untuk klorida dan sulfat dan dibandingkan dengan analisis sampel sap yang dikumpul 11 hari sebelumnya, menunjukkan kesan relatif yang sama daripada garam tambahan pada pengumpulan dalam daun. Kepekatan klorida yang terdapat dalam helaian daun kering agak lebih rendah daripada pada tangkai daun dan tisu batang, tetapi kepekatan sulfur dalam daun kering hampir enam kali ganda lebih besar daripada gabungan batang dan petioles.

#### KELAKUAN ELEKTRIK PELAN T S AP

Kekonduksian elektrik semua sampel sap dilaporkan dalam jadual 5. Telah lama diketahui bahawa kekonduksian larutan tulen elektrolit tak organik dipengaruhi dengan ketara oleh penambahan bahan organik seperti gula, dan bahawa antara pretasi konduktiviti sap tumbuhan dari segi kepekatan elektrolit adalah sangat berbahaya. Greathouse (12), dalam kertas kerja baru-baru ini mengenai pengukuran kekonduksian getah tumbuhan, telah menyemak kesimpulan beberapa penyiasat mengenai subjek ini, menambah bahan tambahan daripada penyiasatannya sendiri; beliau menyenaraikan antara faktor yang mempengaruhi nilai kekonduksian penyelesaian biologi seperti perkara seperti penghidratan koloid dan kristaloid (air terikat), kelikatan, penjerapan ionik, dan kekonduksian permukaan koloid. Data yang dibentangkan di sini menggambarkan lagi keadaan kompleks yang dipersembahkan oleh pengukuran kekonduksian yang dibuat pada cecair yang dinyatakan daripada tisu tumbuhan beku.

Oleh kerana kepekatan nitrat dalam sap yang dinyatakan ini tidak ditentukan, data jadual 5 tidak boleh diperiksa sepenuhnya untuk korelasi antara jumlah elektrolit dan kekonduksian. Jumlah kation, walau bagaimanapun, menyediakan asas untuk perbandingan kerana setiap kation mesti diseimbangkan oleh anion, sama ada organik atau bukan organik. Didapati bahawa tahap selari yang saksama wujud antara kekonduksian dan jumlah kation melalui siri sampel sap ini, tetapi situasi yang sama sekali berbeza ditunjukkan apabila kekonduksian dan jumlah kation saps dibandingkan dengan penyelesaian kultur. Kesan konstituen organik dalam nilai kekonduksian meledingkan ini boleh digambarkan dengan membandingkan kekonduksian elektrik ( $1,620 \times 10^5$ ) larutan kultur 150-klorida dan getah tumbuhan milo dalam katil kawalan, yang mempunyai kekonduksian  $1,690 \times 10^5$ .

$10^{-5}$ .

Yang pertama mempunyai dengan analisis 169.8 milliequivalents asas dan yang terakhir 316.

#### F REEZIN G- POIN T D EPRESSION OF PLAN T S AP DAN D IFFERENTIAL S B ETWEE N S AP AND S UBSTRATE

Data tentang lekukan takat beku larutan kultur dan sap yang dinyatakan bagi siri tumbuhan ini disertakan dalam jadual 5.

Kepelbagaian yang ditunjukkan antara spesies mengingati ingatan yang ditemui oleh Harris dan rakan-rakannya (13) antara spesies asli dalam setiap sebilangan persatuan di Lembah Tooele, Utah. Di katil kawalan tomato adalah rendah, dengan kemurungan takat beku 0.79° C., dan pemotongan kedua alfalfa adalah tinggi, dengan nilai 1.26°. Subjek kepentingan utama dalam sambungan sekarang, bagaimanapun, perlu dilakukan dengan perubahan yang sepadan dalam getah tumbuhan dan budaya penyelesaian.

Dengan setiap penambahan garam klorida atau sulfat kepada nutrien asas larutan secara amnya terdapat peningkatan dalam tekanan osmotik getah cpxrressed. Peningkatan ini dalam kemurungan takat beku daripada sap itu cenderung selari dengan peningkatan yang sepadan dalam kemurungan titik beku larutan kultur (jadual 8). Dalam beberapa contoh peningkatan sap melebihi peningkatan dalam larutan dan dalam keadaan lain mereka jatuh ke bawah. Jika dilihat enam tanaman secara kollektivcly, dengan cara purata? Keuntungan dalam pembezaan adalah diimbangi dengan kerugian, yang akan menunjukkan sedikit asas untuk generalisasi bahawa tumbuhan di tanah masin berada pada tahap yang kurang baik dalam air mereka perhubungan. Pandangan itu kadang-kadang dilihat bahawa tumbuhan melengkung tercedera oleh garam kerana tekanan osmotik yang tinggi dalam larutan tanah dan akibatnya had kepada pengambilan air. Pandangan sedemikian gagal untuk mengambil kira pengambilan garam oleh tumbuhan dan kecenderungan di sini ditunjukkan ke arah penubuhan keseimbangan antara tumbuhan dan substratnya; tetapi seseorang tidak boleh melupakan hakikat bahawa dalam beberapa kes ini terdapat kehilangan perbezaan dengan penambahan garam, yang menunjukkan bahawa pada kepekatan yang lebih tinggi pengambilan air

**JADUAL 8.--Penurunan takat beku bagi sap terungkap pelbagai tumbuhan dan daripada penyelesaian budaya yang sepadan**

KEMURUNGAN TITIK BEKU

Source	Tarikh	Bahagian tumbuhan	Control	Chloride		Sulfate		
				50 milli-equivalents	150 milli-equivalents	50 milli-equivalents	150 milli-equivalents	250 milli-equivalents
Culture solution			0 c.	0 C.	0 C.	0 C.	0 C.	8 c.
Milo	16 Julai 16	daun ke-6 dari pangkasan setiap plant.	0.06	0.21	0.50	0.15	0.29	0.42
Alfalfa	(10)	Seluruh batang dan daun.	1.14	1.26	1.49	1.04	1.10	1.15
Cotton	Nor. 6 6	matang dan sihat gua tangkai utamaves.	1.15	1.19	1.31	1.15	1.10	1.28
Tomato	Setelah 9	batang dan daun.	0.79	0.90	1.18	0.89	1.01	1.14
Barley	5 Julai	Entire tumbuhan at leaf-dough stage.	x.3	1.24	1.72	1.50	1.39	1.57
Sugar beet	Oct	Daun matang dan leaf bilah.	1.13	1.36	1.79	1.75	1.31	1.41

PERBEZAAN OSMOTIK ANTARA SAP AND D SOLUTION

	Atm.	ntm.	Am. mereka	ntm.	Atm.
Milo	10.3	10.8	11.1	10.7	8.8
Alfalfa	13.0	12.6	10.	12.1	11.5
Cotton	13.1	11.8	4.9.	12.1	10.4
Tomato	8.8	8.3	7.8.	8.9	8.6
Barley	9.2	12.4	2	18.2	13.2
Sugar beet	12.8	13.8	14.7	15.0	13.9
Average	11.2	11.6	11.5	12.3	11.2

1 Average of 3 crops harvested July 9, Aug. 21, and Oct. 10.

mungkin akan diperlahankan dengan ketara dengan syarat tumbuhan lain yang bijak boleh bertolak ansur dengan ion terkumpul. Tiada perbezaan kurang daripada 8 atomosfera , walau bagaimanapun, ditemui di antara tekanan osmotik sap yang dinyatakan dan larutan kultur sokongan dalam ini. eksperimen. Lekukan takat beku dalam darjah celcius ialah berkaitan dengan tekanan osmosis dalam atmosfera dengan faktor  $0.06\Delta - 0.026A$ . Data yang serupa ditemui dalam eksperimen dengan gandum dan belukar masin Australia (7) ditanam di atas tanah yang mana natrium klorida telah ditambah dalam jumlah yang lebih besar berturut-turut.

Walaupun data eksperimen seperti yang dinyatakan di atas tidak muncul di tempat lain dalam kesusasteraan, ia sering dinyatakan bahawa tumbuhan di tanah masin mempunyai kepekatan garam yang lebih tinggi dalam tisunya daripada tanah yang kurang masin. Hubungan sedemikian telah ditunjuk oleh Maximov (22) sebagai asas kepada ulasannya bahawa konsep kekeringan fisiologi tanah masin hendaklah dianggap sebagai relatif bukannya rasa mutlak. Hubungan air tumbuhan di keseimbangan dengan substrat garam mestilah, pada pendapat penulis , adalah dibezakan dengan teliti daripada layu yang dihasilkan apabila garam atau gula tiba-tiba ditambah ke dalam tanah atau larutan atau apabila kerak masin dibasuh ke dalam zon akar dengan mandi. Layu, dalam beberapa keadaan di mana ia diperhatikan dalam eksperimen ini , sentiasa seperti yang disebut dalam katil kawalan seperti mana-mana katil garam.

#### KEPERLUAN AIR

Keperluan air tumbuhan gabungan di setiap katil dilaporkan dalam jadual 9. Keperluan air berkurangan didapati untuk katil 50-klorida dan 50-sulfat , dan keperluan air lebih tinggi daripada kawalan yang didapati untuk 150 - klorida dan Katil 250-sulfat . Peningkatan kepekatan sap arka kondusif untuk mengurangkan kadar transpirasi (7), tetapi kerana pengurangan dalam pertumbuhan yang disebabkan oleh garam, pendedahan kepada cahaya dan angin telah meningkat, dan ini mengakibatkan peningkatan transpirasi; Oleh itu, transpirasi dalam eksperimen ini dipengaruhi oleh dua faktor yang berlawanan arah. Pertumbuhan, diukur sebagai bahan kering yang dihasilkan, memasuki pengiraan keperluan air sebagai penyebut \*nisbah di mana transpirasi ialah pengangka, dan hubungan garam dan air sebagai diukur dengan keperluan air arka sewajarnya agak com plicatcd.

T ABLE 9.-- Keperluan air bagi lapan tanaman yang ditanam bersama dalam **bedengan pasir**

Berat larutan nutrien air	Jumlah kering Jumlah		Water per gram of dry material	Nutrient solution	Total dry weight of plants	Total water lost <sup>1</sup>	Water per gram of dry material
	tumbuhan	hilang †					
	gram	Liter	Grams		Grams	Liters	Grams
Kawal	11,472	6,434	561	50-sulfate .....	8,910	4,785	537
50-klorida..... 150-klorida.....	8,724	4,511	517	150-sulfate.....	6,270	3,513	560
	3,677	2,375	646	250-sulfate.....	3,658	2,377	650

† Termasuk kedua-dua transpirasi oleh tumbuhan dan penyejatan dari katil.

#### REPUK TOMATO

Subjek reput hujung bunga tomato agak tidak relevan kepada topik utama kertas ini, tetapi, seperti yang ditunjukkan dalam jadual 3, ini gangguan, tidak hadir dari katil kawalan, menjadi faktor kepentingan

dalam pertumbuhan tumbuhan dalam katil klorida dan sulfat, terutamanya dalam yang terakhir. Dalam katil 250-sulfat, 84 peratus daripada buah-buahan telah terjejas. Data berkaitan tentang kejadian reput hujung bunga dan kedudukan com sap yang dinyatakan telah dikumpulkan dalam jadual 10.

