

TEKSTI JA KUVAT: PAUL RIESINGER

Grödornas tillgång på kväve

Vid ekologisk odling baseras växtföljdernas kväveförsörjning på symbiotisk fixering i baljväxtdominerade vallar. Dessa vallar kan användas för skörd av foder eller för grüngödsling. Odlingssäkerheten ökar då odling av flerårig vall kombineras med djurhållning.

I Nordeuropa begränsas avkastningen vid ekologisk odling enligt många undersökningar framförallt av brist på kväve (N) och ymnig förekomst av ogräs (Riesinger 2010). Det finns ett omedelbart samband mellan dessa två avkastningsbegränsande faktorer: En gröda som lider brist på kväve blir lätt den förlorande parten i konkurrensen mellan grödan och ogräsen. I ett mera omfattande perspektiv kan enskilda avkastningsbestämmande faktorer åtgärdas genom en övergripande sammanlänkning av strategisk odlingsplanering, taktiska överväganden och operativa odlingstekniska åtgärder. En sådan sammanlänkning eftersträvs vid planeringen av en växtföljd.

En växtföljd är ett system enligt vilket olika grödor odlas i en bestämd ordning och i en återkommande följd på ett och samma fält. Olika grödor har olika egenskaper och de påverkar odlingssystemet på olika sätt med avseende på t.ex. markstruktur, växtnäringstillgång och växthälsa. Olika grödor betingar dessutom speciella odlingstekniska åtgärder, så som jordbearbetning och gödsling. Planeringen av en växtföljd syftar till att grödor och odlingsåtgärder kompletterar och följer varandra på ändamålsenliga sätt. En växtföljd bör även erbjuda tillfällen för speciella åtgärder, såsom stubbearbetning och försommarträda.

I Finland odlas mer än halva åkerarealen med vårsäd. En växtföljd borde förutom vårsäd helst även innehålla till andra familjer hörande vårsådda växtarter som oljeväxter och trindsäd. I mån av möjlighet bör lantbrukarna dessutom förutom vårsådda också odla höstsådda och fleråriga grödor. Omväxlande etableringstidpunkter och liggtider tillsammans med en omväxling mellan olika växtfamiljer bryter effektivt livscyklerna av de med dessa enskilda grödor associerade arterna bland ogräsen, växtsjukdomarna och skadedjuret.

Baljväxter som ärt och klöver tillför marken kväve och odlas därför lämpligen i omväxling med icke-kvävefixerande växter, som spannmål och rotfrukter. En flerårig rödklövergräsvall binder inte bara mera kväve utan utvecklar också ett betydligt mer omfattande och djupare rotsystem än ettåriga grödor. Djuprotande växtarter kan transportera upp näringsämnen från alven så att de blir tillgängliga för arter med grunda rotsystem. Tack vare en längre växtperiod och ett mera omfattande rotsystem bidrar fleråriga grödor i större utsträckning än ettåriga arter till förbättringen av markstrukturen och anrikningen av marken med humus.

Aktiv styrning av kvävetillgången genom åkerbalanser

Vid planeringen av en växtföljd måste förhållandet mellan kvävefixerande och icke-kvävefixerande grödor utformas så att tillgången på kväve är i balans med behovet. Dessutom skall baljväxter odlas omväxlande med icke-baljväxter så att de sistnämnda kan utnyttja det

tillförda kvävet på ett effektivt sätt. Lantbrukaren måste från fall till fall uppskatta omfattningen av den symbiotiska kvävefixeringen och vid behov modifiera växtföljden.

Är fixeringen av kväve t.ex. i en treårig rödklöver-gräsvall låg, som följd av låg klöverhalt och/eller dålig biomassatillväxt, så kan en växtföljd som baseras på en sådan vall inte bära tre spannmålsgrödor, utan bara två. Istället för den tredje spannmålsgrödan kan man i detta fall odla en ettårig grönfoderblandning (inklusive baljväxter), trindsäd (ärt, åkerböna), eller så ersätter man två av spannmålsgrödorna med blandbestånd bestående av spannmål och trindsäd. En med avseende på kvävefixering misslyckad förfrukt kan också kompenseras genom tillförsel av ett kvävehaltigt organiskt gödselmedel.

