

cb

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A

2

S

74

236

STATION VOOR DE GROENTEN- EN FRUITTEELT ONDER GLAS TE NAALDWIJK.

BIBLIOTHEEK

Proefstation voor de Groenten- en
Fruittelt onder Glas te Naaldwijk.

De colorimetrische bepaling van
ammoniak met indofenolblauw.

door:

W.H. v. Solingen - v.d. Berg

P.A. van Dijk.

Naaldwijk, februari 1974.

27 35001

A
2
S
74

2116 + 25 10

Stamboek nr. 6142

De colorimetrische bepaling van ammoniak met indophenolblauw.

Inhoud: Inleiding
Principe
Onderzoek: Toepassing voorschrift
 Nauwkeurigheid
 Stabiliteit van de kleur
 Absorptiespektrum
Conclusie
Samenvatting
Literatuur
Figuur I t/m IV
Bijlage I t/m III

W.H. v. Solingen - v.d. Berg
P.A. van Dijk
februari 1974.

Inleiding

Voor het routine-grondonderzoek wordt de N-bepaling uitgevoerd door destillatie. Het is de bedoeling deze tijdrovende destillatie te vervangen door NO_3 -bepaling gecombineerd met een NH_4 -bepaling.

Een bevredigende bepaling voor NO_3 is reeds gevonden, zodat nog gezocht wordt naar een goede en snelle NH_4 -bepaling.

We hebben reeds een NH_4 -bepaling in gebruik voor het bijzondere onderzoek.

Deze bepaling geschiedt door middel van destillatie (Bijlage I).

Onze voorkeur voor een NH_4 -bepaling voor het routinelaboratorium gaat echter uit naar een colorimetrische methode, omdat de automatisering van onze colorimetrische bepalingen in een vergevorderd stadium gekomen is.

Voor het laboratorium voor landbouwscheikunde te Wageningen hebben wij een voorschrift ontvangen van een colorimetrische NH_4 -bepaling (Novozamsky & van Eck).

Deze methode voldoet volgens de gebruikers goed. Een onderzoek naar toepassing van deze methode lijkt dan ook gerechtvaardigd.

Principe

Ammonia vormt met fenol en hypochloriet in sterk basisch milieu het blauwe indophenolcomplex.

Natrium nitroprusside is katalysator en verhoogt de gevoeligheid van de bepaling.

Na_2EDTA gaat storing tegen.

Onderzoek

Toepassing voorschrift

Allereerst werd een standaardlijn, bereid van NH_4Cl , volgens het voorschrift van Novozamsky & van Eck gemeten. Er werd echter niet zoals in voornoemd voorschrift aan de standaardoplossing zuur toegevoegd.

Waarschijnlijk wordt deze toevoeging in Wageningen verricht, omdat de te bepalen destuaten ook zuur bevatten.

Omdat dit bij onze monsters niet het geval is, werd de zuurtoevoeging achterwege gelaten.

De ijkcurve was recht, zie Fig. I

Tevens werden op dezelfde manier enkele monsters bepaald. De verkregen resultaten werden vergeleken met de cijfers verkregen bij NH_4 -bepaling door middel van destillatie met MgO . De cijfers kwamen vrij

goed met elkaar overeen (zie Tabel I).

B.M. Lab.nr.	mval NH ₄ /ltr.		Tabel I
	colorimetrisch	destillatie	
21546	0.06	0.00	Vergelijking colorimetrische methode en destillatiemethode.
21547	0.00	0.00	
21548	0.00	0.01	
21549	2.98	2.85	
21550	0.03	0.10	
21551	3.50	3.56	
21552	0.00	0.01	
21553	1.87	1.76	
21554	0.02	0.03	
21555	0.17	0.16	
21811	0.14	0.09	
21812	3.02	2.81	

Het grote nadeel van deze NH₄-bepaling is de giftigheid van het fenol. Bij bovengenoemde methode is de fenolconcentratie in de te meten oplossing ca. 0.25 %.

In Veiligheid en Chemie (Pieters, 1955) wordt een maximaal toelaatbare concentratie voor de achturige werkdag van fenolgasen en -dampen gegeven van 19 mg/m³. Genoemd boek geeft tevens aan, dat fenol een schadelijke werking uitoefent op het centrale zenuwstelsel, gevolgd door aandoening van verscheidene organen. Aanraking met fenol van de huid kan brandwonden veroorzaken.

Bij gebruik van ons verdoorgevoerd routinesysteem hoeft alleen nog maar het monster gepipetteerd te worden en de oplossingen bereid. Toevoeging van het reagens en meting geschiedt automatisch met behulp van de Escargot.

Wanneer de Escargot in een zuurkast geplaatst kan worden met voldoende afzuiging, de benodigde oplossingen in een zuurkast gemaakt worden en een oplossing gevonden wordt voor lozing van de resten, zal de methode voor het routinelaboratorium aanvaardbaar zijn.

Omdat het op het researchlaboratorium, waar het onderzoek naar toepassing van deze methode is verricht, onmogelijk is om in een zuurkast te meten, is het onderzoek op zeer beperkte schaal uitgevoerd.

