



Foto 1. Grootschalige toepassing strokenteelt op biologisch akkerbouwbedrijf ERF b.v., Flevoland (foto: ERF b.v.)

Biodiversiteit op de akker door **gewasdiversiteit**

Wijnand Sukkel, Fogelina Cuperus en Dirk van Apeldoorn

De biodiversiteit in de akkerbouw is laag. De huidige monoculturen lijken meer en meer ecologische woestijnen te worden. De introductie van meer gewasdiversiteit binnen percelen kan een belangrijke bijdrage leveren aan de biodiversiteit en de duurzaamheid van de plantaardige productie. Dit hoeft niet ten koste te gaan van productiviteit, gewaskwaliteit of het inkomen van de boer.

Het huidige beeld van de akkerbouw in de westerse landbouw is die van grote velden met één gewas die jaarlijks op de kop gegooid (geploegd) worden. Voor de gewassen wordt ieder jaar een pionierssituatie gecreëerd, waarbij het gewas zo weinig mogelijk concurrentie ondervindt van niet-productieve biodiversiteit, zoals onkruiden. Deze monoculturen in de ruimte worden daarnaast zoveel mogelijk beschermd tegen belagers en concurrenten van het gewas door ze te doden met synthetische pesticiden. Bij teelt en oogst worden verder steeds grotere en zwaardere machines gebruikt die snel en met weinig arbeid het gewas kunnen verzorgen en oogsten. Dit productiesysteem heeft in de westerse landbouw voor een overvloed aan goedkoop voedsel gezorgd. De doelstelling van 'nooit meer honger' van na de Tweede Wereldoorlog is gerealiseerd. De keerzijde van dit

productiesysteem is echter ook steeds meer zichtbaar geworden. Teruggang van biodiversiteit, emissie en schade van meststoffen en bestrijdingsmiddelen in het milieu, een afnemende bodemkwaliteit en het opraken van grondstoffen. De redenen voor een lage biodiversiteit in de akkerbouw liggen in een versnippering en onvoldoende habitat, voedsel en schuilplaats voor veel soorten in het veld. Daarnaast worden veel planten en dieren in het veld gedood door de toepassing van pesticiden en intensieve grondbewerking. Ook hebben de emissies van voedingsstoffen en pesticiden vanuit de landbouw negatieve effecten op de biodiversiteit in de ruimte buiten de landbouw. Weliswaar kan de inrichting aan de randen van de percelen nog een bijdrage leveren aan biodiversiteit, maar met een perceelgrootte van veelal vijf hectare of (veel) groter wordt slechts een relatief klein deel van deze

potentie benut. Een belangrijke basis van de algemene biodiversiteit ligt binnen de percelen! Het gaat hier om de biodiversiteit die gevormd wordt door de micro-, meso- en macrofauna, van bacteriën tot insecten. Deze biodiversiteit, waarvan een enorme hoeveelheid in de percelen kan leven, vormt de basis van de gehele voedselpiramide. We weten eigenlijk al lang dat de toepassing van monoculturen niet tot een ecologisch optimaal productiesysteem leidt. Sterker nog, er is een goede wetenschappelijke onderbouwing voor de aanname dat productiesystemen met een hoge ruimtelijke gewasdiversiteit, een hogere productie halen, een lagere ziektedruk hebben, efficiënter omgaan met meststoffen en water en een hoge biodiversiteit op micro-, meso- en macroniveau leveren (Letourneau et al., 2011; Ratnadass et al., 2012; Yu et al., 2016; Raseduzzamann & Steen Jensen, 2017). Ook blijkt dat achterwege laten van intensieve grondbewerking leidt tot een hogere biodiversiteit in en op de bodem (van Capelle et al., 2012; D'Hose et al., 2018). Toch domineren de grootschalige monoculturen, stijgende kosten met gelijkblijvende marktprijzen leidt tot een focus op efficiëntie, mechanisatie heeft hierop ingespeeld met grootschalige zware mechanisatie die arbeidefficiëntie verhogen maar grote velden bevordert.

