

Marklära B

Tentafrågor som dykt upp under tidigare tentatillfällen. Svaren kan innehålla mindre felaktigheter eller vara inkompleta.

Lärobok: The Nature and Properties of Soils, Brady/Weil. ISBN: 0-13-016763-0

Ange hur hårt vattnet binds i jord vid a) fältkapacitet och b) permanenta vissningsgränsen.

- a) -10 kPa
- b) -1500 kPa

Du bor i ett land med subtropiskt monsunklimat (regn och torrperiod) och är bonde! Vilken av följande jordar tror du är bäst, ffa ur markfysikalisk synvinkel, för odling av fastmarksgrödor, t.ex. vete (OBS! Ej våtris!). Förklara varför!

Tips: Ta hänsyn både till avdunstning och dränering.

- a) Ett sandigt sediment som på ca 0,5 m djup övergår i en lera
- b) En lera som på ca 0,5 m djup övergår i ett sandigt sediment

Vid häftiga regn direkt på lera finns risk för att allt vatten rinner bort. Då leran torkar bildas dessutom hårda och stora aggregat som kan hindra växternas rotbildning. Jag anser därför att a) är en bättre odlingsjord eftersom det sandiga sedimentet samlar upp vattnet från häftiga regn, vattnet behålls i leran som skyddas från solens uttorkning av sanden, och växternas rötter får då lätt fäste.

Du, som växtodlare någonstans i Sveriges slättbygder, vill naturligtvis ha en god aggregatstruktur i din lerhaltiga jord. Nämn flera åtgärder du kan vidta för att bevara/förbättra aggregatstrukturen.

- 1) Inte plöja för hårt, tallriksharv osv -
- 2) Bearbeta jorden vid rätt tidpunkter då det inte är för blött eller torrt
- 3) Sprida växtrester över jordytan skyddar mot erosion och gynnar dagmask
- 4) Gödsla för att gynna mikrobiell aktivitet
- 5) Sprida kalk (eventuellt blandat med syntetiska polymerer)

Sekundära lermineral är betydelsefulla för jordens jonbyteskapacitet. En speciell grupp av dessa kallas skiktade lermineral (crystalline layered silicate clays). Dessa är i sin tur indelade i huvudtyper och namngivna undertyper. Namnge och beskriv översiktligt egenskaper och kapaciteter hos åtminstone tre olika undertyper.

s. 324-328

t.ex. Kaolinit (porslin) minst svällning och jonbyteskapacitet, illit (släkt med biotit/muskovit) liten svällning pga isomorf jonersättning i tetrahedriska skikten vilket ger starka negativa laddningar, smektit som sväller mycket och har mycket stor jonbyteskapacitet.

Definiera begreppen CEC_T , totalaciditet, basmättnadsgrad samt ECEC.

CEC_T = Total katjonbyteskapacitet

TA = Utbytesaciditet + "residual acidity". (s. 911)

BMG = Hur mättat ett jonbyteskomplex är med katjoner, exklusive väte och aluminium.

CEC_E = Den mängd katjoner som jorden kan hålla i det pH som jorden har ursprungligen.

OBS! Tydligt ska man referera till pH, vilket jag inte är säker på vad som gäller för ovanstående.

Jordars kapacitet att binda joner till den fasta fasens ytor varierar givetvis, men relationerna mellan olika jonslags affinitet till adsorptionskomplexen är relativt oberoende av jordtyp (speciellt för katjonerna).

a) Rangordna följande katjoner efter avtagande bindnings-/adsorptionsstyrka till katjonbyteskomplexen:

Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Al^{3+} , NH_4^+ , Ca^{2+}

Lytropiska serien = $Al^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ = NH_4^+ > Na^+$

b) Rangordna följande anjoner efter avtagande bindnings-/adsorptionsstyrka till anjonbyteskomplexen:

Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-}

Svar: $PO_4^{3-} > SO_4^{2-} > CO_3^{2-} > NO_3^- > Cl^-$

Hur, och varför, varierar lösligheten av fosfat i marken över pH-skalan?