De standaardlijn werd nu aangepast aan het grondonderzoek en staat in mval NH₄/ltr. Hiervan was 4 mval NH₄/ltr. iets boven E = 1. De ijkcurve was recht. (Zie Fig. IIa).

Een werkvoorschrift werd opgesteld, dat behalve de aanpassing van de standaardlijn, geheel analoog is aan het voorschrift van Novozamsky & van Eck. (Bijlage II).

Het werkvoorschrift is opgenomen in Bijlage III.

Volgens dit voorschrift werden nu ca. 30 monsters bepaald en vergeleken met de destillatiemethode. De resultaten waren redelijk en staan vermeld in Tabel II. De metingen werden in enkelvoud uitgevoerd.

Monsternr.	mval NH_4 /ltr.	
	colorimetrisch	destillatie
1	0.52	0.63
2	0.13	0.17
3	0.09	0.11
4	0.56	0.66
5	0.54	0.74
6	0.37	0.22
7	0.09	0.15
8	0.14	0.16
9	0.06	0.14
10	0.58	0.71
11	0.13	0.14
12	0.62	0.71
13	0.11	0.11
14	0.15	0.12
15	0.39	0.45
16	0.70	0.54
17	0.67	0.51
18	0.57	0.49
19	0.30	0.15
20	0.61	0.53
21	0.26	0.08
22	0.22	0.01
23	0.56	0.43
24	0.61	0.15
25	0.24	0.10
26	0.56	0.42
27	0.53	0.36
28	0.50	0.38
29	0.60	0.48
30	0.26	0.13

Tabel II

Vergelijking colorimetrische methode en destillatiemethode.

Blijkt het in de praktijk, dat veel monsters meer dan 4 mval NH_4 /ltr. bevatten, dan is het mogelijk een standaardlijn met hogere gehalten te gebruiken.

De gevoeligheid van de bepaling kan dan teruggebracht worden door het natriumhypochloriet minder sterk te verdunnen. Wanneer in plaats van de voorgeschreven verdunning van $1:1\frac{1}{2}$, een verdunning van $1:1$ gebruikt wordt, bereikt 4 mval NH_4 /ltr. een extinctie van ca. 0.7 (Zie Fig. IIb).

In de literatuur (Weatherburn, 1967) werd gesproken van afname van absorptie, wanneer tussen de toevoeging van beide reagentia enkele minuten verliep. Omdat dit bij gebruik van de bepaling wel zou kunnen voorkomen, werden standaardlijnen bepaald, waarbij het 2^{e} reagens zo snel mogelijk, na 10 minuten en na een half uur toegevoegd werd. Er werd echter geen daling in absorptie waargenomen.

In het voorschrift van Novozamsky & van Eck werd voorgeschreven, dat nieuw natriumhypochloriet eerst gesteld moet worden op actief chloorgehalte.

Aangezien tijdens het onderzoek viermaal nieuw natriumhypochloriet gesteld werd, waarvan de gehalten niet verder uiteenliepen dan 0.2 %, zodat geen andere dan de gebruikte $1:1\frac{1}{2}$ verdunning noodzakelijk was, werd het onnodig geacht nieuw natriumhypochloriet vooraf te stellen. Slechts wanneer blijkt bij de uitvoering van de colorimetrische bepaling, dat het NaClO -gehalte sterk afwijkt, zal het NaClO gesteld moeten worden.

Daarom is in het voorschrift een methode voor dit stellen opgenomen.

Nauwkeurigheid

Met de titrimetrische bepaling is een nauwkeurigheid te bereiken van 0.05 ml. (1 druppel) x 0.4 (bij 25 ml. extract) = 0.02 mval NH_4 /ltr. Bij de colorimetrische bepaling kan met de Zeiss spektrofotometer een nauwkeurigheid bereikt worden van \pm 0.005 extinctie, hetgeen overeenkomt met een nauwkeurigheid in gehalte van 0.02 mval NH_4 /ltr. (Fig. III) Op het routinelaboratorium is met de aldaar gebruikte vitatron eveneens een nauwkeurigheid te bereiken van \pm 0.005 extinctie. Met de misschien wat kleinere gevoeligheid van de vitatron (interferentiefilter) zal toch zeker een nauwkeurigheid bereikt worden van 0.1 mg NH_4 /ltr, hetgeen voor het beoogde doel voldoende is. Omdat alle bepalingen in enkelvoud werden uitgevoerd kon de duplicerbaarheid van de methode niet berekend worden.

Vanwege het geringe aantal cijfers werd ook het verband tussen de colorimetrische en de destillatiemethode niet berekend.

Stabiliteit van de kleur

Na 1 uur bleek de kleur van de oplossing al redelijk stabiel te zijn. Na 4 en 6 uur was de kleur nog stabiel. Na één nacht overstaan was de absorptie iets teruggelopen.

Absorptiespektrum

Absorptiemetingen zijn verricht met de standaarden 1, 2, 3 mval NH_4 /ltr. (Fig IV en Tabel III).