Gewasdiversiteit

De uitdaging is om op perceelsniveau de toepassing van meer gewasdiversiteit en minder intensieve grondbewerking te combineren. Dit moet ook praktisch

uitvoerbaar gemaakt worden met behoud van inkomen voor de boer. Gewasdiversiteit kan toegepast worden in de tijd (vruchtwisseling) en in de ruimte. Gewasdiversiteit kan op verschillende schaalniveaus ingepast worden. Er kunnen bijvoorbeeld twee of meerdere gewassen volledig worden gemengd. Praktijktoeepassingen hiervan zijn: mengsels van granen en vlinderbloemigen of mengsels van vele soorten in zogenaamde groenbemesters. Groenbemesters worden niet geoogst maar staan meestal in winterperiodes op het veld voor o.a. bodembescherming en bodemverbetering. Gewassen kunnen verder per rij afgewisseld worden of in grotere oppervlakten. Ook kunnen éénjarige gewassen afgewisseld worden met houtige gewassen, de zogenaamde agroforestry. Allemaal mengvormen die in potentie ecologische voordelen bieden ten opzichte van monoculturen. Voor veel mengvormen geldt echter dat de huidige grootschalige mechanisatie hiervoor niet geschikt is. Hierdoor kosten deze mengvormen vaak nog te veel arbeid. Nieuwe vormen van mechanisatie moeten ontwikkeld worden om deze mengvormen arbeidstechnisch mogelijk te maken.

Strokenteelt

Een speciale en veelbelovende mengvorm is de zogenaamde strokenteelt. Dit omdat deze voor een groot deel uitgevoerd kan worden met de huidige beschikbare mechanisatie. Strokenteelt is een teeltsysteem waarbij gewassen in afwisseling in lange smalle stroken geteeld worden (foto 1). De strookbreedte van een gewas kan hierbij aangepast worden aan de werkbreedte van de huidige machines, vaak eenheden van 1,5 meter. Goed functionerende strookbreedtes zijn bijvoorbeeld 3 of 6 meter. Dit teeltsysteem combineert de voordelen van een relatief lage arbeidsinzet met een, op perceelsniveau, veel hogere gewasdiversiteit. In feite gaat het hier nog steeds om monoculturen, maar deze zijn zeer lang en smal met veel grensvlakken tussen verschillende gewassen. Ook een minder intensieve grondbewerking kan gemakkelijk gecombineerd worden met de toepassing van strokenteelt. Een andere toepassing van strokenteelt met nog meer gewasdiversiteit is agroforestry, de combinatie van houtige gewassen met eenjarige gewassen. Strokenteelt wordt sinds 2010 in toenemende mate door Wageningen University & Research onderzocht, getest en verbeterd. Ook de eerste praktiserende telers

