

## Tørstofudbytte og næringsstoffoptagelse i tomat ved magnesiumtilførsel

Af BODIL FRIIS NIELSEN

I det i Tidsskr. f. Pl. side 403, 63. binds 3. hæfte omtalte forsøg i skifte III ved Statens plantepatologiske Forsøg, Lyngby, 1954 med sprøjtning og gødskning af tomater med magnesium blev der gennem vækstsæsonen og ved høst udtaget prøver af forskellige planteorganer til bestemmelse af indholdet af calcium, magnesium, kalium, kvælstof og fosfor. I det afplukkede vegetative materiale såvel som på hele materialet ved høst blev der foretaget tørstofbestemmelser, således at det totale tørstofudbytte og den samlede optagne mængde af hvert af de nævnte næringsstoffer kunne beregnes for hvert forsøgsled. Materialet fra de to fællesparceller blev almindeligvis blandet.

Analysearbejdet blev udført på Den kongelige Veterinær- og Landbohøjskole, Afdelingen for Landbrugets Jorddyrkning. De anvendte analysemetoder er beskrevet af Friis Nielsen (1955).

### *Forsøgsplan og udtagning af prøver til analyser*

Forsøgsplanen var:

- A. Ubehandlet
- B. 5 sprøjtninger med 5 pct. magnesiumsulfat fra den 12/6—4/8
- C. 5 sprøjtninger med 5 pct. magnesiumsulfat fra den 2/7—2/9
- E. 500 kg magnesiumsulfat/ha udbragt i 2 % opløsning.
- D. 1000 kg magnesiumsulfat/ha udbragt i 2 % opløsning.

Hvert forsøgsled omfattede 128 planter på 60 m<sup>2</sup>.

En oversigt over prøveudtagningerne er givet nedenstående.

Udtagning af planteprøver til tørstofbestemmelser og analyser

Dato	Udtaget planteorgan
29/6	Det 3.—4. blad fra neden fra hver plante i hvert forsøgsled.
2/8	Det 2. blad over 2. klase fra hver plante i hvert forsøgsled.
2/8	Topskud med eet udviklet blad fra hver plante i hvert forsøgsled.
31/8	Det 1. blad over 1. klase fra hver plante i hvert forsøgsled.
31/8	Det sidste blad under 4. klase fra hver plante i hvert forsøgsled.
31/8	Prøve af frugter plukket indtil denne dato.
22/9	Hele planten. Den vegetative høst sorteret i top (incl. øverste blade), stængler og blade.

Det høstede materiale blev hurtigst muligt vejret og findelt. Af de vegetative dele blev  $2 \times 100$  g tørret ved  $100^\circ \text{C}$  i 24 timer, det tørrede produkt blev malet på en Wiley mølle og opbevaret til senere analyse. Frugtprøverne blev behandlet i en Waring blender og tørret ved  $70^\circ \text{C}$  i 24 timer og dernæst ved  $80^\circ \text{C}$  i yderligere 24 timer i almindelig ventileret ovn. Det tørrede produkt blev ligeledes malet på en Wiley mølle.

## Resultater

### Tørstof

I tabel 1 ses gennemsnitsresultaterne af tørstofbestemmelserne.

Tabel 1. Tørstof i procent af friskvægtudbyttet

Forsøgsled	$29/6$	$31/8$	$22/9$	$2/8$	$31/8$	$2/8$	$22/9$		
	lavt siddende blade			højere siddende bl.		top	top	stængl.	frugt
								+ bl.	
A	12.75	23.50	35.00	11.66	15.46	14.81	12.91	14.06	5.99
B		14.76	17.73	11.93	12.64	14.79	12.66	13.90	5.89
C		15.77	18.41	12.05	12.56	14.59	13.03	12.92	5.89
E	12.51	13.63	18.52	12.00	12.70	14.37	12.85	12.90	6.01
D	12.51	13.84	19.33	12.24	12.84	14.42	12.98	13.31	5.97

Planterne i det ubehandlede forsøgsled A gik hurtigt af vækst, hvilket har givet sig udslag i høje tørstofprocenter. Man kan ligefrem af tørstofprocenterne følge planternes gradvise nedvisnen på grund af magnesiummanglen.

Det procentiske næringsstofindhold varierer stærkt i løbet af vækstsæsonen og i de forskellige plantedele. De følgende tabeller viser gennemsnitsresultater for parcellerne i hvert forsøgsled.

