

Nyere Undersøgelser over Salpeterdannelsen i Jordbunden.

Af Doctent C. F. A. Tuxen.

Da man ved plantefysiologiske Forsøg havde viist, at Planterne ikke vare i Stand til at optage Luftens Kvælstof og heraf danne deres kvælstofholdige Forbindelser, saa blev Interessen naturlig henledet paa de Kvælstofforbindelser i Jordbunden, der kunde optages og benyttes af Planterne, og paa Salpetersyre og Ammoniak. Da senere Forsøg synes at godtgjøre, at Salpetersyren er den heldigste Form, under hvilken Planterne kunne bydes Kvælstof, saa maa det have Interesse at kjende dens Mængde og Dannelsesmaade i den frugtbare Jordbund.

Bortset fra den Salpetersyremængde, der ved Kulturen tilføres Jorden, saa gives der tvende stadige Kilder, der forøge denne i Jorden, nemlig Regnvandet og Jordbundens organiske Bestanddele, Plantelevningerne og Humusstofferne.

Regnvandet indeholder kun meget lidt Salpetersyre, og den Mængde, der tilføres Jorden aarlig herved, kan vel ikke anslaaes til mere end fra 1—10 μ pr. Td. Land; heraf kommer nu kun den Mængde Salpetersyre, som falder under selve Vegetationstiden, Planterne tilgode, den øvrige Mængde siver med Regnvandet ned i de dybere Jordlag, da Jordbunden ikke er i Stand til at fastholde (absorbere) Salpetersyren.

Plantelevningerne og Humusstofferne ere de vigtigste

Kilder til Salpeterdannelsen i Jordbunden, fordi de indeholde store Mængder af Kvælstof, der lidt efter lidt kan omdannes til Salpetersyre. Da Salpeterdannelsen, under almindelige Forhold, kun foregaaer meget langsomt i Jorden, og da tilmed den dannede Salpetersyre let bortføres med Vandet, indeholder Jordbunden i Almindelighed kun lidt heraf.

Man kan sige, at i 10000 Pd. god Muldjord er der højst 1 Pd. Salpetersyre. Forholdet imellem den Mængde Kvælstof, der findes i Form af Ammoniak og Salpetersyre, altsaa tilgængelig for Planterne, og den Mængde, der findes bunden i Planteresterne og Humusstofferne i en frugtbar Jordbund, vises i nedenstaaende Tal, hentede fra en Analyse af Jord fra Landbohejskolens Forsøgsmark.

De øverste fire Tommer indeholdt pr. Td. Land:

56 Pd.	Kvælstof	i Form af Salpetersyre
37 —	—	— — — af Ammoniak
3491 —	—	bundet i Planterester og Humusstoffer.

Den sidste store Kvælstofmængde bliver altsaa først tilgængelig for Planterne, naar den gaaer over til Salpetersyre og Ammoniak, men Hurtigheden, hvormed dette skeer, retter sig særlig efter disse organiske Stoffers Beskaffenhed, Jordens Fugtighedstilstand og Temperatur og fl. a. Forhold; at Omdannelsesprocessen af disse Stoffer imidlertid foregaaer langsomt, kan maaske sees af, at Planterne hyppig vise sig taknemlige for et Tilskud af Salpetersyre og Ammoniak, men man maa dog tillige erindre, at Vandet bortfører, ved at sive igjennem Jorden, betydelige Mængder af den dannede Salpetersyre. Analysen af Drænvand fra Rothamsted have derimod viist, at Ammoniak i Gjødningen hurtig gaaer over til Salpetersyre, thi kort efter Anvendelsen af ammoniakalsk Gjødning, indeholdt Drænvandet den største Mængde Salpetersyre. Muldlaget er derfor ikke et Opbevaringssted for den dannede Salpetersyre.

