
Jordbundstyper - næringssalte - søvand

Introduktion

Når en landmand høster sine afgrøder fjerner han samtidig mineraler og næringssalte fra markjorden. Det skyldes, at planterne under deres vækst har optaget disse forbindelser og indbygget dem i forskellige organiske forbindelser i frøene.

Inden næste vækstsæson er han derfor nødt til at sikre sig, at der er mineraler og næringssalte nok til, at han påny kan høste en afgrøde på marken. Det kan han eksempelvis gøre ved at følge nedenstående procedure:

- a) foretage jordbundsanalyse for at se, hvor mange mineraler og næringssalte der er tilbage i jorden.
- b) beregne, hvor mange næringssalte og mineraler der skal bruges for at give det forventede udbytte.
- c) tilføre den manglende mængde, enten i form af handelsgødning eller staldgødning.

Selv om ovenstående procedure virker meget enkel, er der alligevel problemer forbundet med den.

Det skyldes bl.a. at det er meget svært at forudsige, hvor stort høstudbyttet vil blive, fordi der er et nært samspil mellem de abiotiske faktorer og planternes vækst i løbet af vækstsæsonen. Endvidere kan næringssalte og mineraler midlertidigt blive bundet i mikroorganismernes organiske forbindelser og i den periode er de ikke tilgængelige for planterne.

Endelig kan positive ioner bindes til kolloider og humuspartikler i jorden, hvad negative ioner ikke kan. Sidstnævnte ioner findes derfor opløst i jordvandet. Da de vil følge vandets bevægelser i jorden, er der risiko for at de kan blive udvasket, eksempelvis til nærliggende ferskvandssystemer.

Tilsvarende gælder selvsagt også positive ioner, hvis der er flere ioner end ladninger på kolloider og humuspartikler kan binde.

I forsøget skal det undersøges, om der er sammenhæng mellem næringssalttilførslen og nettoprimærproduktionen.

Samspillet følges på to forskellige jordbundstyper.

Endvidere skal det undersøges, om der er forskel på udvaskningen fra de to jordbundstyper.

Endelig skal effekten af en evt. udvaskning af næringssalte til søvand belyses.

Materialer

14 plasturtepotte, der passer til 2 liters syltetøjsglas (se forsøgsopstilling side 4)
11 2 liters syltetøjsglas
10 250 mL målekolber
10 50 mL måleglas
10 mL målepipetter
Petriskåle

Blomsterjord (gerne så- og priklejord)
Sand
6 liter søvand
Demineraliseret vand
Næringssaltopløsning (eks. substral)
Filtrerpapir
Etiketter
11 magnetstave og magnetomrører
11 100 mL plastikbægre med tætsluttende skruelåg
96 % ethanol
11 stk. planktonfiltermembraner, rør og spændbånd
Nitratelektrode (evt. nitratsticks)
Spektrofotometer
Vægt
Varmeskab

Fremgangs- måde

Bland 400 mL let sammenpresset blomsterjord og 1600 mL sand godt sammen. Blandingen skal fremtræde helt ensartet.
Blandingen anvendes som den ene jordbundstype i forsøget: jord/sand.
Blomsterjorden anvendes som den anden jordbundstype: blomsterjord.

I forsøget skal der arbejdes med tørvægtsværdier, hvilket nødvendiggør at sammenhængen mellem vådvægt og tørvægt skal kendes.
Dette gøres på følgende måde:

Bunden i 4 plasturtepote dækkes med 3 lag filtrerpapir.
Papiret fugtes, så det slutter tæt til siden, for at undgå at jorden løber igennem hullerne i urtepotten.

I de to urtepote fyldes blomsterjord.
Urtepotterne mærkes: A: kontrol blomsterjord
B: kontrol blomsterjord

I de to andre fyldes jord/sand.
Disse mærkes: C: kontrol jord/sand
D: kontrol jord/sand

De fire kontrolopstillinger vejes med to decimalers nøjagtighed. De målte værdier betegnes vådvægte.
Resultaterne indføres i resultatskema.

Bundene af to glaspetriskåle mærkes E og F.

Skålene vejes med to decimalers nøjagtighed.
Resultaterne indføres i resultatskema.

Der afvejes to portioner græsfrø á ca. 3 g.
Frøene anbringes i petriskålene.
Skål + frø vejes med to decimalers nøjagtighed.
Vådvægtene indføres i resultatskema.

Opstillingerne A ---> F anbringes i varmeskab ved 100 °C i 24 timer.
Efter tørringen bestemmes de repektive tørvægtsværdier ved vejning med to decimalers nøjagtighed.
De fundne tørvægte indføres i resultatskema.

