

Foto: Reidun Aspmo

Fosforgjødsling og vannkvalitet

Jordas fosforinnhold har stor betydning for risikoen for fosfortap. Skal miljømålene i vannforskriften nås, bør jordas fosforinnhold reduseres der dette er unødvendig høyt. I dette faktaarket gis det informasjon om hvordan redusert fosforgjødsling kan bidra til redusert fosforavrenning.

Fosfortap fra et areal er bestemt av jordas fosforinnhold og omfanget av overflateavrenning og erosjon. Det betyr at i tillegg til tiltak som redusert jordarbeiding om høsten, fangdammer og vegetasjonssoner, er det også nødvendig å fokusere på jordas fosforstatus og fosforgjødsling.

FOSFOR I JORD

Det aller meste av fosforet (P) i jorda er bundet til jordpartiklene. I mineraljord er bare ca 0,1% av fosforet løst i jordvæska. Den lave fosforkonsentrasjonen i jordvæska er årsak til vanligvis liten fosforutvasking til drengroftene. Det meste av

overskuddet i fosforgjødsling akkumuleres derfor i jordarbeidingssjiktet.

Jorda i Norge er fra naturens side fattig på tilgjengelig fosfor. Det var derfor i flere tiår anbefalt å gjødsle med betydelig mer fosfor enn det som tas ut med avlingene. Dette har ført til at innholdet av tilgjengelig fosfor i jorda, målt som P-AL, mange steder er unødvendig høyt med tanke på å sikre gode avlinger. Akkumulering av fosfor i jorda har vært spesielt stor i husdyrdistriktene. Ved maksimalt tillatt husdyrhold bidrar husdyrgjødsling i gjennomsnitt med 3,5 kg P/dekar/år. Denne fosformengden er i de fleste

tilfellene betydelig større enn det som tas ut med avlingene, og fosforinnholdet i jorda vil fortsatt bygges opp, selv uten tilførsel av fosfor med mineralgjødning.

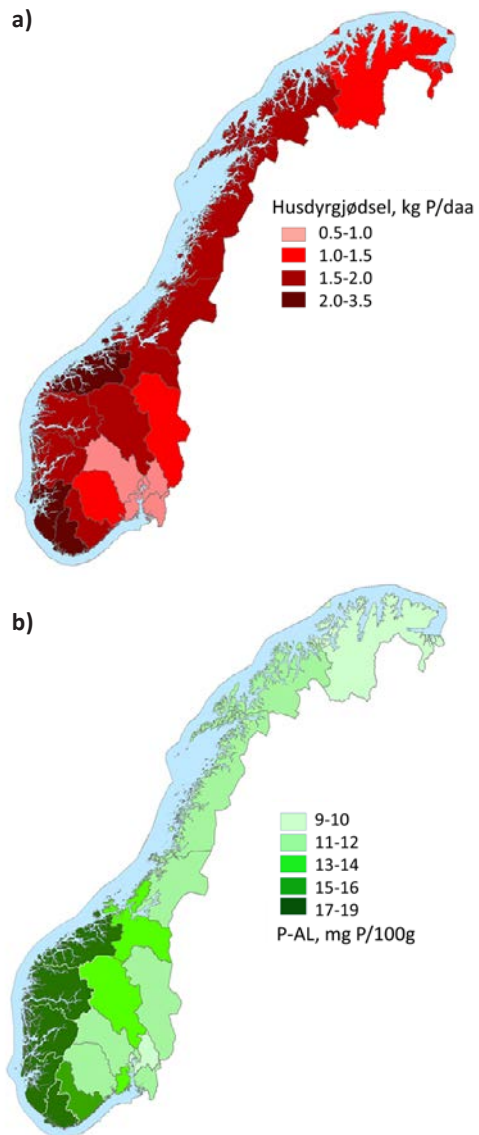
I Figur 1 vises fylkesvis gjennomsnitt for fosfor tilført med husdyrgjødsel, sammenlignet med gjennomsnittlig P-AL-tall i jorda. Figuren illustrerer at fylker med en høy husdyrtetthet ofte også har et høyt gjennomsnittlig P-AL-tall i jorda. Ved P-AL>14 anbefales det å utelate fosforgjødsling, fordi jorda da forsyner plantene med tilstrekkelig fosfor. Vestlandsfylkene har dermed i gjennomsnitt et P-AL-nivå i jorda hvor det ikke er behov for fosforgjødsling.