Het golflengtegebied waarin de metingen zijn verricht is 550 - 750 nm. Er zijn stappen genomen van 5 nm. tot 700 nm. en van 700 - 750 nm. stappen van 10 nm, hetgeen nog nauwkeurig ingesteld kan worden. De maximale absorptie blijkt te liggen tussen 650 en 660 nm. Novozamsky & van Eck geven 658 nm. aan als meetgolflengte, welke wij ook aanhouden.

Golflengte nm.	Extinctie x 1000 mval NH_4 /ltr.			Extinctie herleid tot extinctie 1 mval NH_4 /ltr.		
	1	2 ⁴	3	1	2	3
550	96	177	277	96	88	92
555	104	193	302	104	96	101
560	114	212	330	114	106	110
565	124	232	358	124	116	119
570	135	251	387	135	125	129
575	147	273	420	147	136	140
580	156	291	448	156	145	149
585	170	313	482	170	156	161
590	182	347	515	182	174	172
595	192	353	544	192	176	181
600	203	377	580	203	183	193
605	213	397	608	213	198	203
610	225	417	643	225	208	214
615	237	438	670	237	219	223
620	244	453	694	244	226	231
625	253	470	722	253	235	241
630	263	487	745	263	243	248
635	268	498	762	268	249	254
640	274	508	780	274	254	260

Tabel III

Golflengte nm.	Extinctie x 1000 mval NH ₄ /ltr.			Extinctie herleid tot extinctie 1 mval NH ₄ /ltr.		
	1	2 ⁴	3			
645	285	526	796	285	263	265
650	286	528	800	286	264	267
655	287	532	805	287	266	268
660	286	529	805	286	264	268
665	283	525	796	283	262	265
670	277	516	785	277	258	262
675	273	508	773	273	254	258
680	264	494	754	264	247	251
685	258	482	735	258	241	245
690	248	466	713	248	233	238
695	241	452	692	241	226	231
700	232	437	668	232	216	223
710	216	407	623	216	203	208
720	200	377	580	200	188	193
730	184	348	536	184	174	175
740	168	318	492	168	159	164
750	150	285	440	150	142	147

Tabel III

Conclusie

De colorimetrische bepaling met indofenolblauw blijkt vrij goed overeen te komen met de reeds in gebruik zijnde NH₄-bepaling door middel van destillatie met MgO.

Het is mogelijk de thans op het routinelaboratorium uitgevoerde N-bepaling door middel van destillatie te vervangen door NO₃-bepaling met de specifieke electrode, zonodig in combinatie met de thans onderzochte colorimetrische NH₄-bepaling met indofenolblauw.

De giftigheid van het bij deze methode benodigde fenol maakt het echter noodzakelijk afdoende maatregelen te nemen voor afzuiging van de fenoldamp. Dit nadeel weegt echter op tegen het voordeel van deze colorimetrische NH₄-bepaling, die goed te automatiseren is.

Voor gebruik op het researchlaboratorium is het gebruik van deze NH₄-bepaling niet aantrekkelijk, omdat het afzuigen van de fenoldamp te veel moeilijkheden zou geven. Daarbij voldoet de NH₄-bepaling door middel van destillatie door het kleine aanbod van monsters goed.

Samenvatting

Het gebruik van een colorimetrische NH_4 -bepaling met indofenolblauw werd nagegaan.

Naar het voorschrift van Novozamsky & van Eck werd een werkvoorschrift opgesteld voor het gebruik van de colorimetrische bepaling met indofenolblauw.

Literatuur

Pieters, H.A.J.;

Veiligheid en Chemie.

Uitgeverij Winant, Heerlen (1955)

Weatherburn, M.W.;

Phenol - Hypochlorite reaction for determination of ammonia

Anal. Chem. 39 (1967) 971 - 974.

AMMONIAK BEPALING.Apparatuur:

wijdhalskolven, 150 ml.

destillatietoestel, zelfbouw Proefstation te Naaldwijk, uitgerust met stenen spleetbranders en destillatiebuizen die d.m.v. kogelslijpstukken verbonden zijn met spatbuisjes. Hieraan hangen d.m.v. rubberstoppen de wijdhalskolven.

branderglazen, ϕ 45 mm, hoogte 8 cm, pyrex.

klemmen, voor bevestiging van kogelslijpstukken.

buret, Methrom Kolbenburette F 274 inhoud 5 ml met 0,005 ml schaalverdeling.

Reagentia:

borax, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; p.a.

zwavelzuur, H_2SO_4 ; 96%; p.a.

zwavelzuur, H_2SO_4 ; 0,01 n; p.a.

10 ml H_2SO_4 , 1 n, p.a. aanvullen tot 1,0 l met gedemineraliseerd water. Stellen volgens normaalblad V3103, blz 5, zuur 1; titer opgeven in vier decimalen.

puimsteen, afmeting 4-8 mesh; (B.D.H.).

boorzuur, H_3BO_3 ; 1%; chem.z.:

100 g boorzuur oplossen in 10 l gedemineraliseerd water.

mengindicator:

0,5 g methylrood en 0,75 g broomkreefolgroen oplossen in 1 l aethanol 96% (methylrood lost slecht op).

boorzuur-mengindicator:

bij 10 l boorzuur 1%, 36 ml mengindicator voegen.

magnesiumoxyde, MgO ; p.a.

ammoniumsulfaatoplossing; 10 mval NH_4 per liter.