JADUAL 10.-Kejadian reput hujung bunga tomato (ditanam di dasar pasir) berkaitan kepada pengumpulan kalsium dalam nira daun

Penyelesaian nutrien	Fruits affected with blossom-end rot	Electrolyte in gelatin solution (milligramme per liter)						Freezing point depression	
		Calcium	Magnesium	Sodium	Potassium	Chloride	Sulfate	Sap from mature leaves	Differentials between solutions and mature leaves
	Percent						°C.	°C.	
Control	0	115	83	6	161	25	150	0.73	
50-chloride	7	164	130	11	129	71	152	.60	
150-chloride	34	205	130	14	154	155	128	.68	
50-sulfate	78	89	111	15	177	23	177	.74	
150-sulfate	84	478 315	68	17	165	17	222	1.01	
250-sulfate			63	28	153	13	299	1.14	

Reput hujung bunga tomato telah didapati berkembang di bawah keadaan budaya yang pelbagai, dan ia telah dikaitkan dengan beberapa faktor persekitaran; Robbins (28) baru-baru ini menyamak bahagian literatur mengenai penyakit ini. Daripada kerja sendiri dengan tumbuhan ditanam pada larutan nutrien dengan kepekatan yang berbeza-beza, dia membuat kesimpulan tekanan osmotik yang tidak baik dalam buah berbanding dengan tekanan vegetatif pucuk, menyebabkan penarikan air dan kerosakan tisu boleh jadi ditugaskan sebagai punca.

Berdasarkan pemerhatian yang dibuat mungkin oleh masa kini \_\_ eksperimen, nampaknya tidak ada hubungan osmotik yang tidak menguntungkan antara tumbuhan dan larutan mahupun pengumpulan kalium atau natrium boleh ditetapkan sebagai punca langsung reput hujung bunga disebabkan oleh rawatan. Walaupun kemungkinan, tunggangan klorida tinggi dan sulfat tinggi adalah punca bebas tidak boleh berlaku sepenuhnya dihapuskan, data menunjukkan bahawa pengumpulan kalsium dan magnesium secara tunggal atau gabungan adalah faktor penyumbang penting.

Alasannya, terpakai sekurang-kurangnya untuk eksperimen ini, nampaknya untuk menimbulkan keraguan tentang tekanan osmosis tinggi dalam daun dan akibatnya hubungan air yang tidak baik dalam buah-buahan sebagai punca reput hujung bunga, sebahagiannya berkaitan dengan fakta bahawa hanya 34 peratus daripada buah-buahan itu terjejas dalam katil berklorida tinggi, di mana kemurungan takat beku adalah 1.18°C dalam sap daun yang dinyatakan, manakala dalam lapisan 150-sulfat terdapat 78 peratus reput dan kemurungan takat beku sahaja 1.01°. Seperti yang ditunjukkan dalam jadual 10, terdapat sedikit perbezaan dalam osmotik perbezaan antara larutan kultur dan daun tomato dalam

mana-mana katil. Layu tomato tidak diperhatikan dalam mana-mana daripada katil, tetapi jika permulaan layu berlaku pada bila-bila masa akibatnya lembapan yang tidak mencukupi peluang untuk kejadiannya adalah lebih besar dalam katil kawalan, yang daripadanya terdapat kehilangan air yang lebih besar dan masuk yang tiada reput hujung bunga.

Untuk daun mengeluarkan air daripada buah-buahan, mungkin perlu mengangap defisit air dalam daun kerana, tanpa mengira os-

motric differentials, a turgid cell is limited in its expansion and water uptake by the cell wall which bounds the protoplast. In other words, it would not be reasonable to assume that a significant amount of water could be withdrawn from fruits by turgid leaf cells.

PLANT INJURY IN RELATION TO SALT ACCUMULATION

As shown in table 3, the addition of chloride and sulfate salts to the base nutrient resulted in a depression in the growth of nearly all plants and, as shown in tables 5 and 6, in the accumulation of chloride and sulfate in the sap in excess of the concentrations found in the control plants. With these increases in the concentration of chloride and sulfate in the plants there were also important changes in the concentration of the bases. As an aid to the reexamination of these data for causal relationships, the most pertinent of the material in these tables has been reassembled in table 11.

TABLE 11.—Growth reductions and corresponding concentrations of chloride, sulfate, sodium, and total cations in expressed sap of six plants grown in outdoor sand beds with chloride and sulfate salts

Crop plant and nutrient solution	Growth reduction (percentage of entire plant)	Expressed sap				pH
		Accumulation (millicivalents per liter) of—				
		Chloride	Sulfate	Sodium	Total cations	
Milo:						
Control.....	0	26	21	1	316	4.72
50-chloride.....	37	81	-----	4	399	4.63
150-chloride.....	85	267	-----	14	555	4.38
50-sulfate.....	19	-----	-----	5	342	4.68
150-sulfate.....	57	-----	45	9	426	4.57
250-sulfate.....	78	-----	110	13	474	4.56
Alfalfa (third cutting):						
Control.....	0	25	38	25	459	<sup>1</sup> 5.31
50-chloride.....	11	79	-----	39	472	<sup>1</sup> 5.25
150-chloride.....	51	171	-----	65	526	<sup>1</sup> 5.13
50-sulfate.....	20	-----	45	53	468	<sup>1</sup> 5.28
150-sulfate.....	25	-----	67	81	482	<sup>1</sup> 5.25
250-sulfate.....	43	-----	118	121	550	<sup>1</sup> 5.32
Cotton:						
Control.....	0	18	183	18	605	-----
50-chloride.....	26	76	-----	26	680	-----
150-chloride.....	59	178	-----	27	751	-----
50-sulfate.....	38	-----	328	25	779	-----
150-sulfate.....	40	-----	392	38	821	-----
250-sulfate.....	69	-----	439	51	908	-----
Tomato:						
Control.....	0	25	150	6	365	-----
50-chloride.....	22	71	-----	11	434	-----
150-chloride.....	80	155	-----	14	503	-----
50-sulfate.....	23	-----	177	15	392	-----
150-sulfate.....	49	-----	222	17	565	-----
250-sulfate.....	72	-----	299	28	722	-----
Sugar beet (fresh roots):						
Control.....	0	44	40	229	497	5.97
50-chloride.....	2	91	-----	297	634	5.95
150-chloride.....	13	175	-----	392	746	5.96
50-sulfate.....	22	-----	55	258	551	5.93
150-sulfate.....	18	-----	82	370	620	5.95
250-sulfate.....	41	-----	110	347	609	5.99
Barley:						
Control.....	-----	63	-----	-----	-----	6.01
50-chloride.....	-----	168	-----	-----	-----	5.99
150-chloride.....	-----	347	-----	-----	-----	5.66
50-sulfate.....	-----	-----	89	-----	-----	6.00
150-sulfate.....	-----	-----	96	-----	-----	6.02
250-sulfate.....	-----	-----	91	-----	-----	6.02

<sup>1</sup> First cutting.

Kaedah yang digunakan untuk pengekstrakan sap tidak membenarkan sebarang orientasi penemuan berkenaan dengan lokus pengumpulan yang lebih terperinci. Nampaknya selamat untuk membuat kesimpulan, walau bagaimanapun, pengumpulan garam itu dilanjutkan ke kedua-dua vakuolar dan cecair sitoplasma, dan mengiringi keseimbangan yang terhasil antara ini, asas terutamanya mungkin telah menjadi juzuk penting bahan dinding sel membawa perubahan struktur atau perbezaan dalam kebolehlanjutan. Ini soalan mesti menunggu penyiataan lanjut, begitu juga soalan yang mempunyai kaitan dengan pengaruh penambahan tak organik ini kepada sap pada penghuraian, pemusnahan, atau tindakan hormon tumbuhan, atau atas asimilasi karbon dan fotosintesis.

Pengurangan dalam nilai pH yang berkaitan dengan pengumpulan klorida dalam sap yang dinyatakan mesti juga untuk masa itu dianggap sebagai mempunyai kepentingan yang tidak pasti. Cadangan bahawa kepentingan mungkin bergantung kepada perubahan dalam nilai pH yang mengiringi pengumpulan klorida diberikan oleh fakta bahawa bit gula terkumpul klorida tanpa perubahan kepekatan ion hidrogen., dan tumbuhan ini adalah hanya satu yang diukur yang tidak cedera dengan ketara oleh penambahan 150 milikuivalen kepada larutan nutrien. Van Italic (34), memerhatikan penurunan nilai pH tisu kentang yang ditanam pada tanah untuk natrium klorida yang ditambah, membuat kesimpulan bahawa ini adalah puncanya kecederaan klorida dan bukannya klorida itu sendiri. Beliau berpendapat bahawa Nilai pH dikurangkan kerana tumbuhan mengambil lebih banyak klorida daripada natrium. Tanpa mempersoalkan kepentingan sistem penimbal bagi loji dan pergantungan aktiviti biasa pada penyelenggaraan kepekatan ion hidrogen yang khas, adalah wajar untuk dibiarkan terbuka untuk penyiataan lanjut tentang kepentingan perubahan dalam kepekatan ion hidrogen dan maksudnya dari segi istilah daripada kecederaan garam. Furthcrmorc, ia adalah untuk diingat semula bahawa garam sulfat juga toksik dan sejumlah besar sulfur ditemui di dalamnya saps yang dinyatakan namun tiada perubahan yang berkaitan dalam kepekatan ion hidrogen.

Mascwa (21), bekerja terutamanya dengan soba, memajukan idea bahawa asas fisiologi kecederaan bukanlah klorida itu sendiri tetapi sebaliknya fakta bahawa lebih klorida telah diambil dengan kalsium dan bahawa baki K/Ca normal telah terganggu. Dengan tumbuhan \_ daripada eksperimen sekarang mungkin sukar untuk membuktikan kesimpulan bahawa kalium kekurangan atau nisbah K/Ca tidak menggalakkan pertumbuhan. Sepanjang garis yang berbeza, Basslavskaja (2) melaporkan kandungan klorofil kentang yang lebih rendah dan juga air yang lebih tinggi kandungan dalam daun kedua-dua tembakau dan kentang akibat daripada penambahan klorida. Dalam daun kentang, pengurangan jumlah karbohidrat hidrat (3) dikaitkan dengan pengurangan klorofil.

#### **KESAN GARAM KLORIDA DAN SULFAT PADA JAGUNG, TOMATO, DAN GANDUM DALAM PEMBUDAYAAN AIR RUMAH HIJAU EKSPERIMEN**

Eksperimen di rumah hijau pada jagung, tomato dan gandum budaya air mempunyai tiga objektif utama, iaitu, untuk menentukan (1) sama ada ketoksikan tinggi garam klorida dan sulfat dicatatkan dalam eksperimen kultur pasir luar dalam beberapa cara adalah pelik kaedah eksperimen yang digunakan, (2) kesan ke atas pertumbuhan kepekatan garam klorida dan sulfat yang agak rendah, dan (3) watak keluk pertumbuhan-kemurungan melalui rendah dan tinggi

kepekatan garam ini. Untuk pemeriksaan semula masalah ini kaedah yang sama sekali berbeza digunakan. Satu siri lima eksperimen kultur air telah dijalankan di rumah hijau; jagung dan tomato digunakan sebagai tumbuhan uji dalam kedua-dua eksperimen klorida dan sulfat ; dan akhirnya terdapat percubaan dengan gandum dalam natrium larutan klorida.