ØKT FOSFORINNHOOLD I JORDA GIR ØKT FOSFORTAP

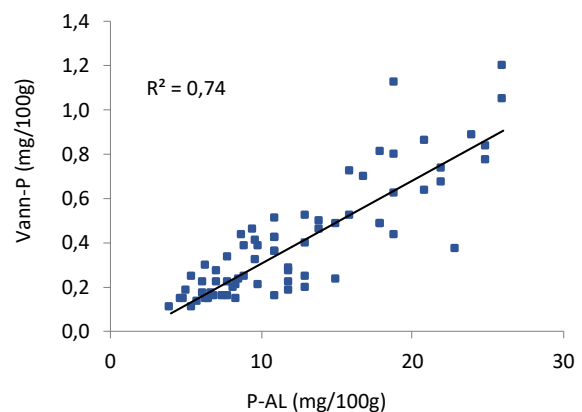
Jordas fosforinnhold har stor betydning for risikoen for fosfortap. Jo sterkere jorda er oppgjødlet, jo mer fosfor vil følge med jordpartiklene til vassdraget. Ute i vassdraget vil en del av fosforet som er bundet til jordpartiklene frigis.

Med økende P-AL-tall i jorda øker jordas innhold av vannløselig fosfor (Figur 2). Selv om det meste av fosforet i jorda er partikkelbundet i utgangspunktet, kan en betydelig mengde fosfor frigis når jorda kommer i kontakt med vann som har en lavere fosforkonsentrasjon enn jordvæska. Det er dokumentert i en rekke undersøkelser at ved økende innhold av plantetilgjengelig fosfor i jorda, øker konsentrasjonen av løst fosfor i jordbruksavrenningen.

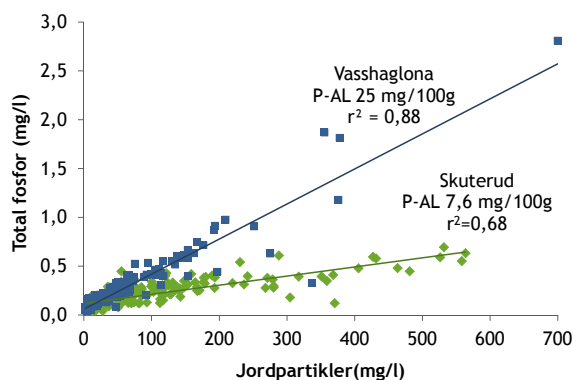
Data fra NIBIOs program for jord- og vannovervåking (JOVA) kan illustrere den samlede effekten av høye P-AL-tall i jorda og høy fosforgjødsling på avrenning av fosfor. Ett av nedbørfeltene i JOVA (Vasshaglona, Aust-Agder) er dominert av fosforkrevende produksjoner (potet og grønnsaker) og har meget høye P-AL-tall i jorda, i gjennomsnitt 25 mg P/100g. Dette feltet kan sammenlignes med et annet felt (Skuterud, Akershus) som er dominert av kornproduksjon og som har et gjennomsnittlig P-AL-tall på 8. Figur 3 illustrerer at ved samme partikkelkonsentrasjon i avrenningen er fosforkonsentrasjonen i Vasshaglona høyere enn i Skuterud. Dette betyr at ved erosjon tapes mer fosfor med jorda i Vasshaglona enn ved et tilsvarende jordtap i Skuterud. Erosjonssikringstiltak er derfor ekstra viktig i områder hvor fosforinnholdet i jorda er høyt.



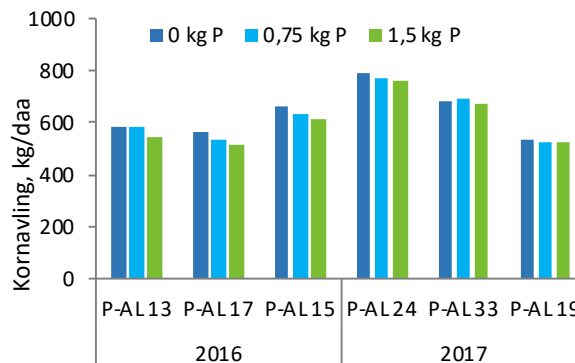
Figur 1. Gjennomsnittlig tilførsel av fosfor med husdyrgjødsel i 2019 (kg P/daa) (a), sammenlignet med gjennomsnittlig innhold av P-AL i jorda (b) innenfor gamle fylkesgrenser. P-AL-verdiene er et gjennomsnitt for perioden 2011-2016, med unntak av Rogaland hvor perioden 2003-2016 er benyttet i beregningene. (Modifisert etter Bechmann & Deelstra 2013).



