



Studie in opdracht van de Vlaamse Landmaatschappij

Onderzoek naar het beheer van oogstresten bij vollegrondsgroenten en mogelijkheden van vanggewassen en teeltrotaties met het oog op de waterkwaliteitsdoelstellingen van het Actieprogramma 2011-2014 (MAP4).



Agneessens, L., Vandecasteele, B., Van De Sande, T., Goovaerts, E., Crappé, S., Elsen, A., De Neve, S. (2014). 'Onderzoek naar het beheer van oogstresten bij vollegrondsgroenten en mogelijkheden van vanggewassen en teeltrotaties met het oog op de waterkwaliteitsdoelstellingen van het Actieprogramma 2011-2014 (MAP4): Samenvatting', studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Landmaatschappij (VLM), 8pp.

ISBN: XXX

Leden van het consortium

Universiteit Gent

Laura Agneessens, Stefaan De Neve

ILVO-EV Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek

Bart Vandecasteele, Jarinda Viaene, Louise Carpentier, Jef Van Meensel, Koen Willekens

Inagro

Tomas Van De Sande

Proefstation voor de Groenteteelt vzw (PSKW)

Ellen Goovaerts, Joris De Nies

Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt Oost-Vlaanderen (PCG)

Sara Crappé, Micheline Verhaeghe

Bodemkundige Dienst van België (BDB)

Annemie Elsen

Leden van de stuurgroep

Luc Gallopyn (VLM), Sofie Ducheyne (VLM), Koen Desimpelaere (VLM), Koen Cochez (VLM), Christine Vandierendounck (VLM), Guy Germanes (VLM), Frank Stubbe (VLM), Ria Gielis (VLM), Paul Van Der Sluys (VLM), Bart Debussche (ADLO), Marleen Mertens (ADLO), Pascal Braekman (ADLO), Joost Salomez (LNE-ALBON), Karoline D'Haene (Onderzoeksplatform), Georges Hofman (Onderzoeksplatform), Hanne Buelens (VMM), Kor Van Hoof (VMM), Annelise Bakelants (VMM), Dirk Coomans (CVBB), Raf De Vis (PSKW), Micheline Verhaeghe (PCG), Danny Callens (Inagro), Mia Demeulemeester (Inagro), Erik Van Bockstaele (ILVO), Ann Jamart (Bioforum), Lieven Delanote (PCBT), Guy Depraetere (ABS), Luc Peeters (BelOrta), Ludo Vankelst (BelOrta), Luc Vanoirbeek (Boerenbond), Sibylle Verplaetse (Ministerie Leefmilieu, Natuur en Cultuur), Frans Coussement (Kabinet Landbouw/Visserij/Platteland), Rik Decadt (Veilingen)

Samenvatting

Intensieve vollegrondsgroenterotaties kunnen aanleiding geven tot aanzienlijke N-verliezen tijdens de winter. Om de waterkwaliteitsdoelstellingen van MAP4 te realiseren, werden verschillende beheersscenario's voor oogstresten geëvalueerd. Hierbij werd rekening gehouden met zowel de langetermijn duurzaamheid als de economische haalbaarheid. Binnen het onderzoek werden twee fundamenteel verschillende strategieën onderzocht, namelijk een in situ behandeling van de oogstresten of aanpassing van de gewasrotaties enerzijds of het afvoeren van oogstresten van groenten gevolgd door een nuttige valorisatie van deze oogstresten anderzijds.

De in situ behandelingen omvatten:

- het intact laten van de oogstresten op het veld
- het mengen van de oogstresten met N-immobiliserende materialen (graanstro, onrijpe groencompost en restplant van korrelmaïs)
- het onderzaaien van een vanggewas
- in situ stabilisatie door het samenbrengen van de oogstresten in rillen of gewenten, al dan niet gemengd met structuurrijk materiaal
- het inzaaien van een vanggewas na augustus

Bij afvoer van de oogstresten werden volgende valorisatiemogelijkheden geëvalueerd:

- composteren op boerderijniveau of in een GFT-composteerinstallatie
- inkuilen als bewaartechniek en mogelijk gebruik als veevoeder of bodemverbeteraar
- anaerobe co-vergisting

De praktijkgerichte resultaten van het onderzoeksproject werden tevens gebundeld in een code van goede praktijk.

Beloftevolle opties voor de in situ behandelingen

Als beloftevolle opties voor de in situ behandelingen kwamen (i) het verlaat inwerken of intact laten van oogstresten van groenten, (ii) in situ stabilisatie en (iii) het onderzaaien van een vanggewas naar voor.