### Kalcium

Tomatblade indeholder store mængder af kalcium. I et karforsøg med jord fra en anden mark med magnesiummangel ved Statens plantepatologiske Forsøg, Lyngby, er der fundet helt op til 7,72 pct. i de nederste blade udtaget 1. juli (*Friis Nielsen, 1955*). Lig-

Tabel 2. Det procentiske indhold af calcium i tørstof i afgrødedele af tomatplanter

For- søgs- led	29/6 lavt	31/8 siddende bl.	22/9 bl.	2/8 højere sid- dende bl.	31/8 side	2/8 top	22/9 top + bl.	stængl.	frugt
A	4.68	5.05	4.22	2.40	1.88	0.62	1.20	2.80	0.16
B		6.08	4.49	3.07	2.66	0.57	1.07	2.45	0.17
C		5.64	4.12	2.92	2.60	0.57	1.21	2.80	0.17
E	5.15	5.76	4.28	2.83	2.34	0.65	0.96	2.36	0.20
D	5.20	5.76	4.42	2.87	2.51	0.65	1.14	2.28	0.21

nende høje værdier er fundet af *Beeson* et al. (1944) og *Thomas* og *Mack* (1941). Indholdet er langt højere i de nederste blade end i de øverste og i toppen, og indholdet synes at aftage gennem vækstperioden. Stigende magnesiumgødskning har i de fleste tilfælde bevirket stigende calciumindhold.

I modsætning til, hvad der gælder for bladene, er frugternes indhold af calcium kun ringe.

### Magnesium

Tabel 3. Det procentiske indhold af magnesium i tørstof i afgrødedele af tomatplanter

For- søgs- led	29/6 lavt	31/8 siddende	22/9 blade	2/8 højere sid- dende bl.	31/8 side	2/8 top	22/9 top + bl.	stængl.	frugt
A	0.85	0.21	0.25	0.43	0.15	0.22	0.20	0.21	0.15
E	0.60	0.57	0.35	0.60	0.18	0.18	0.32	0.20	0.13
D	0.86	0.62	0.42	0.57	0.21	0.19	0.28	0.21	0.14

Analyserne fra forsøgsled B og C er ikke taget med her, da rester af sprøjtevædske kan have forvansket resultaterne.

Magnesiummængden i de vegetative dele af tomatplanten er af en hel anden størrelsesorden end calciummængden. I frugterne derimod er forholdet Ca/Mg meget nær 1. Det procentiske magnesiumindhold er størst i de nederste og ældste blade i forhold til de øvre blade og toppen.

Magnesiumindholdet i procent af tørstof synes at aftage med tiden, ligesom tilfældet var med calcium.

Af interesse er det at se, hvordan magnesiumtilførsler giver sig udslag i denne magnesiummanglende afgrøde. Det viser sig da, at stigende magnesiumtilførsler i de fleste tilfælde har givet et stigende procentisk magnesiumindhold, men dette skulle ifølge *Steenbjerg* 1945 ikke være kendetegnet på en udpræget mangel, hvor det procentiske indhold først falder for derpå igen at stige ved stigende gødningstilførsel. En sådan gang i tallene er fundet for top, stængler og frugt, hvor den ugødede parcel har det største magnesiumindhold i procent af tørstof. Ved tilførsel af 500 kg magnesium/ha findes først et fald og ved 1000 kg/ha en stigning.

Selv om analysetallene ikke er helt overbevisende i dette tilfælde, hvor usikkerheden på magnesiumanalysen er ret stor, er tendensen i tallenes gang dog sikker på baggrund af litteraturen om emnet.