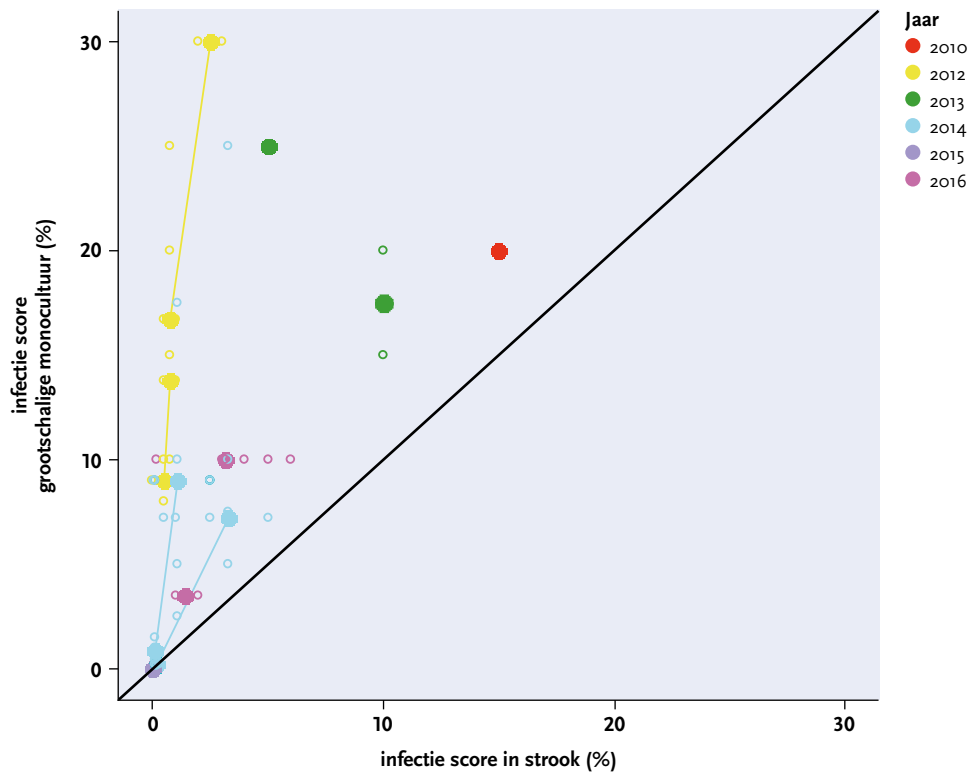


Fig. 1. Effect van strokenteelt op *Phytophthora Infestans* infectie. Gesloten bolletjes zijn gemiddelde waarnemingen per observatieronde per blok. De infectiescore in de strook op de x-as is gekoppeld aan de infectie in de grootschalige referentie op het zelfde tijdstip en blok. De dikke schuine lijn is de 1:1 op lijn waarbij geen verschil is tussen grootschalige referentie en strokenteelt. Verbonden bolletjes zijn herhalingen over de tijd in het zelfde blok. Open kleine bolletjes zijn de minimale en maximale gevonden besmetting binnen een blok in de strook (x-as) en de referentie (y-as).

proberen dit systeem al uit op hun bedrijf. Agroforestry staat in Nederland nog wat meer in de kinderschoenen: het onderzoek hiernaar is onlangs gestart. De eerste ervaringen met (eenjarige) strokenteelt in Nederland zijn zeer positief. Opbrengsten lijken gemiddeld minimaal gelijk aan die van monoculturen, de ziektedruk is lager en de diversiteit aan insecten is ongeveer twee tot vier keer zo hoog. Bij de toepassing van strokenteelt op bv ERF, een groot biologisch akkerbouwbedrijf, blijkt de strokenteelt ook praktisch goed uitvoerbaar. Er is maar een beperkte hoeveelheid extra arbeid nodig ten opzichte van monoculturen. Op bv ERF wordt gewerkt met strokenteelten van 6, 12, 24 en 48 meter breed, waarin zes gewassen naast elkaar worden geteeld. In strokenteelt proeven in Wageningen en Lelystad wordt gewerkt met strookbreedtes van 3 meter, waarin wordt gewerkt met gewaspaartjes. Een bewezen succespaartje is grasklaver-aardappel, die elk jaar (vanaf 2010) resulteerde in een lagere schimmelbesmetting (*Phytophthora infestans*) dan vergeleken met monocultuur van aardappels (fig. 1). Zowel in de biologische als de gangbare aardappelteelt is dit een verwoestende ziekte. Een ander succespaartje is tarwe-erwt. In een strokenteeltproef met diverse strook-

breedtes in 2017 zagen we significant minder luizen in de stroken (geldend voor alle strookbreedtes van 0,25, 0,5, 1,5, 3 en 6 meter) ten opzichte van monocultuur erwt (fig. 2). Het leidde daarnaast tot significant meer opbrengst, wanneer tarwe en erwt opbrengst werd gecombineerd (de zogenaamde Land Equivalent Ratio). Ook waren er meer natuurlijke vijanden aanwezig, doch niet significant meer. Ook tarwe-kool blijkt een succespaar (foto 2). In de strokenteeltproeven in Wageningen en Lelystad was een significant betere kwaliteit kool verkregen in de strokenteelt dan in de monocultuur (Stella et al., submitted). In de tarwe stroken telen we naast tarwe ook veldbonen, die nectar leveren voor veel vliegende insecten. Doordat de tarwestroken groen zijn in het voorjaar, biedt dit al vroeg in het seizoen habitat, resulterend in robuuste populaties van natuurlijke vijanden. Deze natuurlijke vijanden zijn dan aanwezig voor de plagen die de kool (kwaliteit) aantasten.

Biodiversiteit

Ook biodiversiteit vaart wel bij strokenteelt. Uit tellingen van grondgebonden insecten (loopkevers, duizendpoten, spinnen) in de strokenteelten blijkt, dat insecten continu van de ene strook naar de andere strook