0,6607 g ammoniumsulfaat, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, p.a. oplossen in en aanvullen met gedemineraliseerd water tot 1000,0 ml.

Uitvoering van de analyse:

Van pers- en verzuigingsextracten 5,0 ml, van watermonsters en 1:5 extracten 25,0 ml pipetteren in een wijdhalskolf van 150 ml. Breng het volume op ca. 50 ml met gedemineraliseerd water. Twee blanco's en twee standaardmonsters meenemen.

De blanco's bestaan uit ca. 50 ml gedemineraliseerd water; de standaardmonsters bestaan uit 5,0 ml ammoniumsulfaat oplossing, bevattend 10 mval NH_4 per liter, aangevuld met gedemineraliseerd water tot ca. 50 ml. Voeg vervolgens aan alle kolfjes toe: 1 schepje puimsteen en 1 g magnesiumoxyde. Sluit de kolfjes aan op het destillatieapparaat, hetgeen vooraf ammoniakvrij gemaakt is door enige tijd gedemineraliseerd water over te laten destilleren. De allonges van de destillatiebuizen moeten in de opvangvloeistof reiken, welke bestaat uit 20 ml boorzuur-mengindicator. De waterkraan van de koelers openen en de branders aansteken. De branders moeten zo ingesteld zijn dat gedurende 25 minuten 25 ml vloeistof over destilleerd. Daarna de ontvangpotjes laten zakken en de allonges met weinig gedemineraliseerd water afspuiten. De destillatie nog even voortzetten. Tenslotte de gas en waterkraan sluiten. Titreren met 0,01 n H_2SO_4 tot een kleuromslag van groen naar rose.

Berekening van de uitkomsten:

$$(\text{ml getitreerd} - \text{blanco}) \times t \times \frac{1000}{x} = \text{mval NH}_4 \text{ per liter.}$$

x = ml afgepipetteerd

t = titer zwavelzuur

Resultaten opgeven in 2 decimalen.

Ammoniumbepaling met indofenolblauw.Reagentia:Stockoplossing 3000 dpm N:

Weeg af 14,1589 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ per liter.

Standaardreeks:

Pipetteer in maatkolven van 500 ml 0-10-20-30-40-50 ml stockoplossing.

Voeg toe 20 ml gec. H_2SO_4 . Afkoelen.

Vul aan met ged. water tot 500 ml.

De standaardreeks bevat dan 0-60-120-180-240-300 dpm N.

Natriumfenolaat:

Los op in literkolf 22 g fenol. Voeg toe 250 ml 1 N NaOH of 10 g vast NaOH. Vul aan tot 1 liter met ged. water. De oplossing regelmatig (bijv. 1 maal per week) verversen.

Natrium nitroprusside 0,05%:

Los op 0,25 g Na-nitroprusside in 500 ml kolf en vul aan met ged. water. Deze oplossing dagelijks vers maken.

Natrium EDTA 4%:

Los op 40 g Na-EDTA in 1 liter ged. water.

Buffer pH 12:

Weeg af 26,7 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$. Los op in ged. water en voeg toe 100 ml 1 N NaOH, vul daarna aan tot 2 liter met ged. water.

Meet deze buffer en breng hem op pH 12 (+ 0,2 pH) wanneer dit nodig zou zijn.

Natrium Hypochloriet 0,68%:

Breng 10 ml Huishoudchloorbleekloog in een 100 ml kolf en vul aan met ged. water.

Nieuw chloorbleekloog eerst stellen op actief chloorgehalte.

De 0,68% opl. dagelijks verversen.

Reagens I:

Meng 100 ml Na-fenolaat
200 ml Na-nitroprusside
10 ml Na-EDTA

Reagens II:

Meng 400 ml buffer
100 ml Na-Hypochloriet 0,68%

Procedure:

1. Verdun de standaardreeks en de L.H. destruat en 10 maal.
In dit geval 1 ml monster en 9 ml ged. water.
2. Neem hiervan 0,20 ml en spoel na met 3,0 ml Reagens I.
Schudden.
3. Voeg toe met Zipette (of loogbestendige Cornwall pipet) 5,0 ml
Reagens II.
Schudden.
4. Meet na minstens 1½ uur de ontwikkelde blauwe kleur bij 658 nm.
Deze kleur is minstens 16 uur stabiel.

Speciale zorg voor het glaswerk:

Reageerbuizen moeten worden schoongemaakt door er een blanco bepaling in te doen. Hierin mogen deze buizen alleen voor de NH_4 -bepaling worden gebruikt. Alleen maar spoelen met ged. water en niet meer in de 4 N salpeterzuur.

Ammoniak bepalingApparatuur:

potten, 175 ml, voorzien van ijkstreep op 120 ml.
trechters, polyaethyleen ϕ 15 cm.
filtreerpapier, G. Schut en Zonen, VF 215, ϕ 24 cm.
colorimeter, Vitratron, type UC 200.
automatische monsterwisselaar, Escargot.
printer, Addo-x
vingerpompje.
schudmachine, G.F.L. horizontaal roterend, slaglengte 30 mm.
 voorzien van uurwerkschakelaar.