Bunden i de 10 resterende plasturtepote dækkes ligeledes med 3 lag filterpapir.
Urtepotterne nummereres 1 ---> 10.
Papiret fugtes med dem. vand.
1 ---> 5 fyldes med blomsterjord.
6 ---> 10 fyldes med jord/sand.
Vækstmedierne trykkes let sammen, så overfladen bliver plan.

Opstillingerne vejes med to decimalers nøjagtighed.
Resultaterne indføres i skema under Vådvægt opstilling målt.

Derpå afvejes ca. 3 g græsfrø pr. urtepotte.
Frøene vejes med to decimalers nøjagtighed.
Resultaterne indføres i skema under Vådvægt frø målt.

De afvejede frø fordeles jævnt over overfladen i urtepotterne 1 - 10.

Opstillingerne gennemvandes med demineraliseret vand. Urtepotterne anbringes i varmeskab ved 25 °C. indtil kimplanterne er spiret godt frem.
Opstillingerne vandes løbende med dem. vand.

Når kimplanterne er spiret frem, fremstilles de næringssaltopløsninger, der skal vandes med i forsøget:

I 10 250 mL målekolber fyldes 250 mL demineraliseret vand. Derpå tilsættes næringssaltopløsning (substans) iflg. nedenstående: (benyt målepipette).

1: 0 mL næringssaltopl.

2: 1 mL -----

3: 2 mL -----

4: 4 mL -----

5: 8 mL -----

6: 0 mL -----

7: 1 mL -----

8: 2 mL -----

9: 4 mL -----

10: 8 mL -----

Kolberne dækkes med staniol og forsynes med etikette med opløsningens nummer.



10 2 liters syltetøjsglas nummeres 1 ---> 10.

I hvert glas anbringes magnetstav.

I glassene hældes ½ liter søvand.

Urtepotterne med de fremspirede kimplanter anbringes i de respektive syltetøjsglas.

Opstillingerne anbringes i lys.

I den følgende tid vandes så vidt muligt dagligt med 25 mL nærings-saltopløsning. (fredag/mandag 50 mL)

Når næringssaltopløsningerne er opbrugt vandes jævnlgt med 50 mL demineraliseret vand, indtil vandstanden når op til ca. 1 cm over urtepottens bund.

Derefter vandes efter behov indtil forsøget afsluttes.

Nu mangler der kun kendskab til søvandets tilstand ved forsøgsstart.

Da søvandet i de enkelte opstillinger tilføres vand via vanding af urtepottene, skal en tilsvarende fortynding foretages på søvandet for at evt. ændringer i løbet af forsøgsperioden kan registreres.

Dette gøres på følgende måde:

I det sidste syltetøjsglas fyldes $\frac{1}{2}$ liter søvand.

En tom urtepotte anbringes i glasset og urtepottens bund markeres på glasset side.

Søvandet fortyndes med demineraliseret vand indtil mærket.

Først bestemmes nitratindholdet med nitratelektrode eller nitratsticks. Resultatet indføres i skema.

Derefter filtreres vandet gennem planktonfiltermembran.

Menbranen overføres til plastikbæger med 50 mL 96 % ethanol.

Bægeret lukkes med skruelåg og anbringes i mørke.

Forsøgsafslutning:

24 timer senere måles absorptionen på spektrofotometer ved 660 nm. med 96 % ethanol som reference.

Absorptionsværdien indføres i skema.

I glasset fyldes atter $\frac{1}{2}$ liter søvand og der foretages igen fortynding med demineraliseret vand indtil mærket. Glasset forsynes med løstsiddende låg og anbringes ved siden af de andre glas. Opstillingen mærkes: 11.

I løbet af forsøgsperioden anbringes glassene med jævne mellemrum på magnetomrører for at hindre, at for mange alger sætter sig fast på glassets sider.

De 10 urtepotte tages op af glassene. Anbringes evt. i petriskål og tørres 24 timer i varmeskab ved 100 °C.

Efter tørring vejes urtepottene med to decimalers nøjagtighed. Resultaterne indføres i skemaet under Sluttørvægt målt.

Dernæst måles nitratindholdet i vandet i de 11 syltetøjsglas. De målte værdier indføres i resultatskema.

Efter nitratmålingen anbringes glassene på magnetomrører for at hvirvle algerne op i vandet. Evt. fastsiddende alger løsnes med spatel.
 Al vandet filtreres gennem planktonfiltermembran.
 Membranen overføres til plastikbæger med 50 mL 96 % ethanol.
 Bægeret lukkes med skruelåg og anbringes i mørke.
 24 timer senere måles absorptionen på spektrofotometer ved 660 nm.
 med 96 % ethanol som reference.

Absorptionsværdierne indføres i resultatskema.