I vilken utsträckning kan kvävefixeringen i rödklöver-gräsvallar bidra till att försörja samtliga i en växtföljd ingående grödor med kväve och hur kan en sådan växtföljd byggas upp? Dessa frågor skall besvaras genom en beskrivning av de mängdmässigt mest betydelsefulla kväveflödena samt, i en följande artikel, med hjälp av balansberäkningar över dessa kväveflöden. Dessa balansberäkningar utförs för ett och samma skifte och omfattar ett helt växtföljdsomlopp. Modellen benämns för vårt ändamål med begreppet "åkerbalans".

Det kväve som tillförs åkern ("input") ställs mot det kväve som förs bort med produkter eller förloras till den omgivande miljön ("output"). Markens kväveförråd är i stort sett bundet i humus. På mineraljordar är humushalten den centrala parametern för markens bördighet. Önskvärt vore en humushalt på mellan 6-10 procent av matjordens vikt. I våra beräkningar av åkerbalanser förutsätter vi att humushalten och därmed förrådet av markkväve hålls på samma nivå.

Tillförsel och förluster av kväve

För den symbiotiska fixeringen av kväve i rödklöver-gräsvallar används de genomsnittliga nivåer som uppmättes i fältstudier på 27 Luomu-gårdar i södra Finland respektive Österbotten (Riesinger 2014). En i dessa regioner för tvååriga klövervallar beräknad genomsnittligt fixering av kväve på 247,5 kg/ha och år kan jämföras med en genomsnittlig skörd av t.ex. 3 000 kg spannmål med vilken 60-75 kg kväve avlägsnas. Ett så stort överskott av tillfört i förhållande till bortfört kväve skulle kunna tänkas leda till omfattande förluster.

Så är dock inte nödvändigtvis fallet. I motsats till mineralgödselkväve föreligger det symbiotiskt fixerade kvävet nämligen i organisk form och dess växttillgänglighet är därför relativt låg. Följdfrukten kan tillgodogöra sig omkring 20 procent av det i vallbiomassan bundna kvävet och den gröda som odlas andra året efter vallbrott kan utnyttja omkring 10 procent av det ursprungligen genom symbiotisk fixering tillförda kvävet.

Resterande 70 procent av tillfört kväve binds i form av organiska föreningar in i markförrådet (immobilisering). Årligen blir omkring en procent av det i humus, mikroorganismer, växtrester och organiska gödselmedel bundna kvävet tillgängligt för växterna. Denna mobilisering av kväve från markförrådet balanseras på sikt av en lika omfattande immobilisering av kväve.

Mobiliseringen och immobiliseringen av markkväve drivs av mikroorganismer.

Förluster av kväve och andra växtnäringsämnen uppstår ifall mobilisering inte sammanfaller med upptagning genom en gröda. Mikroorganismernas aktivitet förutsätter tillgång till syre och fukt och är dessutom temperaturberoende. Marktemperaturer under 5 °C medför en tydlig minskning av mikroorganismernas aktivitet. Således borde man på åkrar med höga markkvävehalter skjuta upp djup och intensiv höstbearbetning (dvs. syretillförsel) ända tills marktemperaturerna sjunkit till under 5 °C.

För finländsk växtodling antas att i genomsnitt 15-20 kg kväve/ha årligen förloras genom utlakning av kväve i nitratform (NO_3^-). Utlakningsförlusterna är beroende av den mängd vatten som rör sig neråt i markprofilen; förlusterna är således generellt större i grovkorniga än i

finkorniga jordar. Ettåriga grödor ökar risken för utlakning jämfört med ett flerårigt växttäck, i synnerhet om det utförs en intensiv jordbearbetning under hösten.