## KAEDAH DAN BAHAN

Walaupun pengudaraan kultur air dianggap sangat diingini , kemudahan tidak dapat diatur untuk mengudarakan sejumlah besar budaya kecil yang penting untuk tujuan ujian. Untuk menyediakan beberapa pertukaran gas antara larutan dan atmosfera luar, penutup khas telah dibina untuk balang mason sukuan yang digunakan sebagai ves sels, Kepingan-kepingan dawai skrin tergalvani dipotong dalam cakera sedemikian saiz yang akan mereka letakkan pada tempatnya di atas balang bermulut lebar oleh gelang skru pusat terbuka standard seperti yang digunakan untuk pengetinan. Kolar tegak dari besi tergalvani, setinggi 1.5 inci, telah dipateri ke wayar skrin (lihat rajah 5 dan 7). Selepas anak benih yang dipilih daripada dulang percambahan telah diletakkan pada skrin, dengan akarnya dalam larutan kultur, kerikil pantai diisi di sekeliling batang untuk memegang tumbuhan tegak. Petak kertas nipis tergelincir di sekelilingnya batang menghalang anak benih tomato daripada menggelongsor melalui jerat \_ skrin.

Keadaan pencahayaan di rumah hijau di mana eksperimen yang dijalankan tidak begitu seragam. Untuk menyediakan keadaan seragam untuk semua budaya ujian , balang disusun dalam satu baris berhampiran tepi luar klinostat yang diameternya ialah 6.2 kaki. Lilitan klinostat menghadkan bilangan budaya kepada kira-kira 50. Jadual membuat 1 pusingan dalam masa 4 minit.

Tanaman jagung adalah  $F_1$  generasi hibrid antara dua strain jenis India Amerika lembut yang dikenali sebagai Sacaton June. The ibu bapa benih S ini masing-masing telah dipecahkan melalui enam generasi.

Tomato batu dan gandum Baart digunakan sebagai tumbuhan ujian lain . Semua benih telah bercambah di atas jaring kapas di atas ajar paip (15) dan, sebaik sahaja akar telah cukup berkembang untuk membenarkan, dipindahkan ke penyelesaian kultur. Budaya - budaya itu terletak di loteng makmal selama 24 jam sebelum diletakkan di rumah hijau berlampu .

Kepekatan ionik larutan nutrien asas yang digunakan untuk ujian ini ditunjukkan dalam jadual 12. Dalam jadual yang sama ditunjukkan

T ABL E 12.-Komposisi larutan *nutrien* asas yang digunakan dalam kultur air eksperimen rumah hijau dilaporkan dalam jadual 14 hingga 18

Crop and ion	Constituent of base nutrient (milliequivalents per liter)										Chloride and sulfate salts added (percent, as milliequivalents, of) —					
	Ca	Mg	N	a		NH <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	Zn	CO <sub>2</sub>		H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Cl	Ca	Mg	Na
Corn (chloride) .....	8	4			4.25	4	12			0.25	8			25	25	50
Corn (sulfate) .....	8	4			4.25	4	12			.25	1	7		15	35	50
Tomato (chloride) .....	8	4			4.50	4	12			.50	8			25	25	50
Tomato (sulfate) .....	8	5		4	4.50	2	12			.50	1	10		15	35	50
Wheat (chloride) .....	14.5	3.6			7.20		17.7			4.00	3.6					100

§ Dibekalkan oleh JH Kempton dan mendiang GN Collins, dari Biro Industri Tanaman, U. S. Berlepas bidang Pertanian .



TABLE 14.—Effect of chloride salts on growth of corn in water cultures (experiment 3)

Chloride concentration (m. e./l.)	Jars	Plants	Average green weight of tops per plant	Standard error	Average dry weight of tops per plant	Average dry weight of entire plants	Moisture in green tops	Roots <sup>1</sup>	Water requirement <sup>2</sup>
(g.)	Number	Number	Grams	Grams	Grams	Grams	Percent	Percent	Grams
.....	10	40	14.8	0.41	1.13	1.54	92	26.9	254
2	10	40	14.9	.38	1.11	1.55	93	28.4	246
4	3	12	14.7	.47	1.08	1.54	93	29.6	242
6	3	12	13.8	.71	1.01	1.41	93	28.4	252
8	3	12	15.0	1.08	1.10	1.52	93	27.4	256
10	3	12	12.7	.55	.92	1.28	93	27.9	259
15	3	12	12.3	.64	.92	1.28	93	28.2	264
20	3	12	11.1	.92	.81	1.15	93	29.7	268
35	3	12	9.9	.44	.79	1.16	92	32.3	236
50	3	12	9.4	.74	.78	1.22	92	35.8	222
75	3	12	6.5	.52	.53	.88	92	39.4	244
100	3	12	6.4	.44	.58	.96	91	41.1	179

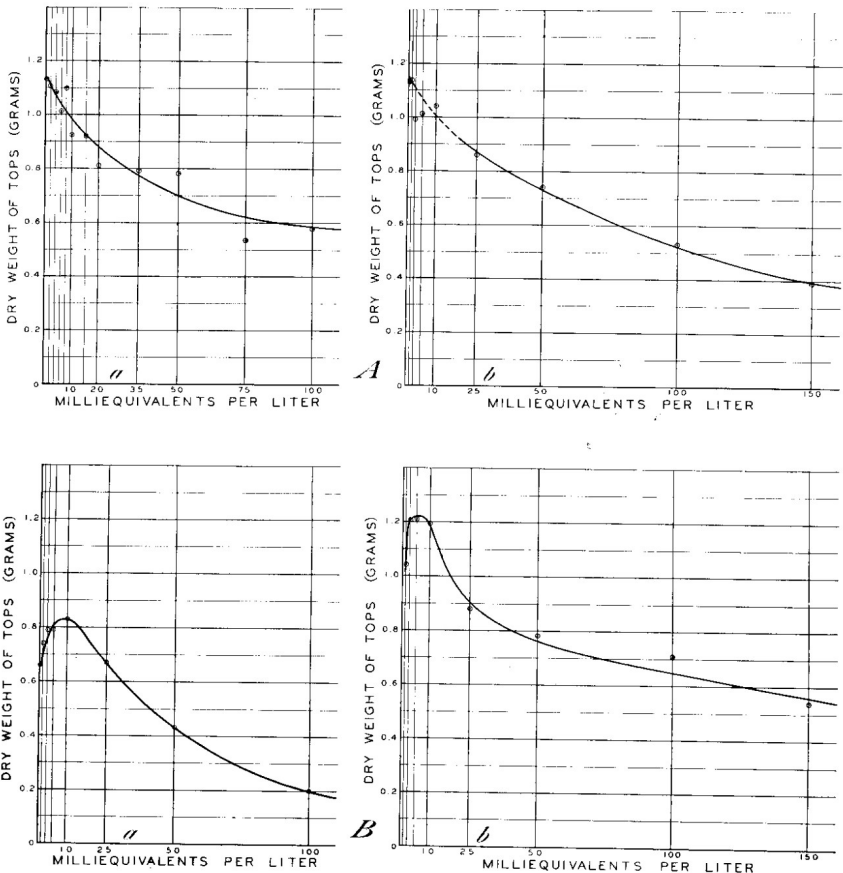
<sup>1</sup> Measured as percentage of entire plants.<sup>2</sup> Measured as grams of water per gram of dry material.<sup>3</sup> Trace.

FIGURE 4.—Depression in growth of plants in greenhouse water-culture experiments; A, Corn with chloride (a) and sulfate (b) salts; B, tomatoes with chloride (a) and sulfate (b) salts. (Experiments 3, 4, 5, 6, respectively.)

balang atau keseluruhan rawatan. Jika ini dilakukan, pertumbuhan yang semakin berkurangan trend mengikuti dari kepekatan terendah kepada kepekatan tertinggi.

Terdapat sedikit kesan rawatan terhadap kandungan lembapan tumbuhan selain daripada yang disebabkan oleh pembakaran hujung the daun dalam kepekatan yang lebih tinggi. Dalam kepekatan yang lebih tinggi ini berat akar rlativo kepada berat gasing incrascd dan increased nilai keperluan air dihilangkan.

Ketoksikan klorida bagi setiap unit garam ditambah menjadi lebih besar ater julat dari 4 hingga 20 milliekuivalen daripada 20 hingga 100, keluk kemurungan-growth-pertumbuhan (rajah 4) cenderung mendatar. Tetapi peningkatan konsentrasi garam-

## JAGUNG DALAM LARUTAN SULFAT (EKSPERIMEN 4)

Kepekatan sulfat 1 milliequivalent per liter rrsult)cd in resulted tumbuhan yang lebih besar sedikit daripada 2.5 milliequivalents, menunjukkan bahawa di bawah syarat-syarat eksperimen 4 keperluan sulfat jagung ialah agak rendah (jadual 15). Seperti dalam ujian selanjutnya dengan jagung, pada telat mengurangkan amplitud gcs lembapan dalam tumbuhan hijau sebagai jumlah pembakaran hujung meningkat. The C berat akar berbanding keseluruhan tumbuhan meningkat, dan keperluan air menurun melalui yang lebih tinggi kepekatan sulfat. Hubungan ini adalah sama seperti dalam eksperimen terdahulu dengan jagung dalam larutan klorida, kesannya tidak boleh the dianggap sebagai khas kepada salah satu daripada anion ini. Keluk kemelesetan pertumbuhan (rajah 4, A, B) menyerupai the untuk jagung dalam klorida (rajah 4, A, a).

TABLE 15. Kesan kadar sulfat ke atas pertumbuhan jagung dalam kultur air (eksperimen 4)

Sulfate concentration (m. e./l.)	Jars	Plants	Average green weight of tops per plant	Stand- ard error	Average dry weight of tops per tumbuhan	Average dry weight of entire plants			Roots <sup>1</sup>	Water require- ment <sup>2</sup>
						Grams	Peratus	Peratus		
1	6	24	13.0	0.73	1.13	1.51	25.0	91		414
2.5	6	24	10.7	.56	.99	1.33	25.4	91		416
5	6	24	11.0	.66	1.01	1.34	24.9	91		420
10	6	24	11.9	.78	1.04	1.38	24.3	91		418
25	6	24	8.8	.40	.96	1.20		90	28.1	401
50	6	24	7.6	.46	.74	1.05		90	29.2	370
100	6	24	4.0	.40	.53	.82		87	35.0	289
150	6	24	2.3	.27	.39	.62		83	36.8	228

<sup>1</sup>1.0 gram sebagai peratusan keseluruhan tumbuhan.

<sup>2</sup>2.0 gram sebagai peratusan air setiap grsm bahan kering.

## TOMATO DALAM LARUTAN KlorIDA (EKSPERIMEN 5)

Bukti manfaat yang besar kepada tomato daripada kepekatan klorida setinggi 10 milliequivalents seliter yang diperolehi daripada eksperimen 5 (jadual 16). Ini bukti kesan berfaedah ion klorida chloride pada tomato mendapat pengesahan dalam eksperimen seterusnya yang dilaporkan dalam kertas ini (ms 388). Tiada gejala kekurangan dapat diperhatikan di kepekatan di bawah 10 milliequivalents begitu juga daun tumbuhan terbakar atau menunjukkan simptom lain yang mempunyai nilai diagnostik pada the kepekatan klorida.

Klorida tidak mempunyai kesan ke atas kandungan lembapan hijau gasing. Peratusan akar yang paling rendah didapati dalam julat kepekatan yang menghasilkan berat terbesar keseluruhan papan. The plants. The nilai keperluan air decrease melalui siri penumpuan the series concentra-

tions. Analysis of the leaves of these tomatoes, grown in un-aerated water cultures, showed relatively more chloride than was found in tomato leaves from the outdoor sand-culture experiment.