At stærk magnesiummangel, ligesom tilfældet er det ved mangel på andre stoffer som kvælstof, fosfor, kobber, mangan m. fl. (*Steenbjerg* 1943, *Jakobsen* 1952) kan bevirke, at plantens indhold af det pågældende næringsstof - - her magnesium - i procent af tørstof først falder for derpå at stige, målt i forhold til stigende udbytte, er omtalt af *Smit og Mulder* (1942), der har iagttaget, at i magnesiummanglende hvede og byg findes undertiden et større procentisk magnesiumindhold end i sunde planter. *Lutman og Walbridge* (1929), der arbejdede med japansk hirse, opdagede, at planter i næringsopløsninger med ringe magnesiumkoncentration indeholdt omkring 25 pct. mere magnesium end planter, der var velforsynet med dette stof, og *Blair et al.* (1939) har i tomatfrugter fundet et større procentisk magnesiumindhold i ikke-magnesiumgødede planter end i magnesiumgødede. I det før omtalte karforsøg med tomater i jord fra Lyngby fandtes den samme gang i tallene for frugternes vedkommende, og et arbejde af *Prince* (1951) peger ligeledes hen imod, at det er i frugter og forrådsorganer, at magnesiummangel skal søges. Ingen af de nævnte udenlandske forfattere har i de omtalte arbejder forsøgt at tyde de fundne resultater på samme måde som *Steenbjerg* (1943, 1945, 1950, 1952 og 1954). I adskillige tilfælde regnes der med rene analysefejl.

Der er intet mærkeligt i, at det procentiske indhold i planten, der jo er en funktion af såvel optaget næringsstof som produk-

tion, kan variere på den omtalte måde ved tilførsel af det manglende næringsstof. Af ligningen:

$$\text{optaget næringsstof i procent} = \frac{\text{optaget næringsstof} \times 100}{\text{stofproduktion}}$$

ses det let, at brøkens værdi er afhængig af, hvordan tæller og nævner »samarbejder«. Stiger nævneren relativt mere end tælleren, bliver brøken mindre, og omvendt. Ved afhjælpning af en stærk mangel kan stofproduktionen pr. optaget næringsstofenhed ved lave udbytteværdier stige forholdsvis stærkest, d.v.s. udbyttekurven (optaget mængde næringsstof som abscisse og udbytte som ordinat) vil i sit første forløb være konkav, og det procentiske indhold vil falde. Ved yderligere næringsstofftilførsel kan stofproduktionen pr. optaget næringsstofenhed være relativt aftagende, d. v. s. udbyttekurven vil blive konveks, og det procentiske næringsstofindhold vil stige. Hele den undersøgte del af udbyttekurven vil altså blive S-formet, samtidig med at det procentiske indhold falder og stiger.

Det gør ingenlunde tydingen af den kemiske planteanalyse lettere, at der ved vidt forskelligt udbyttensniveau kan findes samme procentiske næringsstofindhold i planten. Brugen af de såkaldte »kritiske grænser« d. v. s. optimale intervaller for det relative næringsstofindhold, bliver ganske illusorisk. Men et vigtigt fremskridt er det at klarlægge udbyttestørrelsernes betydning for tolkningen af planteanalysen, som det er gjort af *Steenbjerg* i de omtalte arbejder.

### Kalium

Tabel 4. Det procentiske indhold af kalium i tørstof i afgrødedele af tomatplanter

For-	<sup>29</sup> / <sub>6</sub>	<sup>31</sup> / <sub>8</sub>	<sup>22</sup> / <sub>9</sub>	<sup>2</sup> / <sub>8</sub>	<sup>31</sup> / <sub>8</sub>	<sup>2</sup> / <sub>8</sub>	<sup>22</sup> / <sub>9</sub>		
søgs-	lavt	siddende	blade	højere	sid-	top	top	stængl.	frugt
led				dende	bl.		+ bl.		
A	2.44	2.20	1.42	2.45	2.27	3.09	2.98	2.62	3.94
B		2.26	1.95	2.50	2.67	3.06	3.84	2.61	3.91
C		2.00	1.65	2.39	2.45	3.10	3.08	2.41	3.85
E	2.27	2.47	2.20	2.91	2.85	3.23	3.85	3.10	3.94
D	2.22	2.51	1.97	2.73	2.54	3.14	3.15	2.75	4.15

Magnesiumtilførsel har i de fleste tilfælde bevirket en stigning af det procentiske indhold af kalium, og det absolutte indhold

er steget meget stærkt, som det fremgår af tabellerne 7, 8 og 9. Den procentiske stigning er dog noget hæmmet ved den største magnesiumtilførsel, således som det fremgår af resultaterne i forsøgsled D i forhold til E.

Størrelsesordenen af det procentiske indhold af kalium er ikke særlig høj i forhold til data fundet i litteraturen. *Carolus* (1933) har således i markkultur med Marglobe fundet fra 1,78—3,36 pct. K i de nederste blade og fra 2,32—3,67 pct. i de øverste blade, i stængler fra 1,16—2,81 pct. og i frugter fra 4,04—4,90 pct. *Holmes et al* (1948) fandt i frugter helt op til 6,8 pct. K.