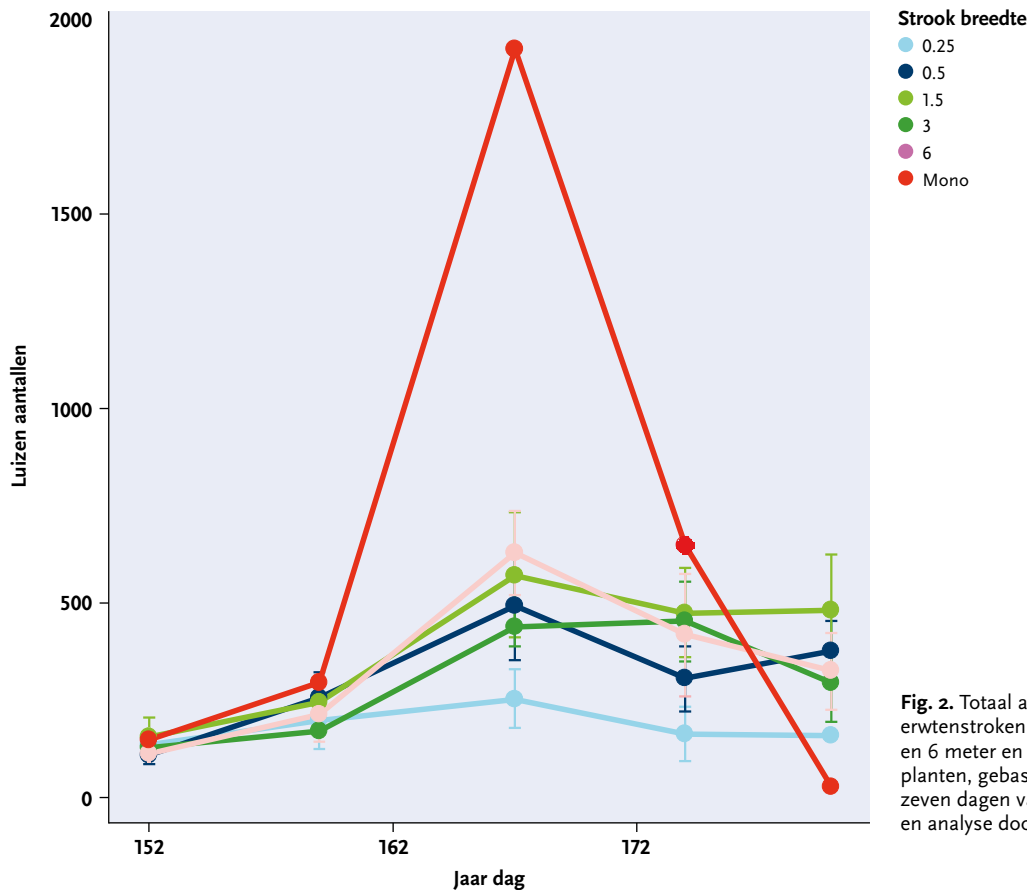


Fig. 2. Totaal aantal luizen (*Acyrtosiphon pisum*) in erwtenstroken. Gemeten per strookbreedte (0,25, 0,5, 1,5, 3 en 6 meter en grootschalige monocultuur) per 40 gemeten planten, gebaseerd op vijf waarnemingsmomenten (elke zeven dagen vanaf 1 juli tot 27 juli 2017). Dataverzameling en analyse door Rubben Dümmer (MSc WUR student).