I sura jordar (pH 4-5.5) dominerar den envärda anjonen $H_2PO_4^-$, medan basiska jordar domineras av den tvåvärda anjonen HPO_4^{2-} . Aluminium kan binda till fosfaterna och bilda mineral som inte längre är lösta i marken. Detta sker framförallt i sura jordar mellan $H_2PO_4^-$ och Al^{3+} . I basiska jordar binder istället Ca^{2+} till fosfatet och bildar mineral (pH > 8). Aluminium binder däremot mycket hårdare än kalcium. Fosfat är därför som mest tillgängligt mellan pH 6 - 7.

Vad är kelatkomplex och på vilka olika sätt kan sådan komplexbildning ha betydelse för växtrötternas näringsupptag eller vitalitet? Ge exempel!

"The cationic micronutrients react with certain organic molecules to form organometallic complexes called chelates. If these complexes are soluble, they increase the availability of the micronutrient and protect it from precipitation reactions. Conversely, formation of an insoluble complex will decrease the availability of the micronutrient."

Exempel: En växt kan t.ex. utsöndra organiska ligander som reagerar med Fe^{3+} till Fe-kelat som kan tas upp av växten. Utan kelat hade troligtvis $FeOOH$ bildats, vilket är otillgängligt för växter. (s. 651)

Beskriv vad s.k. svartmocka är, beskriv bildningssituationen, vilka ämnen som är inblandade, samt vilka organismer och organismprocesser som leder till svartmockabildningen.

Svartmocka är sedimentlager med högt innehåll av järnsulfid.

Det bildas vid sedimentering på havsbotten och gynnas av hög vattentemperatur, hög tillgång på lätttoxiderade organiska material, hög tillgång på järn, hög tillgång på sulfat samt stillastående vatten som gör att tillgängligt syre förbrukas fort och ger en syrefri miljö. Hög mikrobiell aktivitet gör att syret förbrukas fortare. Trevårt järn reduceras i den syrefria miljön av bakterier till tvåvärt (Fe^{2+}) och sulfat reduceras till sulfid, vilket tillsammans ger järnsulfid som sedimenterar på havsbotten.

Protozoer och nematoder är ytterligare två grupper av organismer som påverkar markprocesser. Vilka funktioner är de mest betydande för var och en av grupperna?

Protozoer: Sekundär konsument - äter bakterier, svamp och andra mikroorganismer.

Nematoder: Primär, sekundär samt tertiär konsument. Olika arter äter olika saker, men som grupp äter dom i princip allt och bidrar både till nedbrytning och reglering av andra nedbrytarens aktivitet.

På vilka olika vis påverkar växtens rötter heterotrofa markorganismers aktivitet?

Rötterna utsöndrar näring (sockerarter) vilket ökar markorganismernas aktivitet. Men de utsöndrar även H^+ vilket försurar omgivningen, CO_2 som minskar syrehalten i markporerna och suger upp vatten vilket kan leda till snabbare uttorkning. Allt detta samverkar till att minska markorganismernas aktivitet. Då rötterna dör kan de brytas ned till näring av andra markorganismer. När rötter växer skapar de porer och trycker även ut porer så att de blir större. Mikrobiell aktivitet runt rötterna är 2-10 gånger högre än i delar av jorden som inte innehåller rötter.

Förklara begreppen "dissimilatory reduction" och "assimilatory reduction". Ge exempel på bägge processerna, med kol som modellsubstans.

Dissimilatory reduction - cellen får energi från ett ämne utanför cellen.

Assimilatory reduction - cellen använder energi för att ta upp ett ämne.

Se stencil som Mats delat ut. (jag fick full poäng utan att ge något exempel, bara ritade hans bilder)

Kvävefixeringen är spridd bland många olika grupper av prokaryota organismer och är central för tillförseln av N till alla ekosystem.

a) N-fixering är en mycket energikrävande process, varför?