Man har længe vidst, at naar man blandede kvælstofholdige Plante- og Dyrestoffer med kulsur Kalk (Mærgel), dannede der sig, ved en passende Fugtighedstilstand og ved

en jævnlig Omgravning af Blandingen, hvorved Luften fik Adgang, i Løbet af et Par Aar saa megen salpetersur Kalk, at det kunde betale sig at fremstille Salpeter heraf. For flere Aarhundreder siden benyttede man sig allerede af denne Methode for at fremstille Salpeter til Krudtfabrikationen. At den samme Proces foregik i enhver god Agerjord, var indlysende.

Det har nu været Agerdyrkningskemikernes Opgave, at undersøge Maaden, hvorpaa Salpeterdannelsen gik for sig. De vare tidligere tilbøjelige til at forklare Dannelsen som en ren kemisk Proces, d. v. s. en Iltning, af Kvælstoffet, enten i selve de organiske Jordbestanddele eller af Ammoniaken, som opstod ved disses Forraadelse. De antog, at den porøse Tilstand, hvori disse Stoffer befandt sig, og som Følge heraf deres store Overflade, i Forbindelse med den i deres Porer fortættede Ilt, skulde bevirke en Iltning af Kvælstoffet til Salpetersyre. Direkte Forsøg have ikke bekræftet denne Theori. Lod man f. Ex. en Opløsning af Ammoniaksalte sive igjennem et Rør fyldt med fint Sand eller med porøse Smaalegemer, saa dannedes der ikke Salpetersyre af Ammoniaken; lod man derimod en saadan Opløsning løbe igjennem Agerjord, saa omdannedes Ammoniaken til Salpetersyre.

1876 forelagde de bekjendte franske Agerdyrkningskemikere Schloesing og Müntz det franske Akademi deres »Undersøgelser over Salpeterdannelsen i Jordbunden«, hvoraf det fremgik, at Salpeterdannelsen skyldtes et organiseret Ferments (en Bakteries) Virksomhed. De nævnte Forskere havde anstillet følgende Forsøg. De lode fortyndet Gjødningsvand langsomt sive igjennem et Rør, fyldt til en Meters Højde med rent Sand og findelt Kalksten; efter at Gjennemsivningen var gjentagen flere Gange, var Ammoniaken i Vædsken omdannet til Salpetersyre. Lode de nu Kloroformdampe strømme ud over Overfladen af Jordblandingen, saa ophørte al Salpeterdannelsen. Müntz havde tidligere viist, at Kloroformdampe strax ophævede de organiserede Fermenters Livsvirksomhed. Selv efter at

de havde ophørt med at tilføre Kloroformdampe, skete der ingen Salpeterdannelse ved at lade nyt Gjødningsvand sive igjennem Jorden; naar de derimod lagde lidt frisk Agerjord ovenpaa Jorden i Røret og nu lode Gjødningsvand sive derigjennem, saa foregik der igjen en Omdannelse af dettes Ammoniak til Salpetersyre. Schloesing og Müntz droge nu den Slutning heraf, at den paalagte, ringe Mængde, friske Agerjord havde tilført nyt salpeterdannende Ferment i Stedet for det, som var dræbt ved Kloroformdampene. Senere Forsøg, som disse tvende Forskere have anstillet, viste, at naar Agerjord, hvori der foregik en livlig Salpeterdannelse, engang var bleven opvarmet i et Rør til 100° , og naar der derefter blev ledet Luft, der var bleven filtreret igjennem Bomuld for at befries for de indeholdte mikroskopiske Organismer, henover Jorden, saa indtraadte der ikke mere nogen Salpeterdannelse i denne; naar de derimod dryssede lidt frisk Agerjord paa denne Jord, saa varede det ikke længe, forinden der var en livlig Salpeterdannelse i hele Jordprøven. Fermentet, der oprindeligt havde været tilstede i Jorden, var blevet dræbt ved den høje Varme, og først ved Tilførsel af nyt Ferment, ved den tilsatte Agerjord, begyndte Salpeterdannelsen igjen.

Warrington i Rothamsted har, kort efter Offentliggjørelsen af Schloesing og Müntz's Opdagelse, anstillet følgende interessante Forsøg over Salpeterdannelsen.