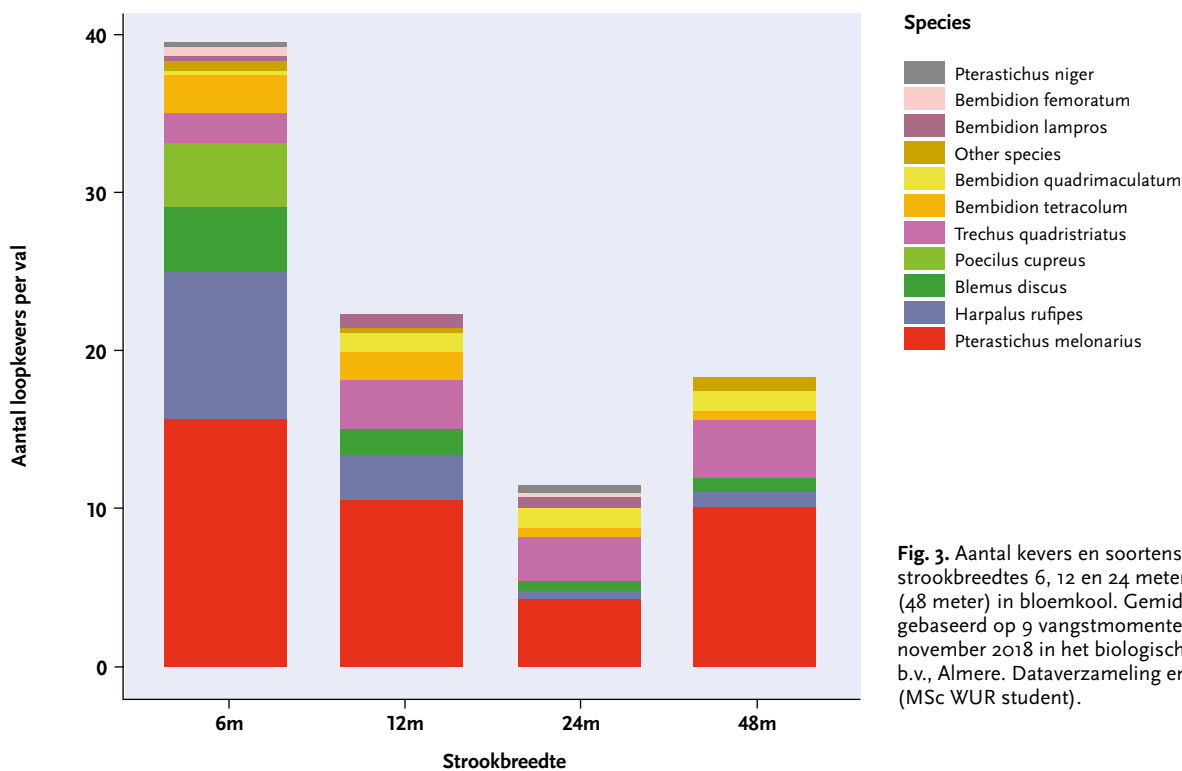


Fig. 3. Aantal kevers en soortensamenstelling per potval in strookbreedtes 6, 12 en 24 meter en de monocultuur referent (48 meter) in bloemkool. Gemiddelde aantallen en diversiteit gebaseerd op 9 vangstmomenten van augustus 2018 tot november 2018 in het biologisch strokenteelt systeem van ERF b.v., Almere. Dataverzameling en analyse door Bernard Osei (MSc WUR student).

migreren, op zoek naar voedsel of schuilplaats (nog ongepubliceerd). Aantallen kevers en soortensamenstelling veranderen in de smalle stroken, ten opzichte van monocultuur (fig. 3, ongepubliceerd). De monocultuur referent is in het geval van deze proef 48 meter breed.

In het ontwerp van de strokenteelt wordt er dan ook voor gezorgd dat het gewas in de naastliggende strook niet tegelijk geoogst hoeft te worden. Hierdoor blijft er een alternatieve schuilplaats en voedselbron op loopafstand. Als vervolgens deze strook ook geoogst moet worden, dan is er in de

eerder geoogste strook alweer een groenbemester of ander gewas aanwezig dat weer voedsel en schuilplaats biedt. Ook wordt er zoveel mogelijk gewerkt met groenbesters in de winter, zodat voedsel en schuilplaats ook in deze periode aanwezig zijn.



Foto 2. Continue voedselaanbod, schuilgelegenheid en habitat met kool-tarwe/veldboonstroken op Proeftuin Agroecologie en Technologie, Lelystad, Flevoland (foto: Fogelina Cuperus).

Gereduceerde grondbewerking heeft toekomst

Uit onderzoek aan gereduceerde grondbewerking blijkt een stevige toename van bodembiodiversiteit en van zogenaamde bodemkruipers (Briones & Schmidt, 2017; D'Hose et al., 2018; De Graaff et al., 2019; Patterson et al., 2019) ten opzichte van geploegde teeltsystemen. De combinatie van gewasdiversiteit en gereduceerde grondbewerking is daarom perspectiefvol voor een nog grotere bijdrage aan de biodiversiteit in de akker. De relatie van de toepassing van gewasdiversiteit en minder intensieve grondbewerking met de hoeveelheid en diversiteit van hogere soorten als vogels en zoogdieren, is nog nauwelijks onderzocht. Dit is een uitdaging voor de komende jaren. In februari 2019 is er een vierjarig onderzoeksproject gestart waarin Wageningen University and Research | Open Teelten de effecten van strokenteelt op biodiversiteit, waaronder akkervogels en zoogdieren nader gaat onderzoeken. Ondanks de bemoedigende resultaten, is er nog een weg te gaan, voordat dit soort systemen gemeengoed worden in de landbouwpraktijk. De dilemma's voor agrariërs die willen starten met strokenteelt zijn uiteenlopend: praktijkuitdagingen op het gebied van beregening tot oogstwerkzaamheden (in bepaalde gewassen) spelen een rol. Daarnaast vraagt ook gewasbescherming om aandacht: hoe voer je bespuitingen uit in stroken van 3 of 6 meter? Desondanks is er een groeiende groep telers die verschillende vormen van gewasdiversiteit in de ruimte toepast en hiermee experimenteert. Hiermee zijn zij de wegbereiders voor een bredere acceptatie van dit soort teeltsystemen. Er zal op vele fronten tegelijk gewerkt moeten worden. Kennis en ontwikkelingsvra-