TABLE 16.—*Effect of chloride salts on growth of tomatoes in water cultures (experiment 5)*

Chloride concentration (m. c./l.)	Jars	Plants	Average green weight of tops per plant	Standard error	Average dry weight of tops per plant	Average dry weight of entire plants	Moisture in green tops	Roots <sup>1</sup>	Water requirement <sup>2</sup>
	Number	Number	Grams	Gram	Gram	Grams	Percent	Percent	Grams
(3).....	6	18	9.1	0.28	0.66	0.88	93	24.1	562
1.....	6	18	11.4	.36	.74	.95	94	21.6	537
2.5.....	6	18	12.1	.42	.79	1.01	93	21.6	524
5.....	6	18	12.7	.44	.79	.98	94	18.7	540
10.....	6	18	13.6	.49	.83	1.03	94	20.7	527
25.....	6	18	10.6	.55	.67	.86	94	22.6	479
50.....	6	18	6.5	.40	.43	.57	93	24.5	452
100.....	6	18	3.0	.19	.20	.29	93	31.2	437

<sup>1</sup> Measured as percentage of entire plants.

<sup>2</sup> Measured as grams of water per gram of dry material.

<sup>3</sup> Trace.

#### TOMATOES IN SULFATE SOLUTIONS (EXPERIMENT 6)

In sulfate concentrations of 2.5, 5.0, and 10 milliequivalents the tomato plants were of approximately equal weight. Growth was slightly depressed in the solutions with only 1 milliequivalent of sulfate, and in solutions with more than 10 milliequivalents of sulfate successive reductions in growth occurred. The moisture content of the plants decreased slightly and the water-requirement values decreased considerably as the concentration of sulfate was increased (table 17). Symptoms of injury other than decrease in size were not in evidence. Cultures from this experiment are shown in figure 5.

TABLE 17.—*Effect of sulfate salts on growth of tomatoes in water cultures (experiment 6)*

Sulfate concentration (m. c./l.)	Jars	Plants	Average green weight of tops per plant	Standard error	Average dry weight of tops per plant	Average dry weight of entire plants	Moisture in green tops	Roots <sup>1</sup>	Water requirement <sup>2</sup>
	Number	Number	Grams	Grams	Grams	Grams	Percent	Percent	Grams
1.....	6	18	16.2	0.65	1.04	1.27	94	18.2	524
2.5.....	6	18	19.5	1.05	1.21	1.45	94	16.4	514
5.....	6	18	19.6	1.03	1.21	1.43	94	15.5	519
10.....	6	18	18.4	.97	1.19	1.44	94	17.6	494
25.....	6	18	12.7	.96	.88	1.08	93	19.0	497
50.....	6	18	10.8	.67	.78	.99	93	20.7	449
100.....	6	18	9.2	.66	.71	.88	92	19.0	388
150.....	6	18	6.3	.29	.54	.67	91	20.1	365

<sup>1</sup> Measured as percentage of entire plants.

<sup>2</sup> Measured as grams of water per gram of dry material.

#### WHEAT IN SODIUM CHLORIDE SOLUTIONS (EXPERIMENT 7)

In the experiment with wheat grown in chloride solutions, boron, manganese, and zinc, together with a very small amount of a mixture of 28 additional elements, were added to four of the eight cultures of

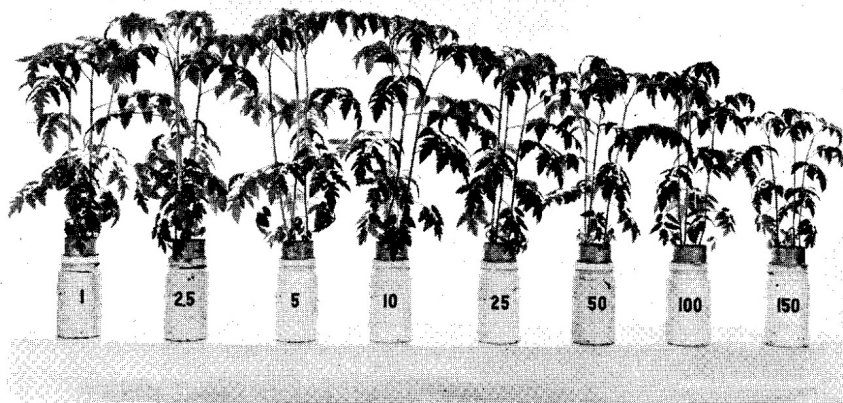


FIGURE 5.—Cultures of tomatoes grown in solutions with sulfate. Figures on jars show concentrations of sulfate ion in milliequivalents per liter. (Experiment 6.)

each treatment and omitted from the other four. The plants that received the added elements made only slightly better growth than those that did not (table 18). The graphs (fig. 6) of the two sets of plants are otherwise similar. Both indicate that 10 milliequivalents

TABLE 18.—Effect of sodium chloride on growth of wheat in water cultures (experiment 7)

[Intended to reproduce an experiment by Lipman, Davis, and West (17)]

WITH TRACE ELEMENTS B, MN, ZN, AND 28 OTHERS

NaCl concentration (m. c./l.)	Green weight of 6 plants per jar					Average dry weight of entire plants per jar	Moisture in entire green plants	Roots <sup>1</sup>	Water require- ment <sup>2</sup>
	Jar 1	Jar 2	Jar 3	Jar 4	Average				
	Grams	Grams	Grams	Grams	Grams	Grams	Percent	Percent	Grams
(3) .....	71	75	72	66	71.0	7.48	89	21.1	648
10 .....	66	69	77	81	73.3	7.23	90	23.2	702
50 .....	34	42	40	36	38.0	4.80	87	28.1	612
100 .....	14	8	12	18	13.0	2.05	84	18.2	525
200 .....						4.47			545
300 .....						(5)			
WITHOUT TRACE ELEMENTS									
(3) .....	71	75	74	58	69.5	7.10	90	21.4	699
10 .....	76	72	62	64	68.5	6.73	90	23.4	694
50 .....	34	39	30	33	34.0	4.37	87	25.3	651
100 .....	10	12	12	12	11.5	1.93	83	19.4	557
200 .....						6.43			570
300 .....						(5)			

<sup>1</sup> Measured as percentage of entire plants.

<sup>2</sup> Measured as grams of water per gram of dry material.

<sup>3</sup> Trace.

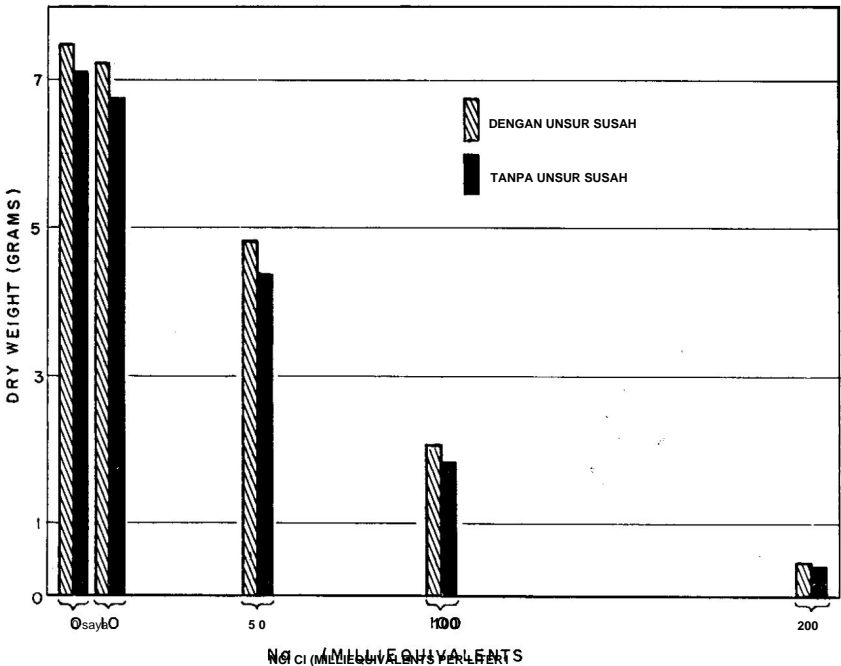
<sup>4</sup> Only 2 plants survived.

<sup>5</sup> All plants died at an early stage.

<sup>6</sup> Only 3 plants survived.

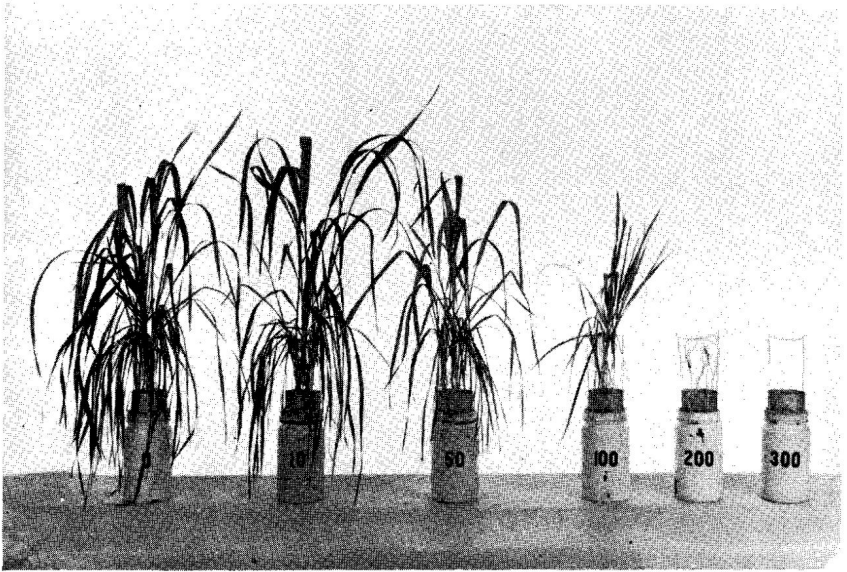
natrium klorida adalah toksik sedikit dan 50 dan 100 milliequivalents jelasnya. Tumbuhan dalam 200 milliequivalents menghasilkan sedikit pertumbuhan.

Kaedah-kaedah yang digunakan dalam ujia ini tidak berbeza dalam butiran penting daripada yang digunakan oleh Lipman, Davis, dan West (17) dalam kerja mereka dengan gandum dalam larutan natrium klorida. Mereka mendapati bahawa pertumbuhan mereka hanya terhasil apabila kandungan klorida dinaikkan kepada 90 milliequivalents. Dalam kerja mereka, dijalankan pada tahun 1920 hingga 1922, unsur seperti boron, mangan, dan zink tidak ditambah kepada larutan kecuali apabila dimasukkan sebagai bendasing. Tlocs percubaan sekarang tidak memberikan penjelasan tentang perbezaan dalam dua set keputusan. Walau bagaimanapun, adalah mungkin, nutrien asas mereka bebas daripada unsur surih dan unsur-unsur ini telah diperkenalkan bersama natrium klorida dalam jumlah, hanya cukup, melalui kepekat berturut-turut sehingga 90 milikuivalen untuk mengimbangi the ketoksikan garam. milliequivalents



RAJAH 1. (1) Kesakan natrium klorida ke atas pertumbuhan gandum dengan dan tanpa penambahan unsur surih.

Kandungan lembapan tumbuhan hijau (jadual IS) menurun dengan peningkatan pembakaran. Keperluan air dikurangkan dengan penambahan garam seperti dalam eskrim sebelumnya dengan jagung dan kapas dan seperti dalam eksperimen Lipman, Davis, dan West (17). Ia boleh diperhatikan (ajah 7) bahawa 70 milliequivalents chloride cenderung untuk menambah ketinggian tetapi bukan berat tumbuhan gandum.



RAJAH 7.-Gandum yang ditanam dalam larutan dengan natrium klorida. Simbol pada balang menunjukkan kepekatan natrium klorida dalam setara mililiter. (Percubaan 7.)