Han tog fire Glasrør af omtr. 12 Tommers Længde og paafyldte frugtbar, men kun lidet salpeterholdig Havejord (Jorden var udvasket). De fire Rør med Jordprøverne bleve stillede vandrette og forenede med Apparater, hvorved der kunde suges Luft henover Jorden. Hver Dag blev der suget fugtig Luft hen over Jorden, men ved det ene Rør passerede Luften først en Svamp, der var mættet med Kloroform, ved det andet Rør en Svamp, der var mættet med Svovlkulstof, ved det tredje Rør blev Luften paa samme Maade mættet med Karbolsyre, det sidste Rør fik kun fugtig Luft. Efter en Maanedes Forløb bleve de fire Jordprøvers Salpetersyremængde bestemt. Det viste sig nu,

at i Rørene, hvorover der var suget Luft mættet med Kloroform- eller Svovlkulstofdampe, var Salpeterdannelsen ophørt, d. v. s. Jorden indeholdt kun den samme Mængde Salpetersyre som ved Forsøgenes Begyndelse; i Røret, hvor der var ledet Luft mættet med Karbolsyre, var Salpeterdannelsen for en Del hæmmet; i det sidste Rør, hvorover der var ledet fugtig Luft, var Salpetersyremængden stærkt forøget. Disse Forsøg bekræfte Schloesing og Müntz's Iagttagelser og vise, at de kemiske Forbindelser, der hæmme de organiserede Fermenters (f. Ex. Gjærs) Virksomhed, have en lignende Indflydelse paa det salpeterdannende Ferment.

Warington har tillige anstillet nogle Forsøg over Salpeterdannelsen i Vædsker. Han tog fire Flasker, der vare fyldte med en meget svag Ammoniaksaltopløsning, og tilsatte til disse lidt kulsur og fosforsur Kalk. De to af disse Flasker bleve hensatte i Lyset, de andre to i Mørket; til en af de Flasker, der stod i Lyset, og til en af dem, der stod i Mørket, blev der tilsat lidt frisk Agerjord. Efter 3 Maaneders Forløb bleve Flaskerne undersøgte, og det viste sig, at de Flasker, der henstode i Lyset, kun indeholdt Ammoniak, men ingen Salpetersyre. Af de Flasker, der stode i Mørket, indeholdt den, hvortil der var sat lidt Jord, kun Salpetersyre, men ingen Ammoniak, den anden, uden Jord, var uforandret, den indeholdt kun Ammoniak. Det viste sig altsaa herved, at Agerjord indeholder et salpeterdannende Ferment, der i Mørke kan omdanne Ammoniak til Salpetersyre. Warington tog nu lidt af Opløsningen af den Flaske, hvori Ammoniaken var omdannet til Salpetersyre, og satte til to af de Flasker, hvori der ikke var dannet Salpetersyre, men som kun indeholdt Ammoniak. Den ene blev derefter hensat i Lyset, den anden i Mørket. Efter tre Ugers Forløb viste det sig, at Flasken i Mørket indeholdt Salpetersyre, medens den, der stod i Lyset, kun indeholdt Ammoniak.

Senere have Schloesing og Müntz nærmere undersøgt dette salpetersyredannende Ferment. Det lykkedes ikke

disse Forskere, selv under et stærkt forstørrende Mikroskop, at paavise, iblandt den Hærskare af mikroskopiske Organismer, der sees i den salpeterdannende Jord, en ejendommelig Organisme, som de kunde tilskrive den salpeterdannende Evne.