Under syrefattiga förhållanden denitrifieras nitratkväve i marken till kvävgas (N_2), lustgas (N_2O) och kväveoxider (NO_x). Denitrifikation orsakas alltså av höga markvattenhalter (bristfällig dränering) och av markpackning. Mängden kväve som förloras genom denitrifikation ökar med markens humushalt och vid djup nedmyllning av organiskt material (vallbrott, stallgödsel). Förlusterna av kväve genom denitrifikation är i genomsnitt lika höga som utlakningsförlusterna.

Gröngödsling vs. odling av vall för foder

Gröngödsling innebär att en gröda odlas för att i sin helhet brukas ner i jorden (nuvarande regelverk tillåter också bärgning av skörd). Det finns många syften med gröngödsling, såsom symbiotisk kvävefixering, tillförsel av organiskt material, strukturförbättring samt reglering av ogräs och/eller skadegörare (Riesinger 2006a).

Från avslagen grönmassa som lämnas på markytan förloras omkring 10 procent av dess kväveinnehåll genom avdunstning av ammoniak (NH_3). Ammoniakförlusterna ökar med tiden och kan uppgå till 30 procent av den avslagna grönmassans kväveinnehåll om dess nedtorkning fördröjs av låg lufttemperatur, hög luftfuktighet och upprepade regnskuror (Riesinger 2006b och c). Då allt växtmaterial lämnas kvar anrikas fältet kraftigt med kväve. Under de två år som följer på en gröngödslingsgröda kan avsevärda mängder av detta kväve förloras genom utlakning. Bortförslaget av kväve i foder minskar de potentiella förlusterna från åkrarna. Däremot förloras kväve i samband med lagring och spridning av stallgödsel. Under lagringstiden, i samband med spridningen samt i anslutning till spridningen avgår i allmänhet sammanlagt omkring 50 procent av stallgödselns totala kväveinnehåll i form av ammoniak. Dessa förluster kan minskas med mer än hälften.

Kväve sparas genom anaerob lagring, t.ex. lagring av urin under tak och flytgödsel med svämtäcke. Stallgödsel som innehåller höga halter av mineraliserat kväve (främst ammoniumkväve, NH_4^+), dvs. flytgödsel och urin borde helst brukas ner i marken och detta bör ske i samband med eller i omedelbar anslutning till spridning. Urin och flytgödsel kan också spridas i växande gröda, men för att undvika omfattande avdunstning av ammoniak borde väderleken vara molnig och luftfuktigheten hög (Riesinger 2006b).

Förlusterna av kväve från gröngödslingsvallar kan minskas betydligt då den ovanjordiska biomassan skördas för rötning i en biogasreaktor. Produktionen av biogas (metan, CH_4) förbrukar enbart kol (C) och väte (H). Förutom metan produceras ett näringsrikt gödselmedel, så kallad biogödsel.

I norska försök jämfördes biogödsel och gröngödsling med avseende på skörden av spannmål. Förfrukten var en ettårig rödklöver-gräsvall som hade etablerats året innan i stråsäd. Återförslaget av en mängd biogödsel motsvarande 110 kg kväve per ha (lika med drygt hälften av vallens biomassaskörd) gav en lika hög spannmålsskörd som gröngödslingsledet där hela biomassaproduktionen hade lämnats på skiftet (Frøseth et al. 2014).

Djurhållning diversifierar kväveflödena och gynnar växthälsan

Vid skörd av foder avlägsnas 60 procent av grödans kväveinnehåll från åkern, vilket ger en högre säkerhet i utnyttjandet av kväve än gröngödsling. Av fodrets kväveinnehåll återfinns 80 procent i stallgödseln. Stallgödsel koncentrerar dessutom inte bara vallfodrets utan också kraftfodrets innehåll av kväve och andra växtnäringsämnen. Djurhållningens ”produktion” av stallgödsel ökar således den resurs av växtnäringsämnen som finns till förfogande för att inom ett växtföljdsomlopp tilldelas enskilda grödor.