Reagentia:

hoofdstandaardoplossing, 20 mval NH_4^+ /ltr.
 0.5350 g NH_4Cl oplossen en aanvullen tot 500 ml. met
 gedemineraliseerd water. Steeds vers bereiden voor nieuwe
 standaardlijn.

standaardoplossingen,

0.4 mval NH_4^+ /ltr. : 2.0 ml. van de hoofdstandaardoplossing af-
 pipetteren en aanvullen met gede-
 mineraliseerd water tot 100.0 ml.
 Bewaren in een polyaethyleenfles.

1.0 mval NH_4^+ /ltr. :	5.0 ml.	idem
2.0 " :	10.0 ml.	"
3.0 " :	15.0 ml.	"
4.0 " :	20.0 ml.	"

Natriumfenolaatoplossing, $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$, p.a.

Los 22 gram fenol op in gedemineraliseerd water. Voeg toe 10 g
 NaOH. Los op en vul aan met gedemineraliseerd water tot 1.0 liter.
 Deze oplossing éénmaal per week verversen.

Natrium nitroprusside, $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 0.05 %, p.a.

Los 0.5 g Na-nitroprusside op in en vul aan tot 1.0 liter met
 gedemineraliseerd water. Deze oplossing dagelijks verversen.

Natrium EDTA, $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 4 %, p.a.

Los 40 g Na_2 -EDTA op in 1 liter gedemineraliseerd water.

Buffer, pH 12.

Los 13.35 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ op in gedemineraliseerd water. Voeg toe 50 ml. NaOH 1 n en vul aan tot 1 liter met gedemineraliseerd water. Meet deze buffer en breng op pH 12 (± 0.2 pH) met NaOH wanneer dit nodig is.

Natrium hypochlorietoplossing, NaClO; 0.7 %.

Meng 1 deel natriumhypochloriet met $1\frac{1}{2}$ deel gedemineraliseerd water. Deze oplossing dagelijks verversen.

Stellen NaClO: Pipetteer 2 ml. NaClO-oplossing. Voeg toe 25 ml. gedemineraliseerd water, 2 g kaliumjodide en 40 ml. HAc 1 n. Titreer het vrijgekomen jodium tot lichtgeel met $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 n. Voeg toe 5 ml. zetmeeloplossing 10% en titreer verder tot kleurloos.

Berekening: $\frac{v \times t \times 35.5 \times 50}{2 \times 1000}$ % werkzaam Cl.

Reagens I

Meng 10 delen Na-fenolaatoplossing, 20 delen Na-nitroprusside-oplossing en 1 deel Na_2 -EDTA-oplossing.

Reagens II

Meng 4 delen bufferoplossing en 1 deel NaClO-oplossing.

Uitvoering van de analyse:

Voeg aan twee volumedelen gedemineraliseerd water één volume-deel verkruimelde veldvochtige grond toe.

Het mengsel gedurende 20 minuten krachtig mechanisch schudden op stand 60 t/min.

Hierna filtreren over Schut VF 215 (ook alle grond op het filter brengen). Het filtraat opvangen in een pot van 175 ml.

Van het filtraat en van de standaardoplossing 0.2 ml. pipetteren met een half automatische pipet. Zie voor gebruik en onderhoud van half automatische pipetten het voorschrift: Pipetten.

Van de standaardoplossingen, beginnende met de laagste concentratie, driemaal pipetteren. De eerste hoeveelheid wegwerpen, de andere hoeveelheden dienen voor het samenstellen van twee standaardreeksen.

Bij de filtraten en standaarden 3.0 ml. reagens I doseren, daarna goed mengen en dan 5.0 ml. reagens II doseren. Doserend nadat fles, slangen en klep tweemaal zijn voorgespoeld met het te gebruiken reagens.

Na minstens 1 uur de kleurintensiteit bepalen met de colorimeter. Metingen ten opzichte van gedemineraliseerd water in een cuvet van ca. 10 mm ϕ , bij 658 nm. De kleur is tenminste 6 uur stabiel.

Opmerking:

Zowel bij het doseren (pipetteren) van beide oplossingen als bij het meten van de kleurintensiteit beginnen met de eerste standaardreeks, daarna de monsters en tenslotte de tweede standaardreeks in bewerking nemen.

Berekening van de uitkomsten:

De uitgeprintte waarden staan dadelijk in mval NH_4 /ltr. extract.