N_2 är en molekyl med starka bindningar (trippelbindning) och lågt energiläge. Då krävs det mycket energi för att höja energiläget och bryta bindningen (görs av enzymet nitrogenas).

b) Beroende på vilka organismer/symbioser som utför N-fixeringen så kommer energin från olika källor. Vilka olika huvudgrupper av N-fixerare finns det och varifrån tas energin för var och en av grupperna?

Bakterier: Heterotrofer som tar energin från kolhydrater. De kan fixera kväve själva, men processen går snabbare vid symbios med växter som kan tillhandahålla socker som snabb energikälla.

Cyanobakterier: Autotrofer som får energi genom fotosyntes och dessutom kan fixera kväve med hjälp av denna energi. Cyanobakterier är särskilt viktiga kvävebindare i risfält.

Aktinomycceter: Hos al finns symbios mellan aktinomycceter av släktet *Frankia* som kan fixera kväve. Energin tas från trädets fotosyntes.

Kvoten mellan kol och ett näringsämne används ofta för att avgöra vad som sker med ämnet ifråga under nedbrytningen av organiskt material. Beskriv teorin bakom att använda en sådan kvot. Förklara vad som avgör vad som händer med ämnet under nedbrytning av organiskt material samt hur detta relaterar till förändring i kvoten. Rita en bild över hur kvoten förändras. Indikera också i figuren vad som är begränsande för de nedbrytande organismerna under de olika faserna av nedbrytning.

Då C/N-kvoten är över 25-30 är kvävet begränsande och används av nedbrytningens organismerna.

Därefter blir kolet begränsande och kvävet mineraliseras som NH_4^+ . Kurvan planar ut vid den C/N-kvot som markorganismerna själva håller. Otillgängligt kol höjer gränsvärdet för nettomineralisering.

Hur påverkas det värde på C/N-kvoten då netto-mineralisering kan ske, om halten av svårnedbrytbara organiska kolföreningar (t.ex. polyfenoler, lignin, mm) är höga i växtmaterialet?

Den höjs. (förmodligen ska svaret vara lite mer innehållsrikt)

a) Beskriv den klassiska modellen över hur näring omsätts i ett mark-växsystem som innehåller mykorrhiza.

Växt -> Förna -> Saprotrofer -> Mineral/oorganiska ämnen -> Mykorrhiza -> Växt

b) Vilka alternativa vägar känner man till / föreställer man sig att näring kan tillföras växten med hjälp av mykorrhizan?

Förna -> Mykorrhiza och/eller Saprotrofer -> Mykorrhiza

Hur kan man förklara att växter som Tallrot och vissa orkidéer (som saknar klorofyll) har en välutvecklad mykorrhiza?

De lever som parasiter på andra växter eller nedbrytare av organiskt material.

Vad händer med markrespirationen om

a) skogen kvävegödslas?

b) mängden koldioxid i atmosfären fördubblas?

c) lufttemperaturen ökar utan att marktemperaturen ökar?

Förklara skälet/skälen till responsen för vart och ett av de olika scenarierna.

a) Den minskar.

b) Den minskar.

c) Den minskar.

Använd bl.a. termerna adhesion, kohesion, ytspänning, kapillär, atmosfäriskt tryck och hydrofila ytor i en mycket kort essä (5-6 rader) som förklarar varför vatten sugts upp och hålls kvar ovan grundvattenytan i en jord.

På grund av vattenmolekylernas polära egenskaper kommer de att dras till varandra (kohesion) eller till andra polära ämnen (adhesion). I de smala gångar (kapillär) och luftfickor som finns i jorden kommer vatten från grundvattennivån att fästa genom adhesion till kapillärernas väggar, varefter vattnets kohesion gör att vattenpelaren dras uppåt och stiger. Det atmosfäriska trycket verkar i motsatt riktning som en tyngd på vattenytan. Om inga polära (hydrofila) ytor finns i kapillären (t.ex. om det är en vaxartad yta) finns ingen adhesion och därför stiger inte vattenpelaren.