Tomatplanter er meget store kaliumforbrugere, hvilket også fremgår af tabellerne 7, 8 og 9. Mangler dette stof transporteres det fra de vegetative dele til frugterne under frugtsætning og modning. (*Wall* 1940, *Clarke* 1944, *Friis Nielsen* 1955) *Friis Nielsen* (1958) fandt i karforsøg helt ned til 0,26 pct. kalium i stængler og blade ved høst og fra 2,40—3,39 pct. i frugterne. Helt op til 96 pct. af det optagne kalium var fra de vegetative dele overført til frugterne.  $T_K$  i jorden var samtidig faldet fra 11 til 4.

I det foreliggende markforsøg er de vegetative dele derimod ikke blevet udtømt for kalium under frugternes vækst og modning, hvilket også gav sig synligt udslag ved, at planterne på høsttidspunktet bortset fra magnesiummangelsymptomer var frisk grønne og langt fra standset i udviklingen i modsætning til planterne i karforsøget, da disse blev høstede.

### Kvælstof

Tabel 5. Det procentiske indhold af kvælstof i tørstof i afgrødedele af tomatplanter

For-	<sup>29/6</sup>	<sup>31/8</sup>	<sup>22/9</sup>	<sup>2/8</sup>	<sup>31/8</sup>	<sup>2/8</sup>	<sup>22/9</sup>		
søgs-	lavt siddende bl.			højere sid-		top	top	stængl.	frugt
led				dende bl.			+ bl.		
A	2.87	2.86	2.94	3.17	3.23	4.62	3.92	1.66	2.95
B		2.39	2.32	2.98	3.10	4.26	3.80	1.61	2.91
C		2.43	2.50	3.10	3.24	4.27	3.76	1.50	2.85
E	3.36	2.42	2.65	3.05	3.00	4.21	3.37	1.69	2.85
D	3.33	2.38	2.47	3.02	3.10	4.15	3.34	1.67	2.87

Der er næppe tvivl om, at planterne har været rigeligt forsynet med kvælstof under hele vækstperioden. Tallenes størrelsesorden er i overensstemmelse med opgivelser i litteraturen, *Carolus* (1933) og *Holmes et al.* (1948). I karforsøget med jord fra Lyngby blev fundet et stort fald i det procentiske indhold i løbet af vækstperioden, idet blade og stængler blev tømt for kvælstof til fordel for frugterne, men dog ikke så udtalt som for kaliums vedkommende.

I det hele taget er der mange lighedspunkter med kalium. Indholdet af begge stoffer tiltager mod toppen modsat calcium og magnesium, og indholdet i frugter er stort — også modsat calcium og magnesium.

Magnesiumtilførsel har nedsat det procentiske indhold af kvælstof i plantevævet på alle tidspunkter undtagen den 29/6 og i stænglerne. Tabellerne 7, 8 og 9 viser en meget stærk stigning i det absolutte indhold af kvælstof ved magnesiumtilførsel, således som det også var tilfældet for kaliums vedkommende.

### *Fosfor*

Tabel 6. Det procentiske indhold af fosfor i tørstof i afgrødedele af tomatplanter

For- søgs- led	29/6 lavt	31/8 siddende	22/9 bl.	2/8 højere	31/8 sid- dende	2/8 top	22/9 stængl. + bl.	frugt	
A	0.33	0.30	0.34	0.34	0.28	0.57	0.40	0.25	0.50
B		0.28	0.28	0.33	0.27	0.57	0.36	0.24	0.49
C		0.28	0.29	0.34	0.28	0.57	0.36	0.23	0.46
E	0.33	0.26	0.30	0.35	0.33	0.57	0.40	0.30	0.50
D	0.30	0.26	0.27	0.34	0.28	0.55	0.34	0.24	0.49

Forsøgsbehandlingerne har ikke givet store udslag i det procentiske indhold af fosfor, men den absolutte optagne mængde er steget stærkt, som det fremgår af tabellerne 7, 8 og 9. Det procentiske indhold viser faldende tendens for magnesiumtilførsel. Tidsmæssigt er der ikke store variationer. Topskud og frugter har størst indhold.