Indien het oogsten van de groenteteelt op zodanige wijze plaatsvindt dat het wortelstelsel van de oogstresten nog intact blijft, kunnen deze nog verder N opnemen en zijn N-verliezen na het afvoeren van de oogstresten en het intact laten van de oogstresten gelijkaardig. Dit was het geval bij oogstresten bloemkool en witte kool bestemd voor de industrie waarbij de totale N-verliezen met 50% afnamen t.o.v. het inwerken van oogstresten van groenten. Het intact laten of verlaat inwerken van de oogstresten vereist geen bijkomende kosten of tijdsinvestering t.o.v. het conventionele inwerken

van de oogstresten. De gevolgen voor ziekteverspreiding en mogelijke omgevingshinder van het intact laten van oogstresten van groenten is echter nog weinig onderzocht.

Het samenbrengen van oogstresten van groenten in gewenten blijkt bovengrondse N-opslag te bevorderen en uitspoeling naar het bodemprofiel te verlagen. Het toevoegen van N-immobiliserende materialen in gewenten met de oogstresten van groenten leidde niet tot een significante verlaging van het bodem mineraal N-gehalte onder de gewenten. Deze praktijk wordt toegepast in de regio rond Sint-Katelijne-Waver waardoor reeds kennis en ervaring aanwezig zijn, maar is elders onbekend. Indien geen N-immobiliserende materialen worden toegevend, bedraagt de netto-impact van het vormen van gewenten 41 tot 49 euro per hectare en 4 tot 4,5 manuren per hectare t.o.v. het inwerken van de oogstresten.

Bij het onderzaaien van een vanggewas in een groenteteelt bleek het tijdstip van inzaaien een cruciaal element voor het slagen van de onderzaai. Italiaans raaigras was het best bestand tegen overschaduwing en betreding en verlaagde de N-balans met 90 kg N ha^{-1} . Ondanks het potentieel van de techniek zijn er tevens verscheidene aandachtspunten die bijkomend onderzoek vereisen, zoals de concurrentie tussen de hoofdteelt en de onderzaai voor licht, water en nutriënten, de invloed van de onderzaai op de opbrengst van het hoofdgewas, welke onderzaai te verkiezen zou zijn (eventueel kiezen voor traag groeiende vanggewassen zoals Engels raaigras), te verkiezen zaaidichtheid,... Tevens bestaan er nog geen machines om in de praktijk in te zaaien of te schoffelen tussen een groente.

Moeilijk haalbare opties voor de in situ behandelingen

Evaluatie van de veldproeven leerde dat het inzaaien van een vanggewas na september, het gebruik van N-immobiliserende materialen en het afvoeren van de oogstresten opties vormen met een lage efficiëntie of praktisch moeilijk uitvoerbaar zijn.

Simulaties met het EU_Rotate_N model geven aan dat een vanggewas ingezaaid begin september de totale N-verliezen tijdens de winter nog met 30-50% kan verlagen t.o.v. het braak laten van het veld in een warm najaar. Hoe later het tijdstip van inzaaien, hoe nadeliger echter voor de ontwikkeling en N-opname door het vanggewas. Het areaal aan vollegrondsgroenten in Vlaanderen dat na 1 september geoogst wordt, bedraagt echter bijna 13.000 ha waardoor een tijdige inzaai voor een aanzienlijk oppervlakte niet mogelijk is. Indien een vanggewas wordt gezaaid in plaats van een groente brengt dit aanzienlijk inkomstenverlies mee voor de teler. De bruto-opbrengst voor bloemkool, bleekselder en prei bedraagt respectievelijk ongeveer 12.000; 27.500 en 20.000 euro per hectare.

Ondanks het toedienen van een grote hoeveelheid N-immobiliserende materialen ($> 12 \text{ ton ha}^{-1}$) kon enkel voor graanstro een N-immobiliserend effect geobserveerd worden en beperkte dit zich tot een vierde van de beoogde N-immobilisatie. Verschillende factoren bleken noodzakelijk om N-immobilisatie te bekomen, nl. (i) voldoende N-immobiliserende materialen, (ii) een goed contact tussen de immobiliserende materialen en de oogstresten en (iii) voldoende hoge bodemtemperaturen ($>10 \text{ °C}$). Gezien verscheidene groenteteelten geoogst worden na september kan niet voldaan worden aan deze laatste voorwaarde. Het gebruik van N-immobiliserende materialen brengt een aanzienlijke meerkost met zich mee (tot 1230 euro per hectare) wat de haalbaarheid van deze optie sterk verkleint.

