

Bodemgezondheid en ziektevering in biologische bedrijfssystemen

A.D. van Diepeningen^{1,2}, A.H.C van Bruggen¹, A.J. Termorshuizen¹, en G.W. Korthals³

¹ Biologische Bedrijfssystemen, Wageningen Universiteit, Marijkeweg 22, 6709 PG Wageningen, Anne.vandiepeningen@wur.nl

² Erfelijkheidsleer, Wageningen Universiteit, Arboretumlaan 4, 6703 BD Wageningen

³ Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Wageningen University and Research Center, Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad

In een recente studie zijn biologische en gangbare landbouwgronden vergeleken wat betreft nutriëntenconcentraties, verscheidene biologische parameters en gebruikte landbouwtechnieken. De verschillen zijn niet altijd groot, maar over het algemeen scoren de biologische gronden beter qua componenten die samenhangen met bodemgezondheid, namelijk gesloten nutriëntenkringlopen, hoge biodiversiteit, een samenhangend voedselweb en veerkracht van het systeem. Naar verwachting hangen deze componenten nauw samen met een relatief goede ziektevering van de biologische gronden.

Inleiding

De gezondheid van een (bodem)ecosysteem wordt volgens Rapport (1995) gevormd door verschillende componenten: (1) gesloten nutriëntenkringlopen en energiestromen, (2) biologische diversiteit, (3) samenhang tussen de verschillende functionele eenheden, (4) stabiliteit en veerkracht van het systeem als dat geconfronteerd wordt met een verstoring en tenslotte (5) weinig tot geen verschijnselen van planten- en dierziekten. Per definitie wordt er in de biologische landbouw geen gebruik gemaakt van kunstmest, synthetische bestrijdingsmiddelen en genetisch gemodificeerde organismen. Plagen worden beheerst door onder andere vruchtwisseling met gewassen, maar ook met weidegrond voor vee (gemengd bedrijf), voor zover mogelijk (Figuur 1). Om in Nederland voor SKAL-certificering in aanmerking te komen moeten deze richtlijnen minimaal twee jaar gevolgd worden. Ook op gangbare bedrijven worden kunstmest en bestrijdingsmiddelen tegenwoordig minder

toegepast, waardoor de verschillen tussen biologische en gangbare bedrijven niet altijd even opvallend zijn. Recentelijk zijn biologische en gangbare, gemengde bedrijven en akkerbouwbedrijven met elkaar vergeleken. Hierbij zijn steeds naburige biologische en gangbare bedrijven met een teelt van hetzelfde gewas met elkaar vergeleken (van Diepeningen *et al.*, in press). In dit artikel bespreken we de belangrijkste biologische, chemische en managementverschillen en discussiëren we de implicaties voor de bodemgezondheid van biologisch beheerde gronden.

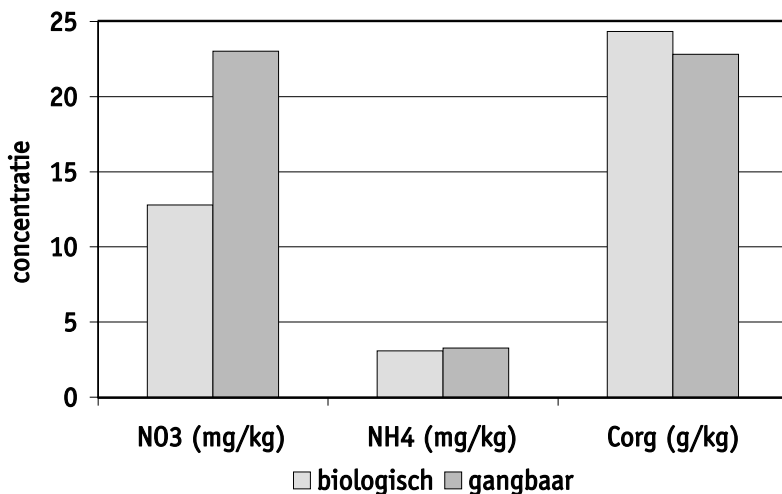


Figuur 1. Een biologisch (links) grasland met naast gras onder andere paardebloemen, boterbloemen en klaver en een naburig gangbaar (rechts) monocultuur grasland perceel.

Nutriënten en bemesting

De eerste component van bodemgezondheid is de nutriëntenbalans. Het grootste verschil is het nitraatgehalte dat op gangbare bedrijven significant hoger is dan op naburige biologische bedrijven (Figuur 2). Nitraat heeft een grote kans tot uitspoelen, maar kan ook gekoppeld zijn aan het optreden van verschillende plantenpathogenen, zoals *Phytophthora parasitica* en *Pyrenochaeta lycopersici* (o.a. Workneh *et al.*, 1993). Doordat op de helft van de gangbare bedrijven gebruik werd gemaakt van mest van dierlijke oorsprong, waren er geen grote verschillen in de gehalten aan organische koolstof in de bodem. Niettemin was er een trend naar hogere organische-stofgehalten in de biologische gronden. De totale gehalten aan stikstof en fosfor in de bodem verschilden niet tussen

ARTIKEL



Figuur 2. Gemiddelde concentraties van nitraat (NO_3), ammonia (NH_4) en organisch koolstof (Corg) in biologische en gangbare landbouwgronden. Alle waarden zijn getest met een pairwise sampled t-test op significante verschillen; NO_3 significant verschillend, NH_4 en Corg niet.

de biologische en gangbare bedrijven.