#### KESAN KEBAIKAN KLORIDA PADA PERTUMBUHAN AWAL TANAMAN TOMATO DAN KAPAS (EKSPERIMEN 8)

Berikutan pemerhatian kesan berfaedah kuantitatif klorida ke atas tomat yang ditanam dalam ujian kultur-wakar, dua percubaan yang agak bersampingan dijalankan dalam kultur pasir di rumah hijau untuk tujuan pemerhatian selanjutnya.

Tomato yang ditanam dalam 27 kultur pasir dibekalkan dengan hanya kesan klorida yang berasal sebagai bendasing dalam pasir dan larutan nutrien dan dalam 27 kultur sebaliknya yang serupa dikendalikan dengan larutan nutrien yang mengandungi 3 milikuivalen klorida. Selepas papan tomat telah dipangkas, eksperimen telah direcapit dengan kapas. Kedua-dua percubaan dilaporkan dalam table 10. Larutan asas nutrien 1 t yang digunakan untuk tomat yang terkandung, dalam ion (lition kepada tlunauts racc boron, manga, ncsc, dan zink, 4 milimol setiap satu kalsium nitrat ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) dan kalium nitrat-c ( $\text{KNO}_3$ ) 2 (milimol) seliter setiap magnesium each sulfat c ( $\text{Mg}\% \text{O}$ ), dalam (mg), sulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ); dan 1 milimol ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), monopotassium fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ). Dalam ujian kapas 0.5 milimol natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) telah ditambah kepada larutan (1 t), dan separuh the daripada ammonium sulfat telah ditinggalkan. ion klorida dibekalkan sebagai natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ) chloride ( $\text{NaCl}$ ).

Bekas kultur ialah tiub perkolator jenis Oldberg 2 liter percolator. These telah dipasang dengan gumpalan bulu kaca di atas tiub opening di dasarnya dan diisi filam kira-kira 3 inci dari bahagian atas dengan pasir kuarza. Dua balang mason 1-kuar word digunakan bersama dengan setiap satu. Satu dari dasa, thrc, diletakkan di bawah tiub, mengumpul percolate apabila larutan nutrien digunakan pada yang lain. Selepas larutan harian atau lebih kerap larutan nutrien melalui pasir itu the

returned volume with washing, and the position of both of them was balanced again.

Lapan belas daripada total sepuluh percolator telah digantung bukannya di bawah rim setiap tiga klinostat-s. Klinostat Tasc, yang mempunyai lebar 4.5 kaki m telah ditetapkan siram dengan 1.1-floodinghouse house bangku dan membentuk cakera berputar di bahagian atasnya. Balang pengumpulan diletakkan pada ketinggian yang sesuai pada sisi balak yang digantung dari bahagian atas klinostat yang berputar. Tiga klinostat didorong \_ driven dengan satu tali pinggang yang sama.

Dalam setiap budaya, pokok tomat ditanam dari 27 Julai hingga 2 September 1936 dan tanaman kapas dari 2 Januari hingga 2 March 1937.

Kedua-dua tomat dan kapas bertindak balas terhadap penambahan 3 milliequivalents of chloride. Berdasarkan klinostat A, B dan C, taktik secara kolektif, pertumbuhan tomat yang diukur dengan berat hijau adalah greater sebanyak 85 per cent, dan pertumbuhan cotton sebagai measured oleh hijau berat adalah greater sebanyak 81 peratus, apabila dibekalkan dengan 3 milliequivalents of chloride daripada semasa only a trace of chlorine (table 19).

TABLE 19.—Effect of 3 milliequivalents of chloride on growth of tomato and cotton in a sand culture (experiment 8)

Crop plant and treatment	Clinostat	Cultures	Plants	Average green weight per plant		Standard error
				Grams	Grams	
Tomatoes:						
Trace of chloride	A	9	27	16.0	1.02	1.02
	B	9	27	14.9	.75	.75
	C	9	27	15.9	.57	.57
Total or average		27	81	16.5		4.9
3 milliequivalents of chloride	A	9	27	25. A		.95
	B	9	27	23. 0		1.03
	C	9	27	18. 1		.81
Total or average		27	81	22. 2		.64
Cotton:						
Trace of chloride	A	9	27	10. 5		1.20
	B	9	27	11. 7		1.41
	C	9	27	11. 14. 2		1.17
Total or average		27	81	12. 1		.78
3 milliequivalents of chloride	A	9	27	28. 1		1.91
	B	9	27	20. 8		1.03
	C	9	27	16. 7		1.21
Total or average		27	81	21. 9		1.21

Perbezaan dalam pertumbuhan tomat dan kapas antara kedua-dua budaya pada tiga klinostat adalah mungkin tipikal daripada apa yang berlaku dalam place banyak greenhouse kecil-sarung. The between cultures on each clinostat is a little kurang daripada 5 kaki dan telah diputar secara berterusan baik malam mahupun siang. Barisan tengah bagi klinostat perimbangan ialah selari dengan dan 5.5 kaki dari fakta selatan the greenhouse.

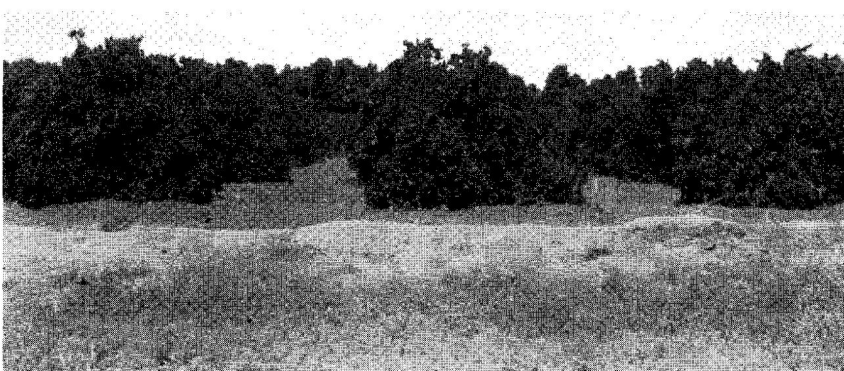
Dalam perbincangan berikut, referens adalah kepada extensive kesusasteraan yang wujud pada cfc of jumlah yang agak kecil klorida pada pertumbuhan tumbuhan. Keputusan yang dilaporkan dalam jadual 14 dan 17 nampaknya amat menarik perhatian dalam hal kebanyakan kejayaan dan kepekatan yang jauh lebih rendah biasanya digunakan dan jarang digunakan jawapan sebagai grrat kerana ini telah diperolehi.





RAJAH 8. Tiga belas-tahun-olih pokok limau gedang di atas pasir Khurafat, Yuma Mesa, Ariz.; diairi dengan air Sungai Colorado. Hasil pada tahun 1936 ialah 546 paun buah setiap pokok. Sifat tanah ini dan amalan pengairan adalah sedemikian sehingga terdapat sedikit pengumpulan garam di zon akar, iaitu, air telah digunakan dengan ketara melebihi kehilangan disebabkan transpirasi. Hutan itu kuat dan pokok-pokoknya besar. Penganalisis larutan tanah terseser dan air pengairan ditunjukkan dalam table 20.

seseorang berusaha untuk mentafsir kepentingan kepekatan garam yang terdapat dalam tanah ladang. Kedua-dua dusun ini berada di tanah alluvium yang dalam dan kedua-dua wrc diairi daripada bekalan air yang sama. Dusun miskin di tanah masin yang agak tidak telap (rajah 9), walaupun berbeza dengan dusun yang baik (rajah 8), kelihatan agak



RAJAH 9. Kebun limau gedang berusia tiga belas tahun di Holtville berkeledek, Meloland, Imperial Valley, Calif.; diairi dengan air Sungai Colorado. Ladang adalah kurang daripada 100 paun buah setiap pokok. Ciri-ciri tanah di dalam dusun ini adalah sedemikian rupa sehingga nampaknya tidak dapat melarutkan sisa-sisa garam air pengairan berohd zon akar. Pokok-pokok mempunyai warna yang baik dan banyak berdaun. Terdapat beberapa daun kuning atau tergesa-gesa. Pokok dan daun individu adalah lebih kecil daripada pokok yang ditunjukkan dalam rajah 8, tetapi gejala kecederaan garam nilai diagnostik sebaliknya kurang. Analisis larutan tanah terseser dan air pengairan ditunjukkan dalam jadual 20.

dan daunnya berwarna baik, tetapi hasilnya rendah. beberapa tahun kemudian, apabila dusun miskin itu sekali lagi dilawati, kayu mati adalah diperlihatkan di bahagian atas beberapa pokok, daunnya kecil dan banyak telah kekuningan kepada pelbagai tahap, dengan beberapa pembakaran petua daun.

Bukan sedikit kesukaran t, hat telah menghadiri tafsiran analisis tanah pertama dari segi tindak balas plant telah disebabkan oleh amalan biasa merujuk kuantiti garam yang ditemui kepada drv berat tanah dan bukannya statming kepekatan sebagai larutan tanah. Sifat kritikal pertimbangan ini boleh digambarkan dengan mengandaikan dua tanah--satu dengan setara lembapan atau medan yang membawa capacity field-peratus dan satu lagi 40 peratus. SI-ould the other Should seta satu tanah ini mengandungi 500 ppm, atau 0.05 peratus, klorida pada chloride asas berat kering, maka kepekatan larutan tanah pada kelembapan equilibrium dalam tanah pertama ialah 12,500 p. hlm. m. pada dalam yang kedua tanah 1,250 pp m. 9.70 Ar yang boleh dikreditkan, tanaman seperti milo boleh jadi exported pada tanah yang kedua, tetapi pada beberapa yang pertama jika avy pertanian tumbuhan akan bertahan. Analisis larutan tanah yang dilaporkan adalah sebagai berikut 20 berguna sebagai ilustrasi lanjut. Dari segi larutan tanah, kepekatan t, hc klorida yang terdapat dalam kaki keempat orchard misin (rajah 9) adalah 9.5 kali DM tinggi daripada yang di kaki keempat dusun yang baik. Sekiranya kuantiti klorida yang sama ini direkodkan dari segi berat kering tanah, kepekatan dalam t, he the kebun yang buruk akan menjadi 95.6 kali ganda dalam kebun yang baik .

**JADUAL 20.** Analisis of Epenyelesaian tanah Spasituperstition dan Holtville tanah liat berkelembapan kebun anggur jrom di Arizona (dan California, dan o, f, pengairan air dari Sungai Colorado seperti yang diambil di Yuma, Ariz.