De benyttede da, for at isolere de salpeterdannende Organismer, Vandkulturer; hertil anvendtes enten en filteret og fortyndet Kloakvædske eller en meget fortyndet Ammoniakvædske (som Waringtons). I saadanne Opløsninger kunde de under Mikroskopet ikke opdage nogen Organisme (Bakterie). Vædskerne bleve fyldte paa Flasker, og efter at disse vare ophedede til 110° og tillukkede, kunde de henstaa uforandrede i ubegrænset Tid. Naar der til nogle af de saaledes præparerede Vædsker blev sat Spor af frisk Agerjord, og der blev blæst Luft, der var filtreret igjennem Bomuld, ned i Vædsken, saa begyndte der, efter kort Tids Forløb og ved en passende Temperatur, at danne sig Salpetersyre i Vædskerne. Paa dette Tidspunkt kunde man i Vædskerne, under Mikroskopet, se — ved Siden af enkelte Infusorier — en Mængde smaa, langagtige Organismer; disse havde stor Lighed med de Organismer, som Pasteur fandt i rindende Vand, og som han kaldte »corpuscules brillants» og ansaa for Bakteriekim. Ved at bringe lidt af Opløsningen, hvori disse Organismer levede, i andre præparerede, udkogte Vædsker af samme Beskaffenhed, lykkedes det at frembringe Salpeterdannelser i disse samtidig med, at der opstod en stor Mængde af de nævnte Organismer (organiserede Fermenter). De nævnte Organismer formere sig ved Knopskydning og træffes ofte to og to hængende ved hinanden. De kræve visse Betingelser for deres Livsvirksomhed, de ere ikke meget sejglivede, en Udelukkelse af Luftens Ilt kunne de saaledes ikke taale, derfor maa der stadig suges Luft igjennem de Vædsker, hvori man dyrker dem. Indtørres de, saa dø de, — ja Salpeterdannelsen i Agerjorden ophørte endog ganske, naar denne udtørredes ved almindelig Temperatur. Temperaturen har stor Indflydelse paa dem og altsaa paa

Salpeterdannelsen; under 5° gaaer denne yderst langsomt for sig, ved 12° er den ret livlig, 37° er den gunstigste Temperatur, ved 55° ophører den helt. En Temperatur af 90—100° er nok til at dræbe dem i Løbet af 10 Min. Efter Schloesing og Müntz's Undersøgelser er Salpeterfermentet meget udbredt. Agerjorden er det gunstigste Formeringssted, og her findes det i stor Mængde; Kloakvand og overhovedet Vand, der er rigt paa organisk Stof, er tillige rigt paa disse Organismer. Rindende Vand indeholder mindre Mængder, derimod er Dyndet rigt paa disse. I Luften træffes de sjældent formeringsdygtige; det lykkes saaledes ikke at fremkalde Salpeterdannelsen i de ovennævnte Vædske ved at udsætte dem for Luften. Naar de findes i Luften, have de rimeligvis ved Udtørringen mistet deres salpeterdannende Evne.

Soyka i München har stillet sig den Opgave, at undersøge Indflydelsen af Jordens Porøsitet paa Salpeterdannelsen. Han anstillede sine Forsøg med Glasrør fra 50—150 Centimeters Højde og 1—4 Centimeters Gjennemsnit; de vare forneden udtrukne og kunde dér lukkes ved en Hane. Disse Rør bleve fyldte med Jord, og han lod 1 Gang daglig meget fortyndet Urin, hvori der kunde foregaa en Salpeterdannelse, sive igjennem disse, men saaledes, at han lod Jorden først mætte sig dermed og henstaa saaledes i kort Tid, forinden han lod Vædsken løbe af. Efter denne Afløbning af den overflødige Vædske vedbleve nu de smaa Hulerum imellem Jordpartiklerne (de kapillære Hulerum) at være fyldte med den fortyndede Urin, medens de større Hulerum (de ikke kapillære Hulerum), vare tømte for Vædsken, men derimod fyldte med Luft. En Gang daglig blev ogsaa den i Jorden tilbageholdte Urinvædske udskyllet med rent Vand, og denne Vædskemængde blev nu blandet med den først aftappede. Forsøgene bleve atter paany gjentagne med den samlede Vædske og samme Jord. Samtidig med denne Forsøgsrække bleve lige saa store Kvantiteter af den samme

Jord fyldte paa Flasker og fuldstændig mættede med Urinvædske af den ovennævnte Fortyndingsgrad. Alle Hulerummene i Jorden vedbleve paa denne Maade at være fyldte med Vædske, og Virkningen af Jordens Porøsitet blev saaledes helt ophævet ved disse sidste Forsøg. Det fremgik nu af denne Undersøgelse, at der var en stor Forskjel i Tidsrummet, efter hvilken det viste sig, at der var dannet Salpetersyre i Vædskerne fra de tvende Forsøg.