Hur sker vattentransport i vattenmättade, jämfört med omättade jordar? (drivkrafter, flödesvägar, transportkapacitet)

Omättad jord: Kapillärkraft får vattnet att stiga. Regn rinner efter tyngdkraften men kan hindras av luftfickor. Transportkapaciteten är mindre än i en mättad jord.

Mättad jord: Vattnet rinner enligt tyngdkraften. Kapillärkrafter kan få vatten stillastående. Den totala kontaktytan/överföringsytan är mycket större än i en omättad jord, därför rinner vattnet snabbare.

Vilka förhållanden bestämmer hur bra/dålig luftväxlingen i jorden är? Ange de två viktigaste faktorerna.

Porfördelning och vattenmättnad.

Syrgasbrist i fuktiga jordar uppträder mycket snabbare och blir allvarligare för växterna om det är hög temperatur och varmt i jorden, än när det är kallt i jorden. Varför?

Ämnesomsättningen är högre vid en högre temperatur vilket gör att växter och mikrober använder upp den syrgas som finns snabbare.

Organiska syror (alltifrån enkla, små syror, exv oxalsyra, till mycket stora och komplexa, s.k. humussyror) påverkar vittringen på två olika sätt. Hur?

De kan agera som syror och fräta på mineral, samt komplexbinda till katjoner.

Anta att du har två rent organiska jordar. De har samma ursprung, dvs de består av samma typ av organiskt material. Den ena har dock pH-värdet 6 och den andra pH 4. Ange vilken jord som har högst respektive lägst effektiv katjonbyteskapacitet, samt varför.

Högre pH-värde ger högre effektiv katjonbyteskapacitet. Vid höga pH avger de organiska syrorna vätejoner från sina OH-grupper. Kvar blir syret som har en negativ laddning och kan binda katjoner.

Hur kan ett neutralt salt (dvs som varken har sura eller basiska egenskaper) sänka pH i en jord?

Genom att saltets katjon fäster vid ett jonbytes-komplex och istället frigör en eller flera vätejoner.

Allmänt sett är kalium en lättrörlig och lätturlakad jon i jorden. Men det finns ett fenomen som brukar benämnas kaliumfixering. Förklara kort vad som åsyftas med det.

Vermiculit, illit och andra finkorniga mineral kan binda kalium. Detta görs främst i basiska jordar där kolloidernas vätejoner och hydroxyaluminiumgrupper då har dissocirats. Kalcium och magnesium kommer dessutom att tas upp av växterna samtidigt som kalium, vilket gör att i jordar där dessa ämnen finns närvarande kommer växterna inte att ta upp lika mycket kalium, vilket ger en högre koncentration av kalium i jorden.

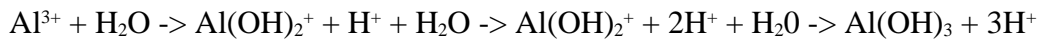
Beskriv den dominerande mekanismen bakom jordars anjonbyteskapacitet, samt den hårdare bindning som kallas "fixering". Förklara i sammanhanget till vilka komponenter i jorden som en sådan anjonbyteskapacitet är knuten.

?

Ge en förklaring till varför man ofta finner högre halter av kväveformen nitrat, i förhållande till formen ammonium, i jordar med relativt högt pH-värde (5-6 och högre).

Nitrifikationsbakterierna, som omvandlar ammonium till nitrat, trivs bättre vid högre pH.

Beskriv aluminiums hydrolys - helst stegvis och med reaktionsformler - och förklara hur detta är kopplat till jordens pH och pH-buffringsförmåga.