### *Tørstofudbytte og næringsstofoptagelse*

I tabel 7 findes total tørstofudbytte pr. 60 m<sup>2</sup> omfattende såvel afplukkede vegetative dele fra vækstperioden som frugter og vegetative dele ved den endelige høst den 22/9 1954. Ud fra analysetallene er dernæst de samlede optagne næringsstofmængder beregnet, og endelig er herudfra det gennemsnitlige indhold af det pågældende næringsstof beregnet i procent af tørstof.

Tabel 7. Udbyttetotal for tørstof og indholdet af forskellige næringsstoffer pr. 60 m<sup>2</sup> samt det procentiske indhold i tørstoffet af næringsstofferne. Total høst

Forsøgsled	Tørstof g	Kalcium		Magnesium		Kalium		Kvælstof		Fosfor	
		g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
A	5400	100	1.85	12	0.22	167	3.09	148	2.74	22	0.40
B	9500	168	1.77	23	0.24	300	3.16	244	2.57	37	0.38
C	9400	145	1.54	28	0.30	290	3.09	240	2.55	35	0.38
E	10000	177	1.77	24	0.24	335	3.35	264	2.64	40	0.40
D	10900	190	1.74	28	0.25	363	3.33	285	2.61	42	0.38

Ud fra tallene i tabel 7 kan det endvidere beregnes, at der er optaget

fra 16,6—31,6 kg kalcium/ha  
 » 2 — 4,6 » magnesium/ha  
 » 28 —60,5 » kalium/ha  
 » 24,6—47,5 » kvælstof/ha  
 og » 3,6— 7,0 » fosfor/ha,

samtidig med, at tørstofproduktionen pr. ha er steget fra 900 kg til 1800 kg.

I tabellerne 8 og 9 er de til tabel 7 svarende tal beregnet for frugter og vegetative dele hver for sig ved høst den 22/9 1954. De afplukkede plantedele er ikke taget med her.

Tabel 8. Udbyttetotal for tørstof og indholdet af forskellige næringsstoffer pr. 60 m<sup>2</sup> samt det procentiske indhold i tørstoffet af næringsstofferne. Frugter

Forsøgsled	Tørstof g	Kalcium		Magnesium		Kalium		Kvælstof		Fosfor	
		g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
A	2500	3.9	0.16	3.9	0.16	101	4.00	74	2.96	13	0.50
B	4630	8.1	0.18	7.0	0.15	182	3.98	135	2.92	23	0.50
C	5040	8.1	0.16	6.8	0.14	194	3.85	143	2.84	24	0.47
E	4830	9.6	0.20	6.3	0.13	190	3.98	137	2.84	24	0.49
D	5500	11.6	0.21	7.5	0.14	229	4.16	158	2.87	27	0.49



Tabel 9. Udbyttetal for tørstof og indholdet af forskellige næringsstoffer pr. 60 m<sup>2</sup> samt det procentiske indhold i tørstoffet af næringsstofferne. Vegetative dele ved høst 22/9 1954

Forsøgsled	Tørstof g	Kalcium		Magnesium		Kalium		Kvælstof		Fosfor	
		g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
A	2130	69	3.24	5.0	0.23	47	2.20	49	2.30	6.2	0.29
B	4120	131	3.18	10.7	0.26	99	2.40	87	2.11	11.0	0.27
C	3600	111	3.08	15.9	0.44	78	2.17	75	2.08	9.5	0.26
E	4180	125	2.99	11.4	0.27	116	2.78	95	2.27	13.0	0.31
D	4380	138	3.15	13.2	0.30	107	2.44	96	2.19	11.5	0.28

## DISKUSSION OG KONKLUSION

Sammenholdes analyseresultaterne, ses det, at det procentiske indhold af et vist næringsstof varierer med 1) planteorganet, 2) udviklingstrinnet og 3) forsøgsbehandlingen. Direkte sammenligninger mellem resultater opnået fra forskellig side kan derfor let føre til ganske modstridende slutninger. På baggrund heraf kan det ikke undre, at opgivelser i litteraturen ikke er samstemmende. Opgives analyseresultater i procent af tørstof, er det nødvendigt, at der samtidigt gives oplysninger om planteart og -sort, planteorgan og plantens udviklingstrin samt om de dyrkningsmæssige forhold, hvis det overhovedet skal være muligt at anstille sammenligninger.