Vædskernes Styrke.	Salpetersyre kunde først paavises i Vædsken fra	
	den porøse Jord (i Rørene) efter	den ikke porøse Jord. (i Flaskerne) efter
Vand med 10 pCt. Urin	7 Dage	33 Dage
Vand med 1 pCt. Urin	5 Dage	27 Dage

Disse tvende Forsøg vise, hvilken heldig Indflydelse Luftens Adgang til Hulerummene i Jorden har paa Salpeterdannelsen. Naar disse større Hulerum i Jorden fyldes med Luft, saa vil Vædsken, der er udbredt over disse Rums Vægge, og som altsaa er udbredt over en stor Flade, særlig komme i Berøring med Luften, og Salpeterfermentet i Vædsken vil herved hurtig erholde sin nødvendige Iltmængde.

Soyka har dernæst undersøgt, hvad Indflydelse Jordens større eller mindre Porøsitet har paa Salpeterdannelsen eller med andre Ord, om Salpeterdannelsen foregaaer livligst i den Jord, der bestaaer af grovere eller af finere Bestanddele. Han sigtede Jorden igjennem Sigter af forskjellig Lysning, og fik følgende Jordprøver til sine Forsøg.

Jordpartiklernes Størrelser.	Hulerummenes samlede Rumfang i 100 Rumfang Jord.	Den Vandmængde, Jorden kan tilbageholde — pCt.
a. fra 4—6 Millimeter	35,0	5,67
b. fra 2—4	36,4	7,17
c. fra 1,2—2	36,9	13,60
d. fra 0,6—1,2	37,9	29,80

Efter Gjennemsvivningen af Urinvædsken, paa den ovenfor nævnte Maade, bestemte Soyka Mængden af den

dannede Salpetersyre ved de fire Forsøg. Salpetersyremængden er angiven ved den Mængde Kvælstof, den indeholder.

Jordprøverne.	Kvælstof i Form af Salpetersyre paa 1 Liter Vædske		
	efter 18 Dages Forløb	— efter 36 Dage	— efter 56 Dage.
a.	190 Milligram	480.	690.
b.	480.	660.	1090.
c.	680.	—	—
d.	860.	1060.	1650.

Disse Forsøg vise, at Salpeterdannelsen i Jorden tiltager med Jordbestanddelenes Finhed, altsaa med Jordens vandholdende Evne. Jo mere Vand altsaa Jorden kan tilbageholde, indenfor en vis Grænse, desto gunstigere er dette for Salpeterdannelsen. Man kan ogsaa sige, at jo finere Jordbestanddelene ere, desto større er deres samlede Overflade, og desto rigeligere Plads har Fermentet at udbrede sig over.

Med Jordprøverne a og b har Soyka undersøgt, hvad Indflydelse en større Lufttilførsel havde paa Salpeterdannelsen; han lod derfor daglig passere 5 Liter Luft igjennem enkelte Forsøgsrør med de nævnte Prøver, efter at Urinvædsken var løben igjennem. Den større Lufttilførsel fremkaldte ikke alene Salpeterdannelsen 2 – 5 Dage tidligere i Rørene, men ogsaa den af Urinen dannede Salpetersyremængde var større.

Jordprøver.	Kvælstof i Form af Salpetersyre i 1 Liter Urinvædske.	
	Efter 30 Dage	Efter 90 Dage
a. gennemluftet	1270 Milligram	— 2610. —
b. ikke gennemluftet	843.	— — 2430. —

Den mindre Forskjel i Forsøgene efter 90 Dage maa vel søges i, at Forsøgene have varet for længe.