I motsats till grüngödsling kan stallgödsel tilldelas enskilda fält enligt behov. En ökad diversifiering tillsammans med en ökad flexibilitet i tillförseln av kväve ökar utnyttjandegraden i grödornas upptagning av kväve och minskar förlusterna av kväve till den omgivande miljön. Detta förutsätter dock att stallgödseln används målmedvetet och omsorgsfullt. Omvandling av foder till stallgödsel innebär visserligen inte att lantbrukets nettotillgångar av kväve skulle öka; tvärtom måste vi göra vårt bästa för att minska de kväveförluster som uppstår vid hantering av stallgödsel.

Som all ensidig odling leder också en alltför frekvent odling av baljväxter till en uppförökning av specifika svampsjukdomar, nematoder och skadeinsekter. Efter rödklöver borde man vänta tre år, efter ärt eller åkerböna hellre sex år innan dessa grödor på nytt odlas på samma skifte. Tillförsel av kväve via stallgödsel tillåter en mera omfattande odling av icke-kvävefixerande växter. Odling av t.ex. spannmål bryter livscyklarna av de på baljväxterna specialiserade skadegörarna. En mera långställd och varierad växtföljd erbjuder dessutom mera omfattande möjligheter till ogräsreglering.

Kirjoittaja on maataloustieteen tohtori, joka on mukana Helsingin yliopiston maataloustieteellisen tiedekunnan agroekologian tutkimusryhmässä. Haasteita luomukasvinviljelyssä-tutkimusprojektia ja artikkelien kirjoittamista ovat rahoittaneet R. Erik Serlachiuksen säätiö (näytteiden otto) ja Louise ja Göran Ehrnroothin säätiö (analyysiä ja julkaisua). Artikkelit on julkaistu aikaisemmin Landsbygdens Folk-lehden Lantmän och Andelsfolk-liitteessä (2011 ja 2012), mutta julkaistaan tässä uudelleenmuokattuna ja päivitettyinä. Ruotsista käänntänyt Marja Nuora.

Ks. viitteet ja ruotsinkielinen teksti: www.luomulehti.fi

Viitteet

Frøseth RB, Bakken AK, Azzaroli Bleken M, Riley H, Pommeresche R, Thorup-Kristensen K, Hansen S (2014). Effects of green manure herbage management and its digestate from biogas production on barley yield, N recovery, soil structure and earthworm populations. *European Journal of Agronomy*, 52B, 90–102.

Riesinger P (2006a). Grunder för ekologisk växtodling. Del I: Marken. Omakustanne. 97 s. Om grüngödsling ss. 81-83.

Riesinger P (2006b). Grunder för ekologisk växtodling. Del II: Växtnäring. Omakustanne. 195 s. Om grüngödsling ss. 95-109, om stallgödsel 110-159.

Riesinger P (2006c). Grunder för ekologisk växtodling. Del IV: Växtodling och förädling av foder. Omakustanne. 174 s. Om grüngödsling ss. 47-60.

Riesinger P (2010). Agronomic challenges for organic crop husbandry. FD Dissertation. Helsingfors Universitet. 91 sidor. Tillgängligt vid <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/20730>.

Riesinger P (2014). Typensidonta vaihtelevaa mutta runsasta! *Luomulehti* 2, 12-14.

Bild 1. Vårvete Triso efter en tvåårig grüngödslingsvall. Kärnskörden blev 3 000 kg/ha. Växtföljden är: tvåårig vall - spannmål - ärt - spannmål med vallinsådd. Tillsvidare har ingen kreaturgödsel tillförts och ingen foderskörd har heller bärgats från vallarna (Jan Wikström, Svartå/Sannäs, Västra Nyland).

Bild 2. Återväxten efter första slåttern i en rödklöver-gräsvall som odlas för skörd av foder. Första och andra tillväxten fixerade 236 kg kväve/ha. Höståterväxten tillförde ytterligare 31 kg kväve/ha. Efter två- eller treårig vall odlas spannmål en eller två år i rad (Stefan Seiplax, Oravais, Österbotten).