Det er interessant at se i tabel 7, hvor ringe indflydelse de dyrkningsmæssige forhold tilsyneladende har øvet på de beregnede gennemsnitsprocenter, hvor hele planten er inddraget. Der er næsten ingen gang i disse tal til trods for de stærkt stigende tørstofudbytter for magnesiumgødskningen. Den totale næringsstofoptagelse af samtlige næringsstoffer har åbenbart holdt trit med tørstofproduktionen. Man plejer ellers ofte at finde aftagende procenter for de næringsstoffer, der ikke er tilført, når stigende mængder af det tilførte næringsstof giver merudbytter, hvilket er ensbetydende med, at næringsstofoptagelsen »kommer bagefter« tørstofproduktionen. For kalcium og kvælstof er tendensen der, men for kaliums vedkommende er det bemærkelsesværdigt, at magnesiumtilførslen så langt fra at hæmme tilsyneladende har haft en stærk positiv virkning på optagelsen. Denne kulminerer dog ved den lille tilførsel. I D er den relative meroptagelse for nedadgående.

Der er i litteraturen meget delte meninger om kaliums, calciums og magnesiums indbyrdes indvirkning på hinanden, og meget ofte ser man den anskuelse hævdet, at tilførsel af det ene næringsstof virker hæmmende på optagelsen af det andet. Men en bedømmelse ud fra det procentiske indhold alene er ikke tilstrækkelig, idet en kraftig udbyttetigning som følge af tilførsel af et næringsstof – som allerede omtalt – i sig selv kan bevirke en

### Udbytte i kg tørstof

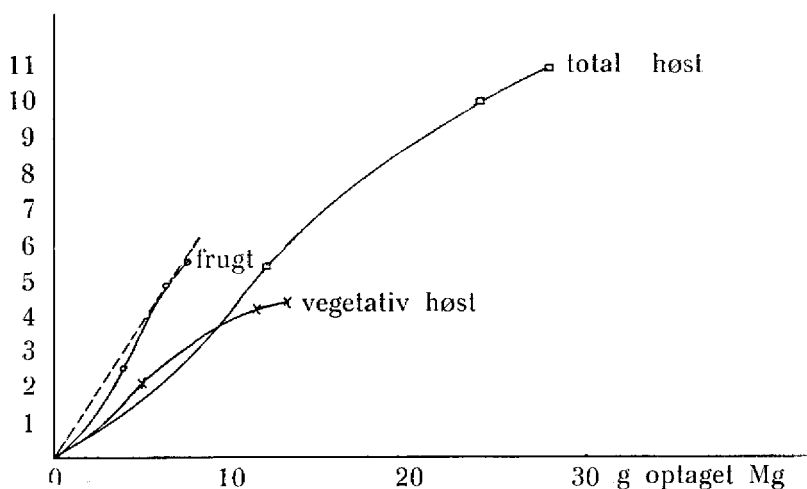


Fig. 1. Tørstofudbytte og magnesiumindhold i tomatplanter fra 60m<sup>2</sup>

nedgang i det procentiske indhold af en lang række af de øvrige, ikke tilførte, næringsstoffer, simpelthen ved en »fortyndingsproces« i det kraftigt voksende plantevæv – næringsstofoptagelsen kan ikke vinde med.

I tabellerne 8 og 9 kommer de store forskelle mellem frugter og vegetative dele frem. Hvad frugterne angår (tabel 8), er gangen i tallene for det procentiske indhold af magnesium af særlig interesse. Her har magnesiumtilførslen på 500 kg/ha bevirket et fald, mens 1000 kg/ha får det procentiske indhold til igen at stige. Er analyse og udbyttmålinger rigtige, betyder det, at den tilsvarende udbyttekurve er S-formet. Ved en betragtning af udbyttekurverne i fig. 1, hvor tørstofudbyttet i kg er afbildet som

funktion af optaget magnesium i gram, ses det S-formede forløb tydeligt for frugtudbyttets vedkommende. Et stykke nedenfor røringspunktet af en tangent til kurven fra koordinatsystemets nulpunkt findes den konkave del af kurven, hvor udbyttetilvæksterne er stigende. (Det bemærkes, at kurvens vendepunkt ligger lavere end røringspunktet, og at kurvestykket mellem røringspunktet og vendepunktet er konvekst). I selve røringspunktet har det procentiske indhold af magnesium sin laveste værdi. Også udbyttekurven for total høst er S-formet, som det tydeligt fremgår ved interpolation til nulpunktet, men tangentens røringspunkt kan ikke fastlægges på grundlag af forsøgsresultaterne. For de vegetative deles vedkommende er S-formen vanskeligere at konstatere.