Et andet, meget oplysende Forsøg over Luftens hellige Indflydelse paa Salpeterdannelsen, anstillede Soyka ved at tage et af de ovennævnte Rør og fylde det med Jord og derpaa fuldstændig mætte denne med Vand, der inde-

holdt 10 pCt. Urin, saaledes at al Luften blev uddreven af Røret. Noget af Vædsken blev daglig tappet ud forneden, saaledes at Vandspejlet lidt efter lidt sank, hvorved det øverste Jordlag lidt efter lidt blev befriet fra sit overflødige Vand, og Luften altsaa fik Adgang. Efter 8--10 Dages Forløb blev den øverste Del af Røret, der indeholdt fugtig Jord, afskaaren og Jorden undersøgt; den indeholdt Salpetersyre, medens den underliggende Jord, hvis Porer fuldstændig vare fyldte med Vædske, ikke indeholdt Salpetersyre; selv efter 1½ Maanedes Forløb indeholdt denne Jord ikke Salpetersyre. Eftersom Vædsken derimod sank i Røret, indtraadte Salpetersyredannelsen i den nu luftførende Jord. Først efter at det overflødige Vand er fjernet fra Jorden, faaer dens Porøsitet Indflydelse paa Salpeterdannelsen.

Lysets Indflydelse paa Salpeterdannelsen har Soyka ogsaa nøjere undersøgt ved at anstille en Forsøgsrække i Mørket og en tilsvarende i Lyset. Det viste sig, at Lysets Udelukkelse i Begyndelsen hæmmer Salpeterdannelsen — d. v. s. denne indtræffer et Par Dage senere, end naar Forsøget anstilles i Lyset, men naar den først er begyndt, saa er den meget hurtigere, livligere, end naar den foregaaer i Lyset.

Vædsken indeholdt 10 pCt. Urin.	Kvælstof i Form af Salpetersyre i 1 Liter Urinvædske.	
	efter 18 Dage.	efter 36 Dage.
Jorden i Mørket	860 Milligram	3600 —
Jorden i Lyset	190 —	1100 —

Disse Forsøg vise, at Lyset for en Del hæmmer Salpeterdannelsen, et Resultat, som Warington ligeledes er kommen til. Endnu skal her tilføjes, at Forsøgsvædskens Indhold af Urin har stor Indflydelse paa Salpetersyredannelsen i denne. I den ublandede Urin, ja selv i Urin halvt fortyndet med Vand, kan der ikke foregaa nogen Salpeterdannelselse. I Vand, der indeholdt 10 pCt. Urin, indtraadte Salpeterdannelsen, naar Vædsken sivede igjennem den porøse Jord, efter 7 Dages Forløb, i Vand med 1

pCt. Urin efter 4 Dages Forløb. Det vil heraf sees, at en passende Fortyndingsgrad af Vædsken maa iagttages, naar man vil gjøre Regning paa paalidelige Resultater.