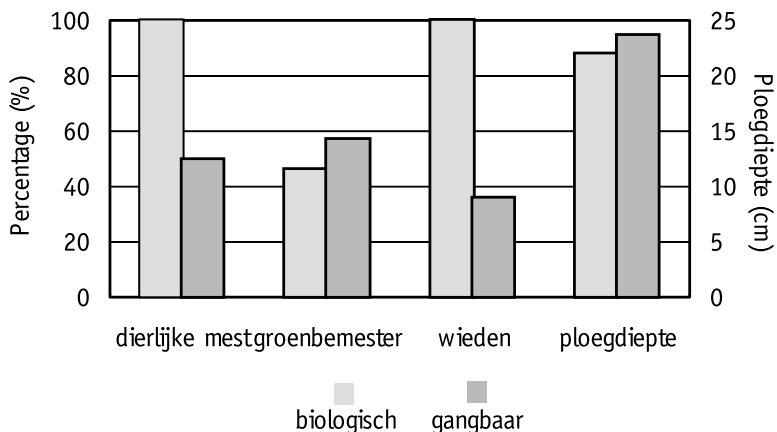
Stikstofbindende vlinderbloemigen en andere soorten groenbesters werden door ongeveer de helft van zowel de gangbare als de biologische boeren gebruikt (Figuur 3). Eén van de grote voordelen van het gebruik van dierlijke mest en groenbesters boven kunstmest is, dat hierdoor ook het organische koolstof in de bodem beter op peil wordt gehouden. Pathogenen als *Phytophthora* en *Pythium* krijgen dan minder kans in een bodem met een hoger organisch-koolstofgehalte, en de mycoparasiet *Trichoderma* is dan juist actiever (Bulluck *et al.*, 2002).

Managementverschillen

Voor onkruidbestrijding is de biologische boer aangewezen op mechanische verwijdering. Ook de gangbare boer wiedt (Figuur 3), maar deze kan voor onkruidrijke stukken of voor het zaaien ook herbiciden gebruiken. De gebruikte pesticiden zijn soms persistent en kunnen een langdurige nadelige bijwerking hebben op het bo-

demleven (o.a. Daugrois *et al.*, 2005).

Een ander significant verschil is de gebruikte ploegdiepte: de biologische boer ploegt minder diep. De intensiteit van ploegen heeft een negatief effect op vele bodembiota (o.a. schimmels, micro- en macrofauna) en hierdoor op het hele aanwezige voedselweb. Zo verandert dieper ploegen de verhouding tussen bacteriën en schimmels door afname van het aantal schimmels, wat nadelig is voor de aanwezige predatore nematoden (Berkelmans *et al.*, 2003). Minder diep



Figuur 3. Percentage biologische en gangbare boeren dat gebruikmaakt van dierlijke mest, groenbesters en mechanische onkruidbestrijding door middel van wieden en de gemiddelde ploegdiepte. Waarden getest met een pairwise sampled t-test, alleen groenbester gebruik niet significant verschillend.

ploegen vermindert bijvoorbeeld de uitval in suikerbieten ten gevolge van *Pythium*.

Biodiversiteit

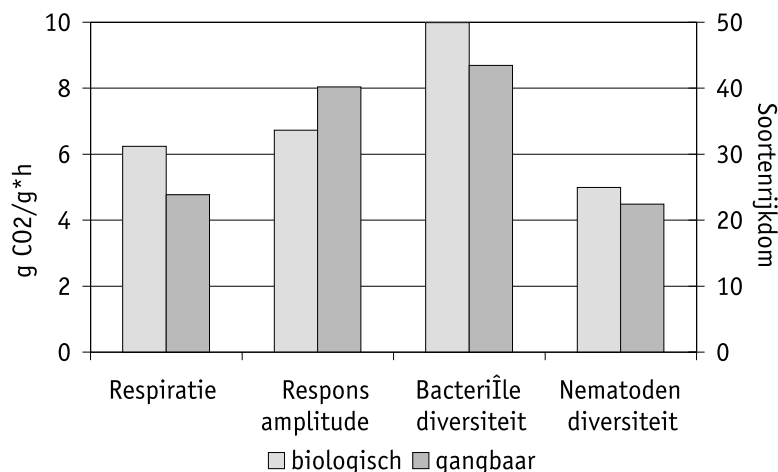
De biologische gronden bevatten in onze studie significant grotere aantallen bacteriën en hadden een grotere bacteriële activiteit zoals is af te leiden uit de gemeten bodemrespiratie. Ook de diversiteit aan bacteriën en nematoden was significant hoger in de biologische gronden (Figuur 4). Een dergelijke grotere microbiële biomassa, biologische activiteit en biodiversiteit van bacteriën en nematoden is vaker gerapporteerd (onder andere Workneh *et al.*, 1993; Mäder *et al.*, 2002). Ook de biodiversiteit aan mycorrhizavormende schimmels, regenwormen, insecten en arthropoden is over het algemeen groter in biologische gronden (onder andere Mäder *et al.*, 2002).