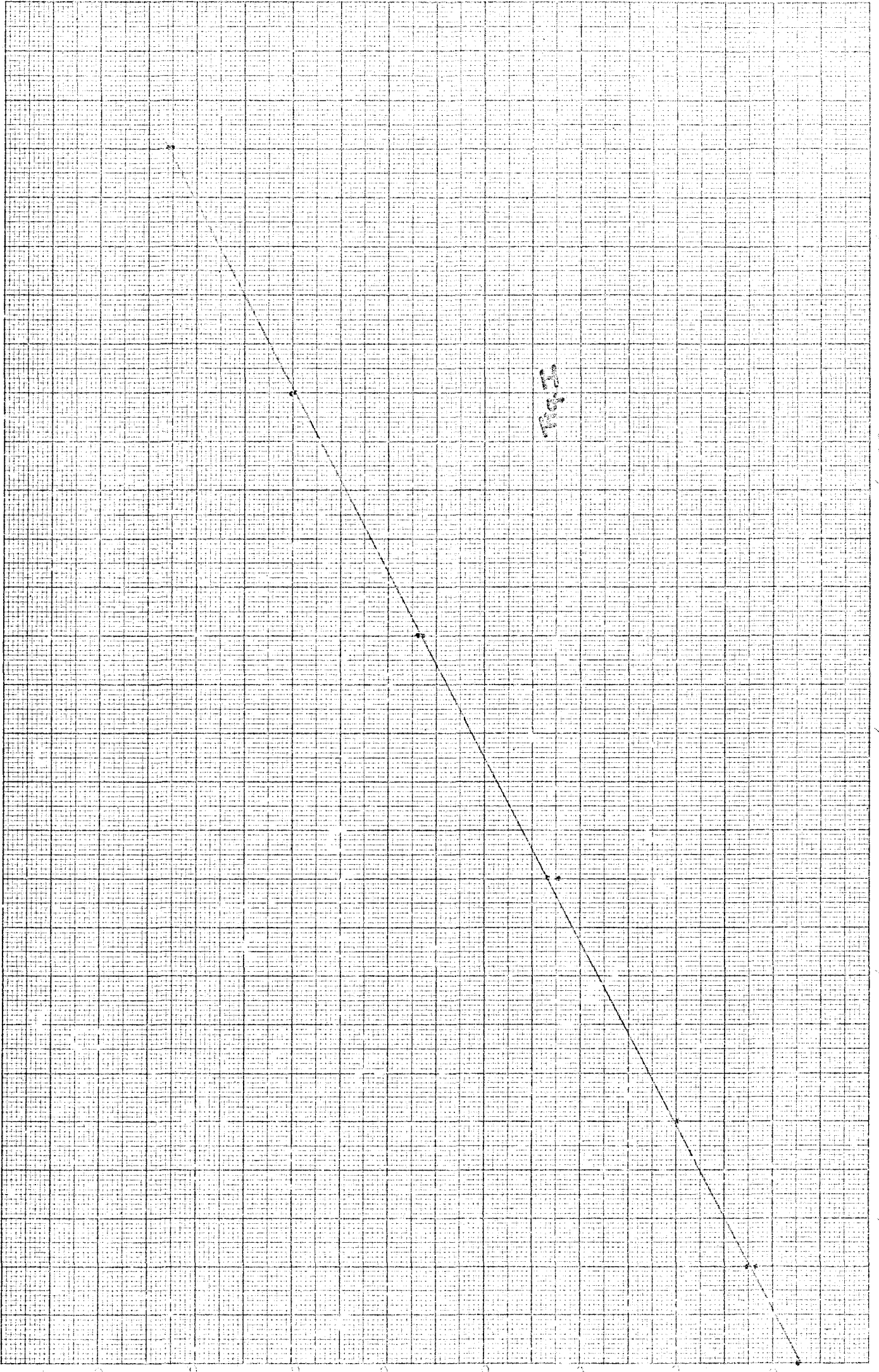
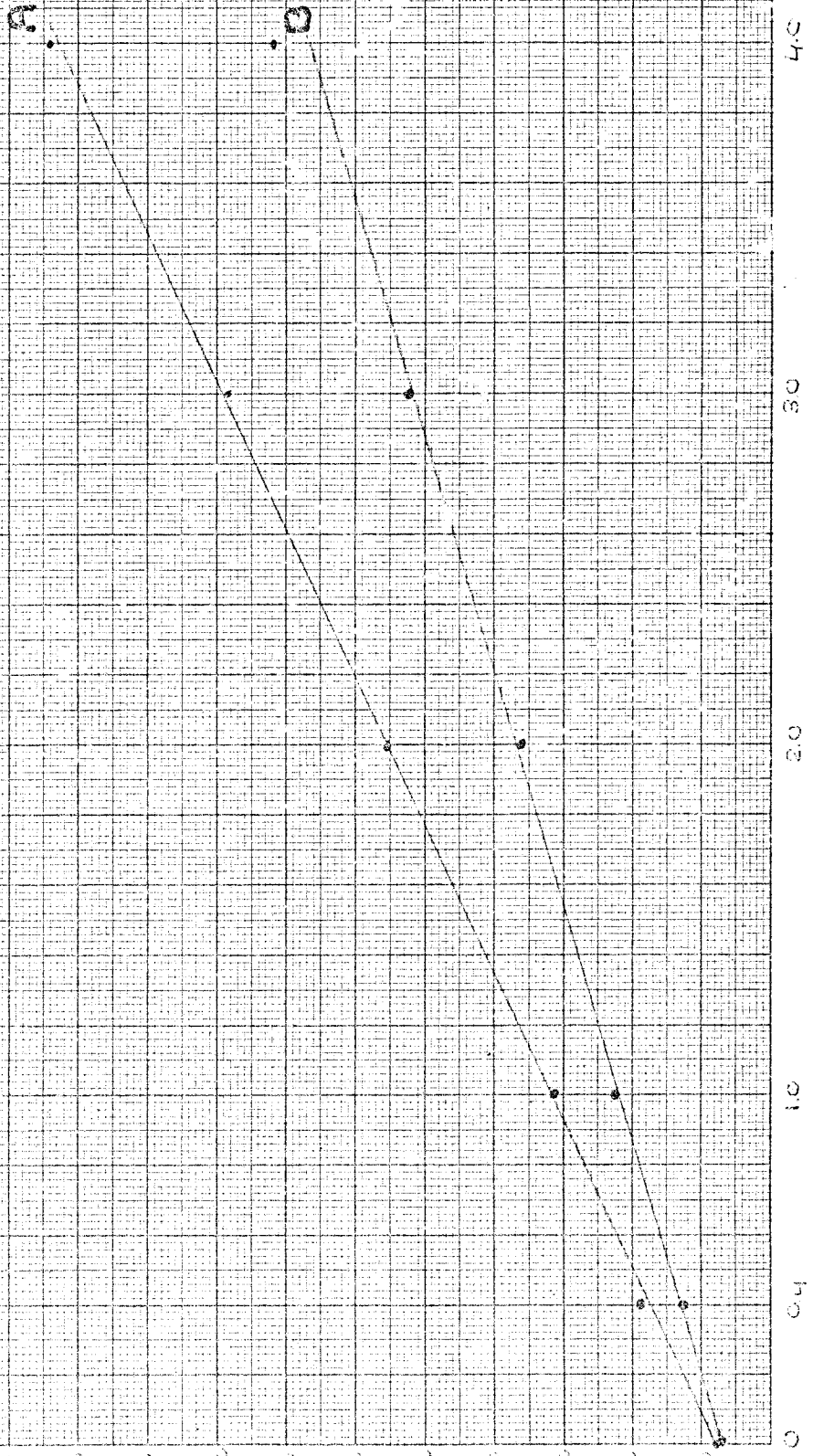