[Analisis larutan tanah tersesat dilaraskan kepada kelembapan yang setara] equivalent]

Asal dan kealaman sampel	Moisture equivalent	pH	1 ance (K X 10 <sup>5</sup> at 25° C.)	Kelakuan-I Boron	Other constituents (milliequivalents)						Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	CINON O <sub>2</sub>
					Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>							
Superstition sand: <sup>1</sup>				P. p. m													
First foot.....	11.4	7.4	2199	0.84	0.48	9.51	0.72	5.40	7.65	7.						11.51	0.72
Second foot.....	3.4	6.4	226	44.8	7.4	51.9	62.8	89.9	9.62							8.66	0.96
Third foot.....	4.6	6.7	200	38.7	37.3	8.3	8.3	3.25	9.11							7.24	0.87
Fourth foot.....	5.4	7.0	210	36.7	75.4	20.9	42.5	3.2	10.1	11.27						7.25	0.90
Fifth foot.....	3.8	6.6	240	59.8	18.4	7.3	11.06	F6	2.29	14.04						7.82	1.19
Sixth foot.....	3.9	6.6	320	48.1	11.79	6.2	64.63	J2	1.75	19.93						12.21	1.22
Holtville silty clay: <sup>2</sup>																	
First foot.....	22.7	7.7	065	1.05	24.46	21.57	3X.31	95.4	0.7	59.57						27.15	0.54
Second foot.....	18.1	7.7	1,087	1.03	37.40	2X.57	W.16	84.08	59.85	4.26	75.9	699				54.03	1.09
Third foot.....	25.9	7.4	1,480	.75	39.81	9.8	9.02	24.9	54.37	22						119.32	0.45
Fourth foot.....	45.7	7.3	224	.87	33.39	34.07	78.928	92	1.5	1.51	39.81					1106.75	0.40
Fifth foot.....	45.3	7.0	1,092	1.25	25.33	28.37	76.18	08	79.18	6	90	47.96				85.21	0.45
Sixth foot.....	37.4	7.6	789	79.14	8.07	(4)				(3)						45.165	0.37
Colorado River <sup>4</sup>			137	17.5	41	3.01	F.47			6.47						3.19	7.71

<sup>1</sup> Sampel tanah dikumpul pada 30 Jun 1936.

<sup>2</sup> Sampel tanah dikumpul pada 1 Julai 1936.

<sup>3</sup> Jejak.

<sup>4</sup> Lapan tahun, tidak berdayakan lebih minguan Okt. 1, 1928, hingga 30 Sept. 1936.

Oleh kerana tindak balas tumbuhan terhadap jujuk garam dalam tanah the adalah bergantung kepada kepekatan larutan ) ion, terdapat jelas keperluan bagi pemeriksa untuk berseluju dengan keadaan lembapan tanah yang paling sesuai untuk dijadikan asas kelembapan yang setara sepadan lebih kurang dengan nilai malar kapilari potensi atau ketegangan tanah-lembapan untuk lina yang berbeza. Dengan asas ini ia sekali gus jelas bahawa kepekatan akan cenderung mengandaikan sebagai

pekali layu tanah adalah approach. Breappo (4) held menggunakan rujuk mengujuk gestodar garam kepada kandungan lembapan sod pada pekali layu. Walau soils bagaimanapun, kesediaan tanah yang lembap, yang disebabkan secara kasar dalam tanah yang dikeringkan dengan baik dengan kapasiti ladang, lebih mudah dipastikan daripada pekali layu, dan apabila kaedah penempatan itu dilakukan, tanah lazimnya basah dengan lembapan cquiva, lent. moisture equivalent.

Tumbuhan tanah ditanam secara bersama dalam pasu yang tidak bertamase, di mana jumlah garam yang diketahui telah digabungkan dengan mencampurkan dengan teliti. Air yang disapu pada permukaan tanah the mengkekalkan tumbuhan tidak dapat dielakkan akan membasuh garam ke bawah, meninggalkan zahir berudara atas dan lebih baik secara relatif bebas dari pada garam. Dalam satu penyiasatan (24, R5), di (Banda), batu 4-galon digunakan dengan cara ini, didapati penabahan natrium karbonat, e dan natrium klorida setinggi 0.4 peratus dari pada berat kering tanah dan natrium sulfat. setinggi 0.9 peratus adalah seketap merangsang seperti toksik. Penemuan jenis ini tidak selaras dengan keputusan yang dilaporkan dalam kertas ini.

Upaya mendingir bagi tanah suspensi ditu tanah dalam bekas sedalam 1 atau 2 kaki, walaupun disedangkan dengan saliran, boleh melebihi tanah yang sama di ladang dua atau tiga kali, menimbulkan ketidungkinan keadaan pengudaraan yang lemah seperti yang wujud di tanah yang berair. Keadaan dalam tanah berudara buruk adalah in yang kondusif untuk pengurangan sulfat dan nitrat kepada bentuk yang lebih toksik. reduction nitrate

Eksperimen yang dijalankan dengan larutan kultur boleh membawa kepada errone- kesimpulan yang besar jika penjagaan khas tidak digunakan untuk mengekalkan kepekatan ion nutrien dalam kultur kawalan pada tahap setinggi dalam kultur garam. Kepentingan pertimbangan ini pernah dikemukakan dalam eksperimen dengan tumbuhan kapas yang ditanam dalam budaya pasir rumah hijau yang disiram secara automatik. Kerana tekanan kerja lain, penulis tidak dapat menukar larutan nutrien dalam takungan secepat yang dirancang; Dalam keadaan ini, nampaknya lebih baik untuk melepaskan tujuan asal tumbuhan itu ditanam dan terus menjaganya tanpa mengubah penyelesaian selanjutnya. Pada masa penyelesaian sepatutnya diganti, loji kawalan berada jauh di hadapan loji klorida dan sulfat.

were replaced, Kadar pertumbuhan tumbuhan kawalan semakin pesat, manakala tumbuhan klorida dan sulfat dikekalkan untuk masa, dengan keputusan bahawa pada penghujung minggu keempat terdapat sedikit perbezaan sama ada secara umum atau sahaja di antara itu. Ciri ciri ini nampaknya menunjukkan bahawa tumbuhan seperti kapas, dengan pertumbuhan perumbuhan yang pasti, sudah menggunakan bekalan nutrien yang sama daripada substrat masin dengan berkesan seperti tumbuhan yang tumbuh lebih pesat pada substrat bukan garam, tetapi ia memerlukan lebih masa untuk melakukannya.

Tidak mungkin keadaan seperti yang digariskan dalam perenggan penyerahan shopre- kedang, boleh membawa kepada pengeluaran hasil yang tinggi pada tanah masin dengan kesuburan terhad seperti yang diperoleh pada tanah bukan masin yang serupa. Dalam mengiktiraf ini sebagai kemungkinan, walau bagaimanapun, perlu diambil kira fakta bahawa kepekatan garam biasanya, walaupun tidak secara universal, meningkat dengan kedalaman, seperti yang digambarkan (ra, tcd dalam jadual 20. Ekeksperiment yang hanya boleh disentuh di sini ha, telah menunjukkan bahawa, apabila akar tumbuhan have dibahagikan antara dua vesel, bahagian sistem akar dalam larutan pekat tidak berkembang secepat bahagian dalam larutan cair. Dalam erti kata lain, untuk solution. apply

pemerhatian di atas ke ladang, tampaknya perlu untuk menyedari bahawa akar tanaman yang tumbuh perlahan pada salin s&i mungkin tidak pernah sepenuhnya menduduki bahagian tanah yang lebih dalam dan lebih masin dan, jika gagal dalam hal ini, jumlah bekalan nutriennya akan tidak sama dengan yang ada pada tanaman di tanah bukan masin.

Telah diakui secara umum bahawa dengan kemasukan garam, terutamanya garam natrium, ke dalam tanah mungkin terdapat kesan yang ketara terhadap ketersediaan ion berkhasiat. Kesan sebegini ke atas tumbesaran tumbuh-tumbuhan berkemungkinan besar dalam eksperimen pasu kerana, dalam kes sedemikian, isipadu tanah berbanding bilangan tumbuhan lazimnya kecil dan sebarang peningkatan dalam ketersediaan ion berkhasiat lazimnya dicerminkan oleh peningkatan yang ketara. dalam pertumbuhan. Kalium yang dikeluarkan oleh proses pertukaran asas biasanya menerima pertimbangan utama dalam hubungan ini, tetapi kesan tidak langsung tidak semestinya terhad kepada ion ini. Sokoloff (31), sebagai contoh, telah menemui kepekatan nitrat yang lebih tinggi dalam tanah yang dirawat dengan garam natrium berbanding dengan tanah yang diolah dengan garam kalsium. Peningkatan dalam nitrogen larut telah disertai oleh evolusi karbon dioksida, dan kesannya dikaitkan oleh Sokoloff kepada pengoksidaan biologi yang lebih rpsid bagi nitrogen humus. Telah didapati oleh eksperimen yang tidak termasuk dalam laporan ini bahawa pertumbuhan yang lebih baik terhasil pada tanah rendah nitrogen apabila natrium klorida ditambah daripada apabila kalsium klorida ditambah; manakala dengan penambahan nitrogen, tanpa penambahan nitrogen, rawatan natrium meningkatkan pertumbuhan tongkol dan barli di atas t. Sat tumbuhan kawalan menunjukkan peningkatan yang lebih kecil ditunjukkan oleh tumbuhan kapas.

Dalam sesetengah keadaan, pengumpulan nitrat didapati menyertai pengumpulan klorida dan sulfat dalam tanah berair, dan, jika kepekataannya tidak berlebihan, produktiviti tanah mungkin t, dengan ini meningkat; tetapi ia tidak bermakna terdapat sebarang pengurangan ketara dalam ketoksikan klorida atau sulfat jika anak perbandingan dibuat antara tanah masin dan bukan masin pada paras nitrat yang sama. Dalam eksperimen yang dijalankan semasa musim sejuk dan musim bunga di dalam katil pasir luar, bawang, alfalfa, barli, dan bit meja telah ditanam dalam larutan yang mengandungi 2 dan 1~3 milliequivalents ion nitrat dalam dua katil kawalan, dalam dua katil dengan 100 milliequivalents of chloride, dan dalam dua katil dengan 200 milliequivalents of sulfate. Bawang dan alfalfa dibuat dalam susunan 25 ratus lebih banyak pertumbuhan dalam t#hc rendah nitrat berbanding dalam tinggi nitrat beetsonrat. bitmy dan bit menunjukkan ketebalan yang lebih besar dalam nitrat tinggi berbanding Kawalan litrat rendah. Hasil bawang dan alfalfa adalah hampir sama dalam katil klorida dan sulfat, dan sebungkus barli adalah lebih rendah dalam sulfat daripada di dalam katil klorida, tetapi tidak ada bukti jelas kesan nitrat pada tolemn garam mana-mana daripada tanaman these. Bit meja, seperti bit gula dalam eksperimen, menghasilkan hampir sama baik dalam 100 milliequivalents klorida seperti dalam katil kawalan, dan kelebihan nitrat adalah tidak jined. Kecederaan bit meja dalam katil sulfat nitrat tinggi adalah besar, sepadan dengan kecederaan sulfat pada bit gula, dan nitrat ad vant'agr adalah ma,rked; hasil bit dalam katil kawalan rendah dan tinggi nitrat masing-masing adalah 100 dan 116; dalam katil t'ho klorida, 114 dan 150; dan dalam katil sulfat, 71 a, dan 141, semua nilai adalah relatif kepada kawalan nitrat rendah. Dalam setiap empat tanaman, nitrat yang ditambahkan menekan pengumpulan klorida, dan dalam the accumulation the the

penambahan klorida dpcrscsd pengumpulan nitrat. Penambahan sulfat mempunyai sedikit kesan ke atas pengumpulan nitrat atau klorida.

Persoalan yang gagar duncrat telah dibangkitkan berkaitan dengan tafsiran beberapa kajian pasir dan kultur air yang lebih lama.

Kebanyakan kajian ini word dijalankan sebelum tujuannya untuk menambah unsur seperti mangan, boron, dan zink ke dalam kacang, larutan rancangan telah xcd qnizcd, dan terdapat kemungkinan bahawa unsur surih penting kadangkala telah diperkenalkan sebagai kekotoran dengan the klorida atau garam sulfat dan dengan itu telah meningkatkan pertumbuhan tumbuhan, mengimbangi ketoksikan garam dalam kepekatan rendah.