Det vil af de ovennævnte Forskeres Forsøg fremgaa, at Salpeterdannelsen i Jordbunden er en Art Gjæringsproces. Ligesom et bestemt Ferment, f. Ex. Gjærzellen i Ølurt, under sin Formering spalter Sukker i Kulsyre og Vinaand, saaledes omdanner Salpeterfermentet eller Salpetersyre-Bakterien de kvælstofholdige organiske Stoffer, og Ammoniaken til Salpetersyre i Jordbunden. Ligesom man ved Vinaandsproduktionen kan præparere Vædsken, hvori Gjæringsprocessen skal foregaa, saaledes, at der i denne kan dannes den størst mulige Mængde Vinaand, altsaa i Vædsken tilvejebringe de heldigste Betingelser for Gjærcellernes Formering, ligesaa var det heldigt, om Landmanden kunde lede Salpeterdannelsen i Jorden saaledes, at Salpeterfermentet dér kunde finde de heldigste Forhold for sin Formering, og dette ligger under visse Forhold ikke helt uden for Landmandens Kræfter. Jordbunden selv er jo efter Schloesings Angivelse det heldigste Formeringssted for Salpeterfermentet; det kommer derfor kun an paa de ydre, de fysiske Forhold, om Salpeterdannelsen skal hæmmes eller fremmes, naar Jordbunden blot indeholder de nødvendige kvælstofholdige Forbindelser, hvoraf Salpetersyren kan dannes. Det er væsentlig Jordbundens Temperatur og Fugtighedsforhold, der da blive Hovedfaktorerne ved Salpeterdannelsen, men fuldstændig at kunne regulere disse i Jordbunden paa den heldigste Maade for Salpeterdannelsen, er vel kun muligt ved Drivhuskulturen; i det Store er det som oftest umuligt d. v. s. — kun muligt paa visse Lokalteter. Paa fugtige Jorder kan Landmanden formindske Vandmængden og forhøje Jordens Temperatur og altsaa herved fremme Betingelserne for en forøget Salpeterdannelselse ved Dræningen. Paa de fugtige Jorder bortføres ved Dræningen det overflødig Vand, der for en Del ellers ved Fordampningen fra Jordens

Overflade vilde forbruge Varme og altsaa nedstemme Jordens Temperatur, men idet Dræningen fjerner det overfløedige, det stillestaaende Vand, saa aabner den tillige Luften Adgang til Jorden, og man fremmer herved en af de nødvendige Betingelser for Salpeterdannelsen.

Dræning bortskaffer altsaa det overfløedige Vand, forhøjer Jordens Temperatur og skaffer Luften Adgang; den fremkalder altsaa paa den kolde, fugtige Jord netop Betingelserne for Salpeterfermentets Virksomhed.

Undersøgelserne have viist, at Salpeterdannelsen er livlig, naar Jordens Temperatur er over 12° ; Salpeterdannelsen er derfor livligst i Vegetationsperioden, i hvilken altsaa Planterne strax kunne optage den dannede Salpetersyre. Tabet af Salpetersyre igjennem Drænvandet er derfor kun lidet i denne Periode, tilmed da Drænvandets Mængde i denne er meget ringe. Ved 5° ophører Salpeterdannelsen — altsaa om Efteraaret, Vinteren og i Begyndelsen af Foraaret — netop i den Tid, hvor Drænvandets Mængde er størst, og hvor Jorden bliver stærkest udvasket; i dette Tidsrum er altsaa Salpeterdannelsen standset, og Regnvandet kan da kun bortføre den engang dannede Salpetersyremængde.

Mærglingen kan fremme Salpeterdannelsen i Jorden, thi denne maa indeholde Kalk, hvormed den dannede Salpetersyre kan forbinde sig. Derfor blandede man kulsur Kalk i de Komposthobe, hvoraf man vilde fremstille Salpeter, og derfor maatte man tilsætte kulsur Kalk til de Vædsker, hvor man havde Ammoniaksalte, og som man anvendte til Næring for Salpeterfermentet. Kulsur Kalk bidrager ogsaa til hurtig at omsætte den kvælstofholdige, tørveagtige Muld, hvoraf der vanskelig dannes Salpetersyre, og den binder den fri Syre i disse Muldstoffer, der særlig hæmme Salpeterdannelsen.

Jordens Bearbejdning fremmer Salpeterdannelsen, idet den gjøres poros, saa at Luften, der er absolut nødvendig for Salpeterdannelsen, faaer Adgang; men Bearbejdning fremmer kun Salpeterdannelsen, saa længe den ikke drives saa vidt, at Jorden helt udtørres, da en

Udtørring, selv ved almindelig Temperatur, dræber Salpeterfermentet. En saa stærk Udtørring af de øverste Jordlag er dog kun mulig paa de lette Jorder, og senere vil Jordens vandopstigende Evne atter tilføre de øverste Jordlag Salpeterfermentet fra den fugtige Undergrund.