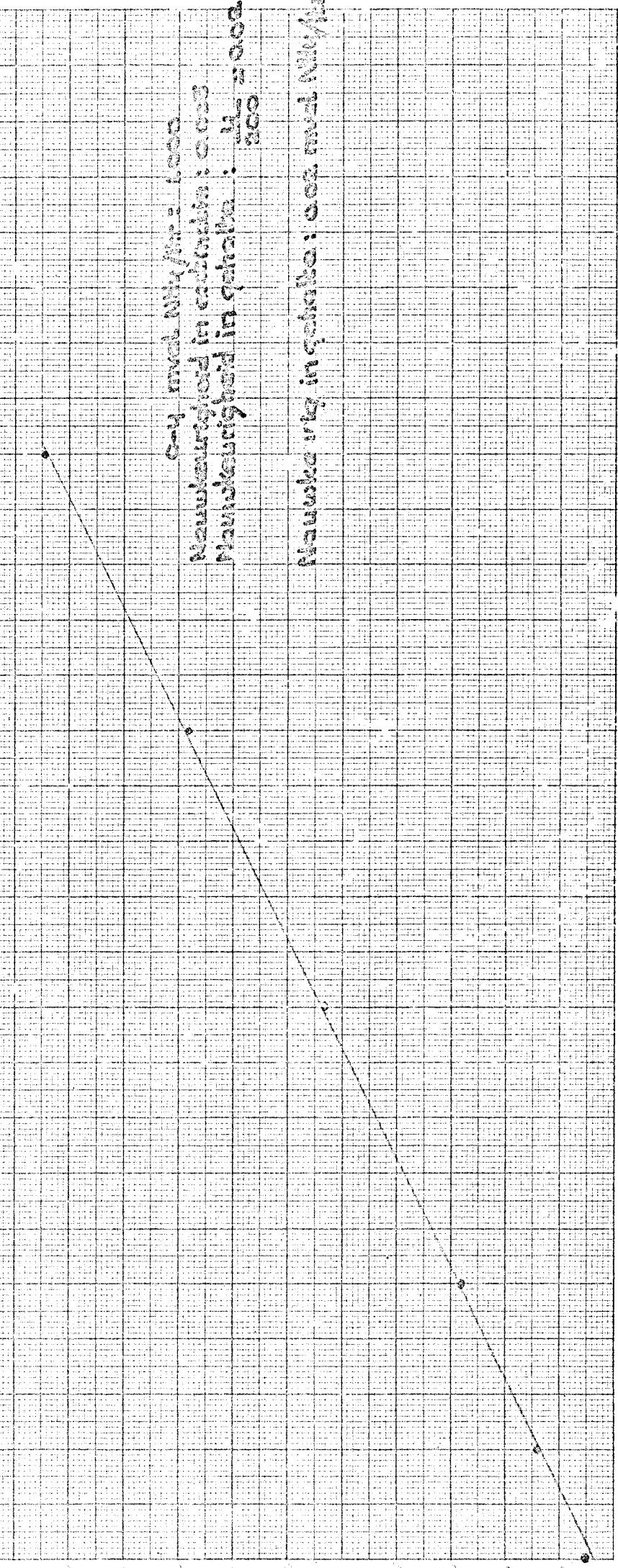
Fig. II

a. : alkane, wachty N₂O 1:1:1 verdund
b. : glucose, wachty N₂O 1:1:1 verdund



mg/L NH4/100

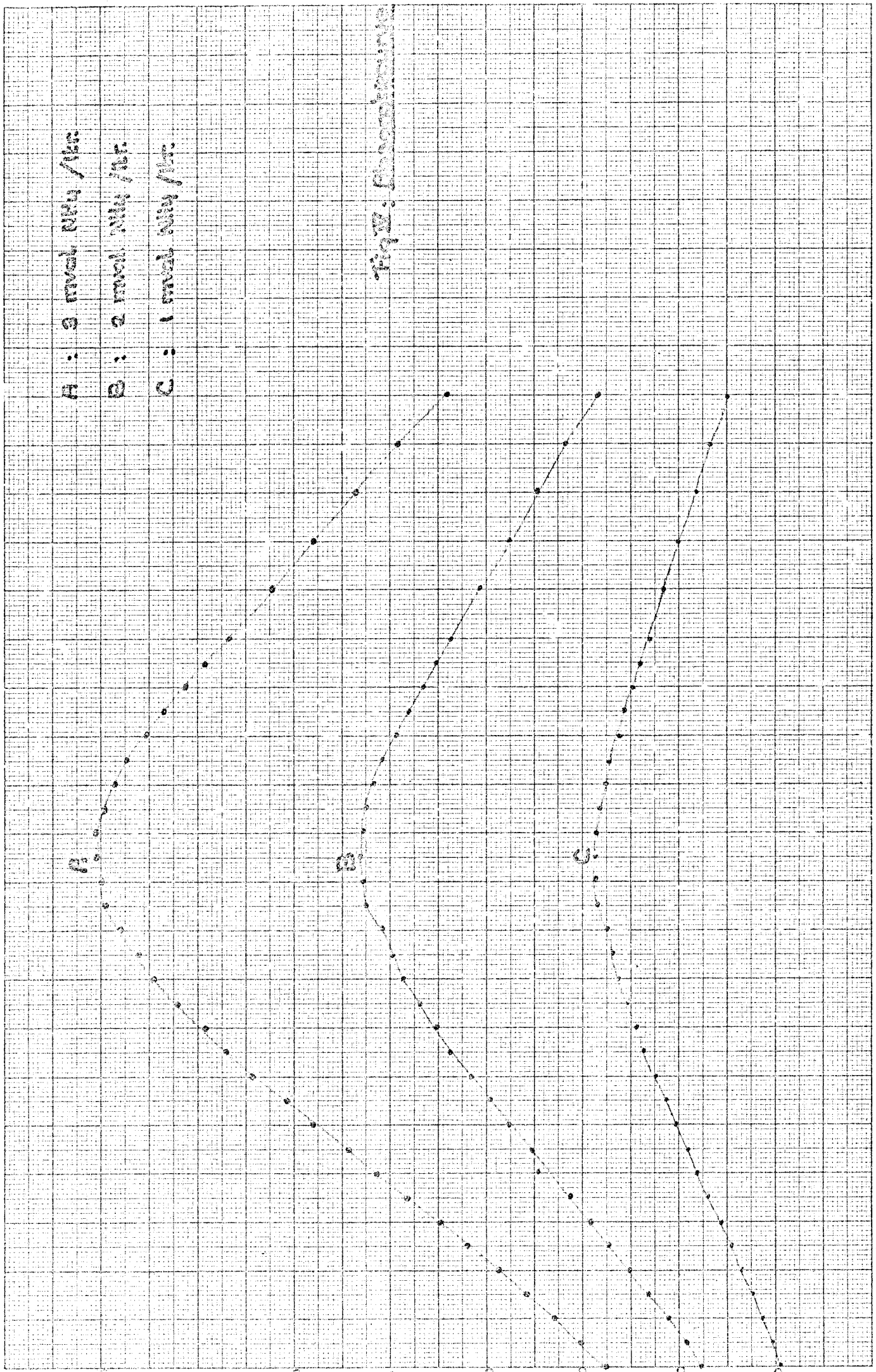
Tg IV: Standardreihe



0.4 mg NH₃/l = 1.000
 Ammoniumchlorid in g/kg = 0.003
 Ammoniumchlorid in g/kg = $\frac{1.0}{300}$

Ammoniumchlorid in g/kg = 0.003 mg NH₃/l

4.0 mg NH₃/l



A : 3 mval NH₄/Alr
 B : 2 mval NH₄/Alr
 C : 1 mval NH₄/Alr

Fig. 11: Macrophilins

550 560 570 580 590 600 610 620 630 640 650 660 670 680 690 700 710 720 730 740 750 nm