En verifikation af planteanalysen kræver flere data til fastlæggelse af udbyttekurvens form end der var til rådighed i dette arbejde. De fundne resultater er imidlertid i overensstemmelse med resultater i den nævnte litteratur af Steenbjerg.

Om de optagne absolutte mængder kan det siges, at tomatplanten er storforbruger af kalium, kvælstof og kalcium. For de to første stoffers vedkommende findes de største kvanta i frugterne, mens kalcium i langt overvejende grad er at finde i de vegetative dele. Ligeledes vil det ses, at magnesiumtilførsel både i form af sprøjtning og almindelig gødskning i betydelig grad har øget planternes behov for og udnyttelse af alle de øvrige næringsstoffer.

## RESUMÉ

I et gødsknings- og sprøjtningforsøg med magnesium til tomat i skifte III ved Statens plantepatologiske Forsøg, Lyngby, sommeren 1954, blev der udtaget planteprøver af forskellige planteorganer til forskellige tider til tørstofbestemmelser og analyser for kalcium, magnesium, kalium, kvælstof og fosfor. Resultaterne af disse analyser er fremført i tabellerne 1—6, mens tabellerne 7—9 indeholder beregninger over total tørstofproduktion og samlet optagelse af hver af de nævnte næringsstoffer. Arbejdet, der sammen med resultater fra et karforsøg med tomat er tænkt som et led i verifikationen af den kemiske planteanalyse, synes at vise at magnesiummanglen kom til syne i frug-

terne gennem fald fulgt af en stigning i magnesiumprocenten efter tilførsel af dette stof. Dette er ensbetydende med, at der er arbejdet i et interval af udbyttekurven, hvor udbyttetilvæksterne er stigende, og hvor kurven derfor er konkav. (Udbyttekurvens abscisse er, »optaget magnesium« i gram).

Det er forfatteren magtpåliggende at rette en tak til de mange, der har gjort det muligt at udføre det foreliggende arbejde. På Landbohøjskolens afdeling for Landbrugets Jorddyrkning, hvor analysearbejdet er udført, har jeg nydt godt af en udstrakt gæstevenslighed og er professor *F. Steenbjerg* stor tak skyldig for inspirerende vejledning. Ligeledes har gæstfrihed og hjælp været stor ved Statens plantepatologiske Forsøg i Lyngby, hvor jeg er forstander *E. Gram* og plantepatolog *Anna Weber* taknemmelig for gode arbejdsmuligheder. Endvidere takkes Statens almindelige Videnskabsfond for midler til arbejdets udførelse og lic. agro. *A. Andersen* samt lic. agro. *Erik Poulsen* for bistand ved udførelsen af analyser.

#### SUMMARY

Tomato plants in a magnesium deficient soil at Statens plantepatologiske Forsøg, Lyngby were treated with magnesium partly applied to the soil and partly applied by spraying the leaves during the growth period.

Samples of different plant organs were collected at specified times for determinations of percentage of dry matter and content of calcium, magnesium, potassium, nitrogen and phosphorus. The results of these analyses are to be found in the tables 1—6 in which the symbols A—D mean:

- A. Untreated.
- B. 5 sprayings with 5 per cent magnesium sulphate from 12/6-4/8.
- C. 5 sprayings with 5 per cent magnesium sulphate from 2/7-2/9.
- E. 500 kilos magnesium sulphate per ha added to the soil in spring.
- D. 1000 kilos magnesium sulphate per ha added to the soil in spring.

From these determinations and from yields of fresh material total production of dry matter and total uptake of the above mentioned nutrients are determined. In tables 7—9 are given total yield, yield of fruits and yield of vegetative plants organs per 60 m<sup>2</sup>.

As often found in the literature, the amounts of a nutrient in the plant mainly depend on 1) plant organ, 2) state of development and 3) fertilizer treatment. By interpretation of the chemical plant analysis the elimination of errors caused by 1) and 2) are simple, whereas

the influence of 3) has proved to be more complicated. It is evident, that the true interpretation wholly depends on the shape and the position of the yield curve in the coordinate system where the ordinate is the yield in dry matter and the abscissa is the absorbed amount of the nutrient in question.