Då reaktionen går åt höger verkar aluminium som en syra. Vid en försurning kan aluminiumhydroxidens OH--grupper reagera med H⁺ och bilda vatten, reaktionen går alltså då åt vänster. Alltså; högt pH driver reaktionen åt höger och ett lågt pH driver reaktionen åt vänster, som en buffringsmekanism. Eftersom aluminium är vanligt i jorden är buffringskapaciteten oftast hög och mest aktiv vid pH runt 4-5,5.

Vad är "svartmokka" och vad blir de mark- och vattenkemiska konsekvenserna när sådana jordlager kommer i kontakt med luft (syrgas)? Beskriv gärna stegvis vad som händer - vad som bildas och hur egenskaperna hos jord och avrinnande vatten successivt förändras.

Svartmokka är finsediment på gammal havsbotten med högt innehåll av järnsulfid.

Då svartmockan kommer i kontakt med syra kan vissa bakterier utnyttja sulfiden som energikälla och oxidera den genom reaktionen $\text{S}_2^- + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$. Processen är starkt försurande.

Glukos är den i naturligt material vanligast förekommande kolföreningen och uppträder antingen som fri förening eller som olika polymerer. Förklara vilka faktorer det är som gör att nedbrytningen går olika fort av följande föreningar:

- a) amorf cellulosa
- b) kristallin cellulosa
- c) stärkelse
- d) glukos

Lista också i vilken ordning föreningarna bryts ned.

- a) De flesta organismer (utom t.ex. vissa bakterier) saknar det enzymesystem som behövs för att bryta cellulösans bindningar varför nedbrytning går relativt långsamt. Bindningarna mellan glukosmolekylerna är starka.
- b) Kristallin cellulosa är ännu mer hårdsmält än amorf cellulosa då kristalliniteten måste brytas först så att amorf cellulosa bildas.
- c) Stärkelse är välförgrenad utan särskilt starka bindningar och kan brytas ned till glukos med hjälp av enzym.
- d) Glukos är den energiform som alla organismer använder i sina mitokondrier för att frigöra energi från kolhydrat. Den kan alltså användas direkt i cellen utan att bearbetas och är mycket snabb energi.

Ordningen i vilken de olika föreningarna bryts ned är glukos -> amorf cellulosa -> stärkelse -> kristallin cellulosa.

Definiera (dvs ange vad första ledet i ordet syftar på) följande begrepp:

- a) Fototrof
- b) Kemotrof
- c) Organotrof
- d) Litotrof
- e) Autotrof
- f) Heterotrof

- a) Får sin energi från ljus
- b) Får sin energi från kemiska bindningar
- c) Använder organiska föreningar som elektrondonatorer
- d) Använder oorganiska föreningar som elektrondonatorer
- e) Använder CO₂ som kolkälla
- f) Använder organiska föreningar som kolkälla

För att kunna förutsäga vad som händer med avgivningen av koldioxid från marken (markrespirationen) om någon omvärldsfaktor förändras måste vi kunna identifiera samtliga olika markprocesser som bildar koldioxid samt vilka faktorer som kontrollerar var och en av dem. Antag en jord som innehåller både oxisk och anoxisk miljö och lista samtliga processer som producerar koldioxid som man behöver identifiera för att kunna förutsäga hur markrespirationen påverkas av någon yttre faktor.

- 1) Rotandning från växter
- 2) "Rotandning"/förbränning hos svamp/mykorrhiza
- 3) Markorganismers andning (bakterier, leddjur, maskar, osv)
- 4) Bakteriell anoxisk förbränning (t.ex. metanbakterier i myrar)
- 5) Ev. spontan förbränning av kolföreningar (förmodligen helt försumbart)

Rita en figur över hur kol-kväveknoten förändras under nedbrytningen av organiskt material. Identifiera i figuren när (med avseende på C/N-knoten) nettomineralisering av kväve sker samt redogör för vad som avgör när detta sker. (Skalan på Y-axeln med C/N-knoten skall vara någorlunda korrekt)

Figur med Y-skala 0-100, utplanande kvot från 75 ner mot 10.