Een hogere microbiële biomassa, activiteit en diversiteit gaan samen met onderdrukking van bodemgebonden plantenziektes in zowel natuurlijke gronden als in landbouwgronden (o.a. Workneh *et al.*, 1994; Mäder *et al.*, 2002). Deze ziekteonderdrukking kan zowel verklaard worden door algemene

competitie als ook door meer of minder specifiek antagonisme tussen soorten. De constatering dat 'goede' (micro)biologische parameters gerelateerd zijn met ziekteverwering betekent niet dat een grond beter bestand is tegen *elk* pathogeen: de fijne afstemming tussen een pathogeen en antagonist kan variëren ten gevolge van fysische en chemische grondeigenschappen of omdat microbiële gemeenschappen door de bodem en in de tijd fluctueren (van Bruggen en Semenov, 2000). Daarnaast zal elk systeem tot op zekere hoogte haar eigen plantenpathogenen selecteren.

Biologische veerkracht

De biologische veerkracht van een systeem is mogelijk een goede parameter om bodemgezondheid te meten. Deze veerkracht kan worden bepaald door te meten hoe lang het duurt voordat de populatie hersteld is van een verstoring (van Bruggen en Semenov, 2000). Populaties van bodembacteriën reageren op een verstoring door een duidelijke golvende dynamiek van sterke toenames in aantallen gevolgd door afnames, zogenaamde 'waves'. In onze vergelijking tussen de biologische en gangbare landbouwgronden vonden we een duidelijk verschil in de reactie van beide gronden bij rehydratatie na uitdrogen: de gangbare gronden reageerden met een sterkere toename in de CO₂-consumptie (Figuur 3, respons-amplitude) en leken dus minder veerkrachtig te zijn.



Figuur 4. Gemiddelde respiratie en respons-amplitude ($\mu\text{g CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$) en bacteriële en nematodendiversiteit in biologische en gangbare landbouwgronden. Alle deze waarden zijn getest met een pairwise sampled t-test op verschillen en allen verschillend significant ($p < 0.05$).

Conclusie

Biologische gronden scoren op de verschillende aspecten van bodemgezondheid beter dan de gemiddelde gangbare grond (voor details van Diepeningen *et al.*, in press). Algemeen gezegd zullen biologische gronden waarschijnlijk minder snel last hebben van bodemgerelateerde pathogenen door een lager nitraatgehalte en de intrinsieke weerstand van het aanwezige bodemleven. Er zullen echter altijd omstandigheden zijn waardoor bepaalde ziekteverwekkers de bodemweerstand kunnen breken, bijvoorbeeld door een tijdelijke overvloed aan gemakkelijk afbreekbare stoffen waarin saprofytische pathogenen zich kunnen vermeerderen en omvalziekten kunnen veroorzaken.

Referenties

Berkelmans, R., Ferris H., Tenuta M., Bruggen, A.H.C., van, 2003. Effects of long-term crop management on nematode trophic

levels other than plant feeders disappear after 1 year of disruptive soil management. *Appl. Soil Ecol.* 23, 223-235.

Bruggen A.H.C., van, and Semenov A.M. (2000). In search of biological indicators for soil health and disease suppression. *Applied Soil Ecology* 15: 13-24.

Bulluck L.R., Brosius N., Evanylo G.K. and Ristaino J.B. (2002) Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology* 19: 147-160.

Daugrois, J.H., Hoy, J.W., and Griffin, J.L. 2005. Protoporphyrinogen oxidase inhibitor herbicide effects on *Pythium* root rot of sugarcane, *Pythium* species, and the soil microbial community. *Phytopathol.* 95: 220-226.

Diepeningen A.D., van, de Vos O.J., de Kort-hals G.W., Bruggen A.H.C., van, In press. Effects of organic versus conventional management on biological and chemical parameters in agricultural soils. *Applied Soil Ecology*.

Mäder, P., Flie_bach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. Niggli, U., 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296, 1694-1697.

Rapport D. (1995) Ecosystem health – More than a metaphor. *Environmental values* 4: 287-309.

Workneh F., Bruggen A.H.C., van, Drinkwater L.E., Shennan C., 1993. Variables associated with corky root and phytophthora root rot of tomatoes in organic and conventional farms. *Ecol. Epidemiol.* 83, 581-589.