Terdapat sedikit informasi untuk membuat kesimpulan tentang hubungan antara kadar transpirasi dan pengumpulan garam dalam tumbuhan dan kecederaan akibat Muencher (23), secara am agrc (23) dengan banyak-mvctigators stendahl, yang pada umumnya semua keadaan menghadkan pengukuran makmal mereka kepada penentuan jumlah abu, mendapati bahawa abu barli, dinyatakan dalam peratusan jumlah berat kering keseluruhan tumbuhan, berbeza-beza tetapi sedikit sebanyak mana the tumbuhan telah ditanam dalam keadaan transpirasi tinggi atau rendah dan tidak kira bagaimana transpirasi dikurangkan. Hoagland dan Broyce Broyer,<sup>6</sup> sebaliknya, mendapati kepekatan ion natrium dan klorida yang lebih tinggi dalam sap tumbuhan barli yang diekspresikan yang ditanam di dalam ruang kering berbanding dengan tumbuhan yang ditanam di dalam ruang lembap. Mereka juga menyedari bahawa ion bromida diambil daripada larutan kultur dan dipindahkan ke dalam akar, batang, dan daun labu dan kapas dengan lebih cepat di bawah pengaruh keadaan cahaya dan kelembapan yang konduktiviti kepada kadar transpirasi yang tinggi berbanding di bawah yang konduktiviti kepada tranpira rendah. kadar kadar.

Ali dan Powers (1) telah memerhatikan ketoksikan campuran air laut kepada rumput masin dan natrium klorida kepada alfalfa apabila tumbuhan ini ditanam dalam kultur air dalam rumah hijau yang sejuk dan hangat. Kesan suhu ke atas kecederaan garam seperti yang ditunjukkan oleh data mereka tidak ditandakan apabila pertumbuhan relatif kepada kawalan di rumah hijau masing-masing dikira dari segi pengurangan pertumbuhan perccntaj. Penyiasatan Hoagland dan Broyce (15) dan Prevot atid Steward (27), (27), menangani faktor lain yang mempengaruhi pengumpulan, begitu juga mempunyai kaitan dengan subjek umum pengumpulan garam.

Keputusan eksperimen yang menangani persoalan lama peranan klorida sebagai unsur penting atau bermanfaat dan dengan kesan klorida yang dimasukkan ke dalam tanah dengan baja adalah untuk beberapa khemah the ex-cx berbeza dengan yang telah menangani masalah garam. pengumpulan dan ketoksikan di bawah keadaan pertanian pengairan.

Kecacatan penyiasatan dalam siasat ini adalah serupa, dan akibatnya penemuannya adalah pelbagai dan sering bercanggahi. Hakikat bahawa spesies dan varieti tumbuhan biasanya berbeza secara jelas antara satu sama lain dalam keperluan pemakanan dan keutamaan mereka, dalam toleransi mereka, dan dalam tindak balas dalam sekitar mereka telah menyumbang dengan cara yang besar kepada kesukaran merumuskan generalisasi. Hasil faktis, soba, dan ketumpang telah terbukti berkurangan dan kualiti tfobako menjadi lebih rendah, dalam beberapa keadaan, apabila kalium klorida dan bukannya kalium sulfat telah digunakan sebagai 8 IJnpublish and data presentdr the DR

Hoagland and 'Sava' C. Brayer pada penggabungan dua puluh serong tumbuhan Pasifik Division of the Agricultural Experiment Station, San Diego, Calif., June 21, 1938.

fertilizcr. Sebaliknya, sebilangan tumbuhan tanaman telah didapati bertindak balas fn, baik kepada jumlah klorida yang sederhana. Ulasan ekstensif litraturc ini disediakan oleh Tottingham (32) dan Lomanitz (18) dan lebih baru oleh Shestakov dan Shvindcnkov (29, 30) dan oleh Masnewa (21). Penemuan oleh (33) dan (34) mengenai tindak balas tembakau kepada garam klorida begitu juga penting.

Di bawah keadaan yang berlaku semasa ekstim kultur pasir luar, didapati bahawa 100 milliequivalents of sulfate ditambah sebagai campuran garam natrium, kalsium dan magnesium adalah hampir sama toksik kepada milo kerdil, alfalfa dan kapas sebagai 50 miliequivalents klorida. Hubungan watak ini telah diperhatikan kali mencadangkan kemungkinan ketoksikan klorida dan sulfat mungkin berkaitan berdasarkan kepekatan ekuimolar atau berdasarkan konduktan elektrik yang sama atau kepekatan osmotik yang sama. Walau bagaimanapun, perlu diperhatikan dalam hubungan ini bahawa dimial mempunyai ketahanan tiga atau empat kali ganda lebih banyak milliequivalents sulfat daripada klorida, manakala bit tahan klorida lebih baik daripada sulfat. Dalam perimen cx lain, ia juga telah memerhatikan bahawa perbezaan ketara antara tumbuhan dalam tindak balasnya terhadap kedua-dua klorida dan sulfat apabila ion-ion ini ditambah mengilifer masing-masing sebagai garam kalsium, magnesium dan natrium; tomato, untuk cxample, walaupun terkumpul sedikit natrium (jadual B), didapati jauh lebih tahan terhadap kalsium klorida daripada natrium klorida. Memandangkan tindak balas yang pelbagai ini dan kekhususan yang ditunjukkan dalam pengambilan ion oleh tumbuhan, different, nampaknya tidak mungkin ketoksikan klorida dan sulfat boleh dinilai berdasarkan asas fizikal atau kimia yang mudah.

## chemical

### RINGKASAN

Satu sinitanaman tanaman telah ditanam sehingga matang dalam setiap large enam kultur pasir luar laTge yang dibekalkan dengan nutrien asas dan dengan garam klorida dan sulfat (50 perccnt sebagai natrium) ditambah, dalam milliequivalents seliter, seperti berikut: Kavaian, 50-klorida, 150-klorida, 50-sulfat, 150-sulfat, dan 250-sulfat. Nilai untuk pertumbuhan tumbuhan dalam dasar 50-klorida dan purata tumbuhan t,ho dalam 50 dan 150-sulfat 50- sebagai peratusan kawalan, masing-masing adalah seperti berikut: Keratan lemon, 28 dan 59; kacang navy (biji), 39 dan 45; milo kerdil (bijirin), 54 dan 60; Alfalfa Chile (3 keratan), 73 dan 75; Kapas Acala (kapas benih) 75, dan 77; Tomato batu, 78 dan 64; bit gula (akar segar), 98 dan 80. Sulfat kelihatan kira-kira sekuat toksik seperti klorida kepada sesetengah tumbuhan, tetapi limaou nampaknya empat kali ganda lebih toleran terhadap sulfat berbanding klorida. Tomato dan bit lebih bertolak ansur kepada 50 milliequivalents of chloride berbanding 100 millicquivalents of sulfate.

Daun kacang barley, milo dan navy dibakar oleh garam klorida dan sulfat, dan daun limaou sekali-sekala disbak. Tumbuhan alfalfa, kapas, tomato dan bit tidak menunjukkan pembakaran pada daun dan tiada simptom kepentingan diagnostik selain pengurangan saiz daun dalam kapas dan reput hujung bunga yang teruk pada tomato.

Keluc kemurungan pertumbuhan tidak menunjukkan bukti titik mendadak di mana kesan toksik menjadi ketara. Sebaliknya ditunjukkan bahawa di atas beberapa kepekatan minimum setiap unit garam berturut-turut, jika dipertimbangkan dengan sendirinya, cenderung untuk menghasilkan dcpression yang lebih rendah dalam pertumbuhan daripada unit sebelumnya.

Keberhasilan tanaman, kecuali barli, seperti yang dikutip, oleh kuantiti sap yang dinyatakan dalam keadaan standard selepas pembekuan, tidak dipengaruhi oleh kepekatan garam dalam larutan kultur.

Analisis cecair tisu yang dinyatakan bagi enam tanaman yang diperiksa menunjukkan banyak kepelbagaian dalam perkadaran dan kuantiti ion yang terkumpul dalam sap. Nisbah kepekatan konstituen garam dalam larutan nutrien kepada kepekatan dalam sapment

loji kawalan adalah tinggi untuk hampir semua ion. Penyelesaian nutrien asas samb, mengandungi 0.6 milliequivalents of chloride, dan enam tanaman yang tumbuh dalam katil kawalan mengandungi 18 hingga 63 milliequivalents of klorida dalam sapeperahan t'heir. Penambahan 50 hingga 150 milli setara klorida milli- kepada nutrien asas cenderung menghasilkan peningkatan tindak balas kor dalam kepekatan klorida dalam

sap. Peningkatan sepuluh kali ganda dalam kepekatan bes dalam nutrien larutan dengan penambahan garam klorida dan kenaikan empat belas kali ganda dengan penambahan sulfat tidak sekali-kali mengandakan kepekatan jumlah asas dalam sap yang dinyatakan bagi mana-mana tumbuhan ini. Potasium pengumpulan sedikit dipengaruhi oleh ion lain. Kapas dan tomato dalam sapeperahan mempunyai beberapa kali lebih banyak sulfur dalam getah mereka daripada tumbuhan lain. Kepekatan ion hidrogen bagi sap suatu nombor daripada tumbuhan ditambah dengan klorida tetapi tidak dengan sulfat.

Berdasarkan perbandingan antara kandungan elektrik-konduktiviti pada larutan as-kultur dan pada getah tumbuhan dan analisis bukan organik yang bertindak balas, disimpulkan bahawa kekonduksian mempunyai ancluded sedikit kepentingan sebagai ukuran kandungan elektrolit yang dinyatakan cecair tisu.

Peningkatan dalam tekanan osmotik cecair tisu yang dinyatakan, hasil daripada penambahan garam, cenderung selari dengan peningkatan dalam tekanan osmotik larutan kultur. Data tidak menyokong penaaakulan anggapan yang kadangkala membawakan pandangan bahawa tumbuhan pada substrat masin tercedera kerana osmotik yang tinggi kepekatan substrat t'he dan had yang berbangkit dalam kadar pengambilan air.

Kurang air yang hilang melalui transpirasi dan penyejatan, per unit bahan kering yang dihasilkan, daripada kultur 50 klorida dan 50 sulfat daripada dari katil kawalan. Keperluan air bagi 150-requirements 150-klorida dan loji 250 sulfat melebihi kawalan. The keputusan menunjukkan kesimpulan # lik bahwa keperluan air tumbuhan tumbuh di tanah masin takhirnya lebih rendah daripada tumbuh-tumbuhan di tanah bukan masin tetapi kesan ini mungkin lebih daripada mengimbangi apabila pertumbuhan berkurangan menyebabkan pendedahan berlebihan tumbuhan kepada cahaya dan angin.

Tiada reput hujung bunga tomato 80es di katil kawalan es manakala 34 pratus daripada buah-buahan dan 150- dan 150-klorida katil dan 78 pratus dalam katil 150 sulfat adalah a, affectca. Tumbuhan air yang tidak menguntungkan disebabkan kepekatan osmotik yang tinggi dalam larutan t'he arka didiskaun sebagai punca yang mungkin, dan sapeperahan kaitan dengan kalsium dan magnesium pengumpulan ditunjukkan.