Figur 2. Sammenheng mellom konsentrasjonene av vannløselig fosfor (Vann-P) og P-AL for jord med lettleire fra ulike regioner i Norge (Øgaard m. fl. 2012).



Figur 3. Sammenheng mellom partikkel- og fosforkonsentrasjon i avrenning fra to JOVA-felt med ulik gjennomsnittlig P-AL-nivå i jorda. Ved høye P-AL-tall følger mer fosfor med den eroderte jorda enn der det er lavere P-AL-tall (Bechmann & Deelstra 2013).



Figur 4. Kornavling ved ulik fosforgjødsling på jord med høye P-AL-tall (basert på Kristoffersen og Øgaard, 2018).

ANBEFALT FOSFORGJØDSEL

Når jordas P-AL-nivå er i området 5-7, anbefales det å gjødsle etter balanse til korn og gras, det vil si at en tilfører like mye fosfor som det som fjernes med avlingen. P-AL 5-7 anses som optimalt nivå når det skal tas hensyn til både avling og miljø. Ved P-AL >7 anbefales det å gjødsle med mindre fosfor enn det som fjernes med avlingene, fordi jorda bidrar med fosfor. I følge anbefalingen skal fosforgjødslingen reduseres lineært med økende P-AL fra P-AL 7 til P-AL 14.

Ved P-AL >14 kan jorda dekke hele fosforbehovet og fosforgjødsling kan derfor utelates helt. Jord med P-AL >7 vil med dette over tid reduseres til ønsket nivå (P-AL 5-7), og dermed vil fosfortapene reduseres.

For utdypende informasjon om gjødslingsanbefalingene, se NIBIOs Gjødslingshåndbok (www.nibio.no/tema/jord/gjodslingshandbok).

AVLINGSEFFEKT VED HØYE FOSFORNIVÅER

Gjødslingsforsøk viser at det ikke er statistisk signifikante forskjeller i kornavling mellom ulike gjødslingsledd (0 – 1,5 kg fosfor/daa) ved høye fosfornivåer i jorda (figur 4). Figuren viser at det er mulig å ta svært høye kornavlinger, selv uten fosforgjødsling, siden jorda bidrar med fosfor når fosfornivået i jorda er høyt. Kald siltjord er ofte nevnt som årsak til at det gjødsles med fosfor selv om P-AL-tallene er høye. Resultatene fra disse feltforsøkene viser imidlertid at det heller ikke var respons på fosforgjødsling på siltjord (feltene med P-AL 15 og 33). Tidligere målinger har vist at når jorda er lagelig for våronn er temperaturen i siltjorda ikke lavere enn i andre jordtyper (Kristoffersen m.fl. 2005).

FOSFOR I HUSDYRGJØDSEL

Fosfor i husdyrgjødsel har like god tilgjengelighet for plantene som fosfor i mineralgjødsel, med unntak av fjørfegjødsel som har noe lavere plantetilgjengelighet av fosforet (Brod m.fl. 2015). Fosforinnholdet i husdyrgjødsel varierer mye mellom ulike dyreslag, men også innen de enkelte dyreslag er det stor variasjon avhengig av fôring og innblanding av vann og strø. Analyse av fosforinnhold i husdyrgjødsel vil derfor være nyttig for å gi større sikkerhet for god gjødslingspraksis. Generelt er gjødsel fra dyr som føres med mye kraftfôr (gris og fjørfe) rikt på fosfor og må doseres i mindre mengder enn gjødsel fra storfe. Relatert til plantenes næringsbehov inneholder all husdyrgjødsel mye fosfor i forhold til nitrogen. Gjødsling etter plantenes nitrogenbehov vil derfor gi for mye fosfor.