Resultater

	Petriskål Vådvægt målt	Petriskål+ frø Vådvægt målt	Petriskål+frø Tørvægt målt	Frø Vådvægt	Frø Tørvægt
E					
F					

Værdierne for FRØ VÅD- og TØRVÆGT indføres i næste skema:

	Vådvægt g målt	Tørvægt g målt	1 g vådvægt svarer til g tørvægt beregnet	Gns. værdier. beregnet
A: blomsterjord				
B: blomsterjord				
C: jord/sand				
D: jord/sand				
E: frø				
F: frø				

Ovenstående beregnede gns. værdier for sammenhængen mellem 1 g VÅDVÆGT og ... g TØRVÆGT benyttes til udregning af tørvægtsværdierne i opstillingerne i de 10 forsøgsopstillinger.

Nr.	Våd- vægt ops. målt	Tør- vægt ops. beregnet	Våd- vægt frø målt	Tør- vægt frø beregnet	Tør- vægt ops+frø be- regnet	Tør- vægt ops+frø målt	Tør- vægt æn- dring beregnet
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Forsøgsstart:

Søvandet fortyndet med dem. vand:	
Nitrat: mg -NO ₃ ⁻ pr. L.	Absorption ved 660 nm.

Forsøgsafslutning søvand:

Nr	Nitrat mg/L	Absorption ved 660 nm.
1		
2		
3		
4		
5		

Nr.	Nitrat mg/L	Absorption ved 660 nm.
6		
7		
8		
9		
10		
11		

Sammenhængen mellem næringssalttilførsel i mL og græssets nettoproduktion afbildes i pinddiagram for de to vækstmedier.

Ligeledes afbildes sammenhængen mellem næringssalttilførsel i mL og absorptionen i de 10 glas.

Spørgsmål

- 1) I hvilke organiske stofgrupper indbygger primærproducenterne næringssaltene: nitrat -NO_3^- , sulfat -SO_4^{2-} og fosfat -PO_4^{3-} ?
- 2) Hvad forstås ved nettoprimærproduktionen?
- 3) Hvilken indflydelse har dyrkningsmediet på nettoprimærproduktionens størrelse?
- 4) Hvilken sammenhæng er der mellem næringssalttilførslen og nettoprimærproduktionens størrelse?
- 5) Hvad kan der slutes ved sammenligning af resultaterne i det fortyndede søvand ved forsøgsstart og glas 11 ved forsøgsafslutning?
- 6) Hvorfor repræsenterer de målte nitratmængder i vandet under urtepottene minimumsudvaskningen?
- 7) Forklar sammenhængen mellem mellem gødningstilførsel og udvaskning af næringssalte for de to dyrkningsmedier.
- 8) Hvorfor kan man benytte absorptionsmålinger som udtryk for planteplanktonmængden?
- 9) Hvilke usikkerheder kan der være ved sådanne målinger?
- 10) Hvilke konsekvenser kan overgødskning af landbrugsjorder få på søkosystemer, der grænser op til de pågældende jorder?

Kommentarer

Et tilsyneladende kompliceret og uoverskueligt eksperiment.

Følges den anviste vejledning, får eleverne indarbejdet mange forskellige arbejdsmetoder, som kan være til megen nytte senere ved små spontane forsøg.

I tilfælde af, at klassen vælger at arbejde med udvaskning af næringssalte i økologi, kan det anbefales at starte forsøget på et meget tidlig tidspunkt. De enkelte problemstillinger i denne sammenhæng kan så løbende diskuteres med udgangspunkt i, hvad der kan iagttages kvalitativt i glassene.

Der laves kun en samlet forsøgsopstilling med 2/3 elever om et glas, som de er forpligtiget til at passe.

Forsøget kan således benyttes til at indarbejde en vis ansvarsfølelse hos eleverne over for det, at arbejde med levende organismer.

Det anbefales dog, at læreren holder øje med om vandingen foretages.

Er man så heldig/uheldig, at der udvikles consumentpopulationer i nogle af glassene, kan det give yderligere perspektiver i forsøget.

Planterødderne vil som regel vokse igennem filtrerpapiret og ned i vandet. Det kan give anledning til udbytterige diskussioner om usikkerheder i forsøget og om hvordan planterne kan overleve i denne situation.

Har man adgang til ilt- og pH-målingsudstyr, kan det anbefales at måle disse størrelser eksempelvis i glas 6 og 10 umiddelbart før forsøgsafslutning. Målingerne kan gennemføres efter at glassene har stået X timer i lys. Derefter anbringes glassene i tilsvarende tidsinterval i mørke, hvorefter målingerne gentages.

Lykkes det at få resultater hjem fra næsten alle glas (hvad der er muligt), kan forsøget give eleverne indblik i så mange økologiske sammenhænge, at det fuldt ud står mål med det arbejde, der er lagt i den praktiske gennemførelse af eksperimentet.