gen liggen bijvoorbeeld bij welke gewassen het beste combineren of welke rassen het beste presteren in gemengde teeltsystemen. Ook ligt er een grote uitdaging in de landbouwmechanisatie. Hoe kan de mechanisatie de ecologie ondersteunen en gewasdiverse teeltsystemen ook arbeidstechnisch beter mogelijk maken? Monoculturen en ploegsystemen zijn honderden jaren geoptimaliseerd: het kost tijd en veel inspanning om met gewasdiverse (agro-ecologische) systemen hiermee te concurreren. Kleine stapjes zijn echter al op korte termijn haalbaar, zoals gereduceerde grondbewerking, een wat ruimere vruchtwisseling, mengteelten van groenbemesters en mengsels van gewassen die als veevoeder (ruwvoeder) geoogst kunnen worden.

Literatuur

Briones, M. & O. Schmidt, 2017. Conventional tillage decreases the abundance and biomass of earthworms and alters their community structure in a global meta-analysis. *Global Change Biology* 23(10): 4396-4419. doi:10.1111/gcb.13744.

Capelle, C. van, S. Schrader & J. Brunotte, 2012. Tillage-induced changes in the functional diversity of soil biota. A review with a focus on German data. *Eur. J. Soil Biol.* 50: 165-181.

D'Hose, T., L. van Vooren, G. Ruyschaert, L. Molendijk, W. van den Berg, H. Hoek, W. Runia, F. van Evert, H. ten Berge, H. Spiegel, T. Sanden & C. Grignani, 2018. Responses of soil biota to non-inversion tillage and organic amendments: An analysis on European multi-year field experiments. *Pedobiologia* 66: 18-28. doi:10.1016/j.pedobi.2017.12.003.

Graaff, M. de, N. Hornslein, H. Throop, P. Kardol & L. van Diepen, 2019. Effects of agricultural intensification on soil biodiversity and implications for ecosystem functioning: A meta-analysis 155: 1-44. doi:10.1016/bs.agron.2019.01.001.

Letourneau, D.K., I. Armbrrecht, B.S. Rivera, J.M. Lerma & E.J. Carmona, 2011. Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecol. Appl.* 21: 9-21.

Patterson, E., R. Sanderson & M. Eyre, 2019. Soil tillage reduces arthropod biodiversity and has lag effects within organic and conventional crop rotations. *Journal of Applied Entomology* 143(4): 430-440. doi:10.1111/jen.12603.

Raseduzzaman, M. & E. Steen Jensen, 2017. Does intercropping enhance yield stability in arable crop production? A meta-analysis. *European Journal of Agronomy* 91: 25-33.

Ratnadass, A., P. Fernandes, J. Avelino & R. Habib, 2012. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. *Agronomy for sustainable development* 32: 273-303.

Stella, D.J., L. Ditzler, W.A.H. Rossing & D.F. Apeldoorn, in prep. Intercropping promotes both agronomic and ecological aims: the case of organic intercropped cabbage (*Brassica oleracea* L.)

Yu, Y., T.J. Stomph, D. Makowski, L. Zhang & W. van der Werf, 2016. A meta-analysis of relative crop yields in cereal/legume mixtures suggests options for management. *Field Crops Research* 198: 269-279.

Summary

Biodiversity in arable fields through crop diversity
Modern western agriculture in arable farming, is done in increasingly large monocultures. Their advantage is the low labour input and costprice of the produce. However these monocultures are ecological deserts. Research shows that spatial crop diversity within farm fields can give higher yields, a lower disease pressure and a higher biodiversity. Combination of diverse cropping systems with reduced tillage shows potentially further advantages for biodiversity. Examples of these diverse cropping systems are strip cropping and agroforestry. Ongoing research in the Netherlands on strip cropping in arable and vegetable crops shows comparable yields, a lower pest and disease pressure and a higher biodiversity compared to monocultures. Testing and improving on a practical organic farms shows that strip cropping is practically feasible with a limited additional labour input.

Ir. W. Sukkel, Ir. F. Cuperus en
Dr. D. van Apeldoorn
Wageningen University & Research
'Open Teelten'
Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad
wijnand.sukkel@wur.nl