For god utnyttelse av fosforet i husdyrgjødsel og minimering av fosfortap til omgivelsene er følgende viktig:

- God fordeling av husdyrgjødsel på tilgjengelige arealer
- Spredning i vekstsesongen
- Tilpasset tilførsel i forhold til plantenes fosforbehov og jordas fosforinnhold

Det siste punktet byr på utfordringer. Som vist i figur 1 har en stor andel av arealene i husdyrdistriktene et P-AL-nivå som tilsier at det ikke skal tilføres fosfor. Hvis gjødslingsanbefalingene skal følges, må husdyrgjødsel transporteres fra områder uten fosforbehov til områder med fosforbehov. Det kan derfor innebære en betydelig kostnad å redusere fosforgjødsling til ønsket nivå for dermed å redusere arealavrenningen av fosfor.

Tabell 1. Estimert antall år det vil ta å redusere P-AL med 5 enheter fra henholdsvis P-AL 30, 25, 20 og 15 ved ulike negative fosforbalanser (tilført fosfor minus fosfor fjernet med avling) (Øgaard m.fl. 2016).

Fosforbalanse kg P/daa/år	P-AL 30 → 25	P-AL 25 → 20	P-AL 20 → 15	P-AL 15 → 10
-0,5	32	36	44	56
-1,0	16	18	22	28
-1,5	11	12	15	19
-2,0	8	9	11	14

EFFEKT AV REDUSERT FOSFORGJØDSLING

Redusert fosforgjødsling er et langsiktig tiltak for å redusere P-AL-tallene der de er unødvendige høye. Fosfornivået i jorda har blitt bygd opp over mange år, og tilsvarende vil det ta mange år å redusere dette til et miljøoptimalt nivå.

Basert på data for sammenhengen mellom P-AL og totalfosfor i jord, er det beregnet hvor mange år det vil ta å redusere P-AL med 5 P-AL-enheter fra henholdsvis P-AL 30, 25, 20 og 15 ved ulike negative fosforbalanser (tilført fosfor minus fosfor fjernet med avling) (Tabell 1). Tabellen viser at det er en svært langsom prosess å endre P-AL i jord. Ved en negativ fosforbalanse på en kilo fosfor hvert år, er det for eksempel estimert at det vil ta 56 år å redusere P-AL fra 30 til 15. Hvis fosforbalansen er -1,5 kg P pr år, er det estimert å ta 38 år å redusere fra P-AL 30 til 15. Den lange tiden skyldes at ved negativ fosforbalanse, er det ikke bare P-AL-fraksjonen som tappes, men også tyngre tilgjengelig fosfor.

Tabellen viser også at jo høyere startverdien for P-AL er, jo raskere reduseres P-AL ved negative fosforbalanser. Dette skyldes at en større andel av fosforunderskuddet tappes fra P-AL-fraksjonen ved høye P-AL-verdier enn ved lavere P-AL-verdier.

REFERANSER

- Bechmann, M. & Deelstra, J. (eds), 2013: Agriculture and Environment - Long Term Monitoring in Norway. Akademika Publishing, Trondheim. ISBN: 978-82-321-0014-9. 392 s.
- Brod, E., Øgaard, A.F., Hansen, E., Wragg, D., Haraldsen, T.K. & Krogstad, T. 2015. Waste products as alternative fertilisers part I: inorganic P species affect fertilisation effects depending on soil pH. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 103(2): 167-185.
- Kristoffersen, A.Ø., Riley, H. & Sogn, T.A. 2005. Effects of P fertilizer placement and temperature on root hair formation, shoot growth and P content of barley grown on soils with varying P status. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 73:147-159.
- Kristoffersen, A.Ø. & Øgaard, A.F. 2018. Fosforgjødsling bestemt av P-AL. NIBIO BOK 5(1): 131-135.
- Øgaard, A.F., Kristoffersen, A.Ø. & Pedersen, R. 2012. Fosforgjødsling - betydning for fosforkonsentrasjon i jord og tap til vann. *Bioforsk Rapport 7(147)*. 47 s.
- Øgaard, A.F., Kristoffersen, A.Ø., & Bechmann, M. 2016. Utredning av forslag til forskriftskrav om tillatt spredning av fosfor i jordbruket. NIBIO Rapport, 2 (131). 49 s.

Takk til Stein Turtumøygard, Marie Uhlen Maurset, Marianne Bechmann og Hans Olav Eggestad for bidrag til faktaarket.

FORFATTER:

Anne Falk Øgaard (anne.falk.ogaard@nibio.no)