In the present work an increasing supply of magnesium sulphate (0, 500 and 1000 kilos per ha) resulted in increasing yields of dry matter while the corresponding content of this nutrient in percentage of dry matter of the fruits first decreased and then increased. (Table 8). The above mentioned yield curve representing these results must be sigmoid as shown in fig. 1 where the zero point in the system is definitely fixed and can be used for interpolations (*Steenbjerg* 1954). Doing this not only the yield curve of the fruits will be sigmoid, but this will also be the case when the yield curves representing vegetative production and total yield are considered.

It is found that the tomato plant uses relatively large amounts of potassium, nitrogen and calcium. Potassium and nitrogen are especially to be found in the fruits, while calcium to the largest extent is to be found in the vegetative parts of the plant.

It has been recorded that magnesium applied to the soil as well as applied by spraying the plants, has to a great extent increased the demand for and utilization of the other nutrients in question.

#### L I T T E R A T U R

- Beeson, K. C., Lyon, C. B., Barrentine, M. W.* Ionic absorption by tomato plants as correlated with variations in the composition of the nutrient medium. *Plant Physiol.* 19. 258—277. 1944.
- Blair, A. W., Prince, A. L., Ensminger, L. E.* Effect of applications of magnesium on crop yields and on the percentages of calcium and magnesium oxides in the plant material. *Soil Sci.* 48. 59—74. 1939.
- Carolus, R. L.* Tomato fertilization. II. The effect of different fertilizer ratios on the chemical composition of tomatoes. *Virginia Truck Exp. Sta. Bull.* 81. 1085—1117. 1933.
- Clarke, E. J.* Studies on tomato nutrition I. The effect of varying concentrations of potassium on the growth and yields of tomato plants. *Dep. Agric. Eire. Jour.* 41.53—81. 1944.
- Holmes, A. D., Smith, C., Tyson, Rogers, C., Lachman, W. H.* Effect of different mulches upon the nutritive value of tomatoes. *Soil Sci.* 65. 471—475. 1948.
- Jakobsen, S. T.* Om den S-formede udbyttekurves betydning for vurderingen af den kemiske planteanalyse. *Horticultura* 6.12—15. 1952.
- Lutman, B. F., Walbridge, N. L.* The role of magnesium in the aging of plants. *Vermont Agr. Exp. Sta. Bull.* 296. 1—48. 1929.
- Nielsen, B. Friis,* Karforsøg til belysning af udbytter og næringsstofoptagelse i tomat ved varierende gødskning med særligt henblik på magnesium. Hovedopgave ved specialkursus 1955. Landbohøjskolens bibliotek.

- Nielsen, B. Friis.* Mineralstoffer i tomatplanten. Horticultura. 183—189, 1958.
- Prince, Allan B.* Magnesium economy in the coastal plain soils of New Jersey. Soil Sci. 71. 91—98. 1951.
- Smit, Jan, Mulder, E. G.* Magnesium deficiency as the cause of injury in cereals. Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool. 46. Verhandeling 3. 1—43. 1942.
- Steenbjerg, F.* Kobber i jord og planter. II. Undersøgelser over kobbermineralers gødningsværdi. Tidssk. Planteavl. 47. 557—599. 1943.
- Steenbjerg, F.* Om kemiske planteanalyser og deres anvendelse. Tidssk. Planteavl. 49. 158—174. 1945.
- Steenbjerg, F.* On the relative contents of plant nutrients in crops. Transact. Fourth Int. Congress of Soil Sci. Vol. I. 254—258. Amsterdam 1950.
- Steenbjerg, F.* Verification of chemical soil and plant analysis: General considerations. Int. Soc. Soil Sci. Transact. of the joint meeting of Com. II and Com. IV. I. 309—322. Dublin 1952.
- Steenbjerg, F.* Manuring, plant production and the chemical composition of the plant. Plant and Soil. 5. 226—242. 1954.
- Thomas, W., Mack, Warren B.* A foliar diagnosis study of greenhouse tomato plants showing symptoms of streak disease. Proc. Amer. Soc. hort. Sci. 39. 319—328. 1941.
- Wall, M. E.* The role of potassium in plants: II. Effect of varying amounts of potassium on the growth status and metabolism of tomato plants. Soil Sci. 49. 315—331. 1940.