När C/N-knoten är större än 25-30 är kvävet begränsande. Det mesta av kvävet används alltså av organismerna i miljön. När C/N-knoten kommer under 25-30 börjar kolet bli begränsande.

Organismerna som bryter ner materialet kan inte använda allt kväve, så det mineraliseras istället. C/N-kvot 10 antas i figuren vara den c/N-kvot som organismerna själva har. Kolet är i lättillgänglig form. Otillgängligt kol höjer gränsvärdet för nettomineralisering.

Nedbrytningen av organiskt material i en viss våtmark resulterar i denitrifikation. Förklara vad som händer och varför om a) syre eller b) sulfat tillförs till kärret, dels med det organiska materialet och dels det ämne som utnyttjades i denitrifikationen och dels de ämnen som tillförs enligt alternativ a) eller b) enligt ovan.

- a) Syre används som elektronacceptor istället för nitrat. Det organiska materialet kan brytas ned snabbare. Denitrifikationen minskar alltså.
- b) Det organiska materialet kan nedbrytas mer om nitraten tar slut, men denitrifikationen minskar inte eftersom nitrat är ett bättre oxidationsmedel än sulfat. Sulfatet används alltså bara i nödfall.

Vad händer och varför med CO₂-avgivningen från nedbrytningen av färsk förna om man ökar mängden av protozoer (amöbor, ciliater, flagellater)?

Den minskar, eftersom protozoerna konsumerar bakterier och därmed minskar mängden organismer som andas CO₂.

Vad betyder:

- a) **Mineralisering**
- b) **Nettomineralisering**
- c) **Mobilisering**
- d) **immobilisering**

...av ett näringsämne?

- a) Övergång från organiskt material till oorganiskt.
- b) Mineraliseringen är högre än den biologiska användningen av ämnet ifråga.
- c) Övergång från fast/bunden form till löst form.
- d) Övergång från löst form till fast/bunden form.

a) Vad avgör om det sker nettomineralisering av kväve under nedbrytning av organiskt material?

b) Vad händer med kvävet under nedbrytningen av organiskt material innan nettomineralisering börjar uppträda?

c) Vilken är den kväveform som bildas vid mineralisering?

- a) Om mängden kväve som frigörs är lika stor eller större än mängden kväve som förbrukas.
- b) Innan nettomineralisering uppträder används kvävet av de organismer som bryter ned materialet.
- c) NH_4^+

Rita en enkel skiss i genomskärning av ektomykorrhiza respektive vesiculär-arbuskulär mykorrhiza, beskriv de viktigaste morfologiska karaktärerna hos respektive mykorrhiza.

a) Vilken av de bägge formerna representerar den högsta specialiseringen, motivera varför.

b) Vilken mykorrhiza dominerar bland våra skogsträd?

Ektomykorrhiza omsluter rotspetsen helt och hållet.

Vesiculär-arbuskulär mykorrhiza växer in med sina hyfer i roten.

- a) Ektomykorrhiza är den mest specialiserade eftersom det är ett helt annorlunda växtsätt att bilda en omslutande kapsel istället för att skjuta in med hyfer som svampar brukar göra.
- b) Ektomykorrhiza är den dominerande formen bland våra skogsträd.

Vilka olika interaktioner finns mellan svamp och nematoder? Förklara vad respektive organism "tjänar" på respektive interaktion. Motivera svaren.

- 1) Svamp äter nematod: Svampen får näring och andra nematoder får mindre konkurrens.
- 2) Nematod äter svamp: Nematoden får näring och andra svampar får mindre konkurrens.
- 3) Svamp/nematod äter/försämrar livsmiljö för organism som utgör födokälla/konkurrens om födokälla för svamp/nematod: Ungefär samma som punkt 1 och 2.

Dessutom får all form av predation som konsekvens att "den starkaste/mest anpassade överlever" vilket blir en positiv långsiktig effekt för den art som prederas.