Af de ovennævnte Forsøg synes det altsaa at fremgaa, at de Midler, som Landmanden benytter for at fremme Jordens Kultur og herved Planteproduktionen, tillige berede Jorden til Salpeterfermentets heldige Udvikling; samtidig med, at han forbedrer Jordbundens fysiske Forhold, fremmer han Dannelsen af et af de vigtigste Plante-næringsstoffer i Jorden — nemlig Salpetersyren. —

Ligesom Schloesing og Müntz have viist, at Salpetersyren i Jordbunden dannes ved Hjælp af lavere Organismer (Bakterier), saaledes have for nylig Gayon og Dupetit viist, at naar Salpetersyren gaaer over til andre lavere Kvælstofilter og til Kvælstof og Ammoniak, saa skyldes denne Proces andre lavere Organismer. Disse Forskere viste, at naar man til Kloakvand satte lidt salpetersurt Kali og noget raaden Urin, saa forsvandt lidt efter lidt Salpetersyren i Vædsken samtidig med, at der fremkom en Mængde mikroskopiske Organismer. At disse Organismer vare Aarsag til, at Salpetersyren forsvandt, beviste de ved enten at koge en Vædske af lignende Sammensætning eller at tilsætte til denne lidt Kloroform eller lidt Kobbervitriol, thi da vedblev Vædsken at være klar og Salpetersyremængden at være uforandret. De nævnte Organismer taale ikke Luftens Adgang, de trives bedst ved en Temperatur af omtr. 30°, og de leve af organiske Stoffer. Af Salpetersyren udvikle de frit Kvælstof og Ammoniak; Salpetersyrens Ilt danner med det organiske Stof Kulsyre. En mærkelig Iagttagelse var, at Karbolsyre og Salicylsyre, der ellers hæmme Bakteriernes Virksomhed, ikke havde nogen Indflydelse paa disse salpetersyrespaltende Bakterier — tvertimod forsvandt de tilsatte Mængder af disse Syrer samtidig med Salpetersyren.

Deherain og Maquenne have paa samme Tid undersøgt disse Forhold med Hensyn til Jordbunden. De toge tvende Jordprøver, af hvilke den ene var rig paa organisk Stof og Salpetersyre, den anden var fattig herpaa; disse Jordprøver bleve blandede med vexlende Mængder salpetersure Salte og fyldte paa nogle Flasker; disse bleve lukkede lufttæt med Proppe, hvori der var Glasrør, der udmundede under Kvægsølv. Den Jordprøve, der var rig paa organisk Stof, udviklede Luft, der bestod af Kulsyre og Kvælstof (Flaskerne vare helt fyldte med Jord, saaledes at Luften var udelukket); den Jord, der var fattig paa organisk Stof, udviklede ingen Luft.

Disse Forsøg viste altsaa, at salpetersure Salte kunne existere uforandrede i almindelig Agerjord, naar Luften er udelukket, men ikke naar Agerjorden indeholder meget organisk Stof, thi da spaltes de under Udvikling af Kvælstof. Resultatet af disse Forskeres mere indgaaende Forsøg herover angive de saaledes:

De salpetersure Salte udvikle, naar de under visse Forhold reduceres i Agerjorder, betydelige Mængder af luftformige, lavere Kvæstoffilter. Reduktionen af Salpetersyren i Agerjorden skeer kun, naar denne indeholder betydelige Mængder af organisk Stof. Denne Reduktion blev kun iagttaget, naar Jordluften var fri for Ilt.

Disse Iagttagelser, særlig de første, vise altsaa, at naar Salpetersyren i den fugtige, humusrige Agerjord reduceres til Ammoniak under Tab af Kvælstof-Forbindelser, saa skyldes dette ikke alene en ren kemisk Proces, men tillige lavere Organismers Virksomhed. Da disse ikke taale Luften, saa virker Dræningen, der bortskaffer det stillestaaende Vand og skaffer Luften Adgang, dræbende paa disse salpetersyrespaltende Organismer, samtidig med at den fremmer de salpeterdannende Organismers Virksomhed.