Empat rxcpriments rumah hijau telah dijalankan pada jagung dan tomato ditanam dalam kultur air dengan campuran kalsium, magnesium, dan natrium klorida dan kecerapan, 11 garam sulfat campuran. Kepekatan klorida dan sulfat beberapa milliequivalents manakala jagung. Toma t'ocs menujukan bersambutan maksimum dengan 10 milliequivalents klorida dan dengan 5 milliequivalents sulfat. Keluk pertumbuhan kemurungan chloride

kedua-dua tumbuhan dalam kedua-dua garam klorida dan sulfat cenderung menjadi rata keluar apabila kepekatan meningkat, menunjukkan tahap yang lebih tinggi daripada ketoksikan setiap unit garam dalam kepekatan rendah berbanding tinggi kepekatan. Keputusan yang sama diperolehi dalam eksperimen dengan gandum dalam kultur air yang ditambahkan natrium klorida. Dalam meningkatkan kepekatan garam klorida dan sulfat sepanjang julat kepekatan yang lebih tinggi mengurangkan keperluan air dan meningkat, berat akar berbanding dengan berat keseluruhan tumbuhan.

Pengesanan bukti kesan berfaedah kepekatan rendah ion klorida ke atas pertumbuhan tomato seperti yang diperhatikan dalam eksperimen kultur air diperolehi dalam kultur pasir. Toma jari kaki dan kapas menghasilkan pertumbuhan masing-masing 35 dan 81 peratus lebih pada asas berat hijau dengan 3 milikuivalen klorida (106.5 ppm) dalam larutan nutrien daripada dengan surih klorida.

Istilah "kepekatan kritikal," "had toleransi," dan "nilai ambang," tidak jarang muncul dalam toleransi garam sastera. Istilah ini, yang dipinjam daripada biologi lain medan, nampaknya tidak sesuai dengan penerangan tentang respons tumbuhan kepada garam klorida dan sulfat. Tiada tindak balas tumbuhan atau titik pada lengkung kecederaan dalam mana-mana eksperimen yang mana-mana syarat ini terpakai. Had toleransi untuk mana-mana tumbuhan nampaknya merupakan konsep tidak ketara, kerana kemalaran berlaku perlahan-lahan dalam julat kepekatan, dan terutama pada hari-hari panas tumbuhan yang tumbuh dalam larutan garam mungkin mati dengan cepat.

## LITERATUR DIPETIK

- (1) AMIS, S. M. dan POWERS, W. L. W. 1938. GARAM TOLE RAN C 5-0- TUMBUHAN PADA SUNDARIUS. Tumbuhan Fisiol. 13: 767-789, illus.
- (2) BASLAVSKAJA, S. S. 1936. PENGARUH ION KLO RIDA TERHADAP KANDUNGAN KARBOHID D DALAM DAUN KENTANG. Fisiol Tumbuhan. 11: 863-871, illus.
- (3) BASLAVSKAYA, S., dan SYROESHKINA M 1936. PENGARUH ION KLO RIDA TERHADAP KANDUNGAN KLO RO CHLORO-DAUN PHYLLINTE ubi kentang. Fisiol Tumbuhan. 11: 149-157 illus.
- (4) BREAZEALE, J. F. 1927. ASTUDY OF THE TOXICITY OF SALINE THAT OCCUR IN LACK ALKALI TANAH. Ark. Agr. Expt. Sta. Tech. Bul. 14: 337-357, illus. illus.
- (5) CHAPMAN, HD dan LIEBIG, GEORGE F., JR. 1937. KESANNYAN PEL BAGAI PENUMPATAN NITRAT SELEPAS PERTUMBUHAN DAN KOMPOSISI BIJI OREN MANIS. Sains Tanah. Soc. Amer. Proc. 359-365, illus. illus.
- (6) COLLANDER, RUNAR. 1937. MENGENAI PILIHAN RAYA KATION DI LOJI TINGGI BERUK PFLANZEN. Paris C. Cell. Ber. 55: 748-811, illus.
- (7) EATON, FRANK M. 1927. KEPERLUAN AIR DAN KEPEKATAN SEL-SAP DARI AUSTRALIA SALTRUSH DAN GANDUM BERKAITAN DENGAN MASIN DARIPADA TANAH. Amer. Jour. Bot. 14: 212-226, illus.
- (8) ———— 1930. KESAN BORON TERHADAP CEPU BEDAK DAN JERAGAT BINTIK BARLI. Fitopatologi 20: 967-972, illus.
- (9) ———— 1931. RADAS BUDAYA PASIR E BESAR. Sains Tanah. 31: 235-242, illus.
- (10) ———— 1935. SALINITI AIR PENGAIRAN DAN KECEDERAAN PADA TUMBUHAN TANAMAN. Calif Citrog. 20: 302, 322-326, 334, 362-365, illus. illus.

- (11) G ARNER, WW, MCMURTRETT, C. M., FREDERICK, J. J., dan Moss, E. G., D., and E. F.  
1930. RILEY KEORIN DALAM PEMAKANAN DAN PERTUMBUHAN TUMBUHAN TEMBAKAU SERTA  
KESANNYA TERHADAP KUALITI DAUN TERAWAR. *ill.*  
Hari. Agr. RC. 40: 627-648, illus.
- (12) G REATHOUSE, GLENN A  
1938. CONDU CTIVITY - MEASUREMENTS OF TANAMAN SAPS. *Fisiologi Tumbuhan, Physiol.*  
33: 553-569, illus.
- (13) HARRIS, J. ARTHUR, GORTNER, RA, HOFFMAN A. T., WF, I, AWRENGBY, ED, CE, J.  
dan VALENTINE,  
1924. KEPEKATAN OSMOTIK, TIVITI PENGALIHAN ELEKTRIK TERTENTU, DAN KANDUNGAN KLORID  
FLTJIDS TISU TUMBUHAN PENUNJUK LEMBAH TOOEELE, UTAH. *Jour. Agr. Res.* 27: 893-924.  
893-924.
- (14) H ILGARD, EW  
1906. TANAH--- PEMBENTUKAN, SIFAT-SIFAT, KOYPOSISI, DAN HUBUNGANNYA Dengan IKLIM DAN  
PERTUMBUHAN TUMBUHAN DI WILAYAH LEMBANG GERANG. 593 hlm., illus. New York  
dan London. *ill.*
- (15) H OLAND, DR. dan BROYER, T. c. T. C.  
1936. SIFAT UMUM PROSES PENGUMPULAN GARAM OLEH AKAR, ITH PENERANGAN KAEDAH  
EKSPERIMEN. *Fisiol Tumbuhan.* 11: 471-507, illus.  
*ill.*
- (16) L ILL, JG, BY-LL, S., BUCHHEIST, LA and Hurst,  
1938. KESAN APLIKASI GARAM BIASA TERHADAP HASIL DAN KUALITI STIC:AR BEETS DAN ATAS  
composmoiv ABU. Amer. Soc. Agron. Jour. 30: 97-106. *COMPOSITION*
- (17) LIPMAN, CB, I-AVIS, A dan WEST, ES  
1926. CE TOLERAN TUMBUHAN UNTUK NACL. *Sains Tanah.* 22: 303-322, illus. *illus.*
- (18) LOMANTZ, S.  
1924. PENGARUH SODIUM KLORIDA IPON ALFALFA TUMBUH DUPON *GROWN*  
PENYELESAIAN. *Quart. Res. Sains Tanah.* 18: 353-369, *saktus.*
- (19) LOUGHRIDGE, R. E.H.  
1901. T O LERAN CE O F A L K ALI OLEH PELBAGAI BUDAYA. *Calif. Agr. Expt. Calif. Expt.*  
Sta. Bul. 113, 43 ms., illus. *illus.*
- (20) MCGOON, autl WELDON dan WELDON, D.  
1928. KESAN JENIS TANAH DAN PEMBAJAJAN TERHADAP KOMPOSISI GRATIS TUMBUHAN. *AMERICAN*  
Sot. Agron. Jour. 20: 778-792, illus. *Soc. Agron. Jour.*
- (21) MASEWAMA,  
1936. MENGENAI SOALAN KLOROFEN TUMBUHAN. *Phytol. Bot. Tai c. Il.* Bodenk. u.  
Phytol. Bot. Tai c. Il.
- (22) MEXIDANAY,  
1929. LOJI BERHUBUNGAN Dengan AIR; KAJIAN ASAS FISILOGI RINTANGAN DRO U G HT.  
Terjemahan % glish yang dibenarkan oleh RH Papp, 451 pp., illus. London. *English*  
Yapp, *illus.*
- (23) MUENSCHER, WALTER C.  
1922. KESAN TRANSPIRASI TERHADAP PENYERAPAN GARAM OLEH TUMBUHAN. *Amer. Jour. rept. 9:*  
311-329. 311-329.
- (24) SEDDITRAY F., dan MAGNUSON,  
1924. PENGKAJIAN ALKALI: I. TOLERANSI GANDUNG UNTUK ALKALI DI IDAHO  
TOMAH. *Sains Tanah.* 18: 449-464, illus. *illus.*
- (25) Magnoloh, EL PSON, H.  
1925. KAJIAN ALKALI: IV. TOLERANSI DATUNTUK ALKALI DALAM TANAH IDAHO.  
*Sains Tanah.* 20: 426-441, illus.
- (26) PHILLIS, E., dan MAGNUSON,  
1937. KEPEKATAN PELUANG DALAM V.4KUOLAR DAN SARK KROSTORLASM. CRYSTOPLASMIC  
Natt. 11: 370-372. 370-372.
- (27) PREVOT, P. dan STETSON, F. C.  
1936. CIRI-CIRI PENYERAPAN SISTEM AKAR BERKAITAN DENGAN MASALAH  
PENYERAPAN GARAM. *Fisiol Tumbuhan.* 11: 509-534, illus. *illus.*
- (28) ROHRERS, REI. REI.  
1937. HUBUNGAN KEPEKATAN GARAM NUTRIEN DENGAN KECIL *GROWTH*  
TOMATO DAN TERHADAP KEJADIAN REPUK AKHIR BLOSSOM OF THE  
BUAH-BUAHAN. *Fisiol Tumbuhan.* 12: 21-50, illus. *illus.*

- (29) [SHVINDENKOV, VG.] dan [SHVINDENKOV, VG.]  
 1934. [ KESAN D KATION BERBEZA Klorida DAN SU LFAAT PENYELESAIAN NUTRIEN TERHADAP PEMBANGUNAN TUMBUHAN.] [Moscow] VsesolQzn. Nauch. terpenvisesofuzn. Issled. Inst. Udobr. i Agrop. Gedroitsa, Proc. 3: 334-340, illus. [In Russian.]
- (30) [SHVINDENKOV, VG.]  
 1934. [ KESAN D KATION BERBEZA Klorida DAN SU LFAAT PENYELESAIAN NUTRIEN TERHADAP PEMBANGUNAN TUMBUHAN.] [Moscow] VsesolQzn. Nauch. terpenvisesofuzn. Issled. Inst. Udobr. i Agrop. Gedroitsa, Proc. 3: 40-66, illus. [Dalam bahasa Rusia.]
- (31) SOLOV'EV, P. V.  
 1938. KESAN GARAM NEUTRAL SODIUM DAN KALSIUM TERHADAP KARBON DAN NITROGEN TANAH. Jour. Agr. Dia. 57: 201-216. 201-216.
- (32) TOTTENHAM, W. E. E.  
 1919. KAJIAN AWAL PENGEMBANGAN Klorida TERHADAP TUKAR TUMBUHAN PERTANIAN TERTENTU. Amer. Sot. Agron. Hari. 11: 1-32. Soc.
- (33) TUREBEK, RANKIN, M. L. I.  
 1936. KAWASAN PERMUKAAN DALAMAN TERDEDAH DAUN DICOTYLEDON. Amer. Jour. Bot. 23: 255-264, illus. illus.
- (34) DARI ITALIA, TH. b.  
 1935. THEROLEOF SODIUM INTHE KATION-BALANCE OFFERENTRANTS. 3d Internat. Cong. Soil Sci. Trans. 1: 191-194.