De haalbaarheid van machinale afvoer van oogstresten van groenten is sterk teeltafhankelijk. Een belangrijke praktische belemmering is de berijdbaarheid van het veld, en het verhoogde risico op structuurschade, en de vereiste aanpassing van de oogstmachines nodig om de oogstresten te kunnen afvoeren. Het afvoeren van oogstresten van prei en selder gebeurt reeds of kan plaatsvinden mits een kleine aanpassing van de oogstmachines. Oogstresten van kolen zijn daarentegen moeilijker af te voeren. Voornamelijk het afvoeren van oogstresten van een teelt bestemd voor de versmarkt is, omwille van de gespreide oogst, zeer moeilijk. De netto impact van het afvoeren van oogstresten toont een netto bijkomende variabele kost van 285 tot 292 euro per ha. De beschikbare arbeidstijd op het bedrijf verhoogt met 1,5 tot 2 manuren per ha indien de oogstresten via loonwerk worden afgevoerd. De oogstresten worden best samen met de geoogste groente verzameld in één werkgang om een zo laag mogelijk aandeel aarde te hebben; dit vereist specifieke machines en verhoogt de kostprijs van het ophalen. Dergelijk scenario vereist een hoogwaardige valorisatie van de oogstresten om de extra kosten te kunnen verantwoorden.

Valorisatie van oogstresten

Indien de oogstresten van een groenteteelt met aangepaste machines machinaal afgevoerd kunnen worden bij de oogst zelf (bv. selder), of samen met het gewas afgevoerd worden (bv. prei), kunnen deze gevaloriseerd worden indien de zuiverheid van de oogstresten hoog genoeg is. Het composteren, inkuilen en/of vergisten van oogstresten van groenten die van het veld afgevoerd werden, vormt milieukundig een betere optie dan de oogstresten voor de winter terug naar het veld te brengen en in te werken.

Het energetisch potentieel van oogstresten van groenten kan benut worden via anaerobe (bij)vergisting. Knelpunten hierbij zijn echter het hoog watergehalte van de oogstresten, de niet-continue aanvoer en de mogelijkheid tot afzet van het geproduceerde digestaat.

Het inkuilen van de oogstresten kan gebruikt worden als bewaarstechniek tijdens de winterperiode of om de discontinue aanvoer van oogstresten van groenten voor bv compostering of vergisting op te vangen. Ingekuilde oogstresten van prei hadden tevens potentieel als veevoeder, maar de verteerbaarheid van de organische stof, bestendigheid van het eiwit,... dienen verder onderzocht te worden. De beste resultaten werden bekomen voor oogstresten prei waarbij de netto variabele kost 9,9 euro per ton oogstresten bedroeg voor een bijkomende arbeidsvraag van 0,35 manuren per ton oogstresten. De ingekuilde oogstresten van groenten waren rijk aan nutriënten en organische stof, maar zeer onstabiel waardoor bij toediening op het veld als bodemverbeteraar eerst N-immobilisatie kan optreden bij hoge C:N-verhoudingen.

Het gebruik van oogstresten van groenten liet ook toe een compost van hoge kwaliteit te bekomen wanneer de oogstresten en de andere materialen in het uitgangsmengsel een hoge zuiverheidsgraad hadden. Het was mogelijk om tijdens het composteringsproces oogstresten bij te voegen aan de composthoop, waardoor de teler oogstresten kan toevoegen in functie van hun beschikbaarheid. Het terugbrengen van de gecomposteerde oogstresten naar het veld laat toe een deel van de afgevoerde nutriënten en organische stof opnieuw aan te brengen. De netto variabele kost voor het opzetten van een composthoop bedroeg tussen 55 en 77 euro per ton oogstresten en liep voornamelijk hoog op door het gebruik van houtsnippers als structureel materiaal. Composteerproeven met oogstresten prei gaven echter aan dat heidechopper en gebruikt tomaten- of aardbeiensubstraat ook gebruikt kan worden als alternatief, en goedkoper, structureel materiaal.

Summary

Intensive open field vegetable crop rotations may give rise to considerable N-losses during winter. To obtain the water quality objectives set by the Manure Action Plan (MAP) 4, different vegetable crop residues management options were evaluated, taking into account long term sustainability and economic feasibility. Two fundamentally different vegetable crop residue management strategies were evaluated, namely (i) options for on-field management of crop residues and modifications to crop rotations and (ii) removal of crop residues followed by a useful and profitable application.

On-field/in situ treatments included following strategies:

- leaving crop residues undisturbed on the field
- mixing of crop residues (cauliflower) with a number of immobilizing materials (straw, green waste compost and grain maize residues)
- cover crops undersown 2-3 weeks after plant date of the vegetable crop
- in situ stabilization of vegetable crop residues in rills with or without added structural material
- Sowing of a catch crop after August

In the crop residue removal scenario, the potential of following applications was assessed:

- on-farm composting or composting in a large-scale composting facility.
- ensilage as storage technique and possible use as feedstock for co-digestion or composting, fodder or reapplication in the field
- co-digestion in order to valorize the energetic potential of vegetable crop residues

The results of the field experiments, model simulations, literature study and farmer surveys were combined in a code of good agricultural practice.

Promising in situ treatment options

Following in situ treatment options showed promising results: (i) leaving the crop residues undisturbed on the field or postponing the moment of incorporation, (ii) in situ stabilization and (iii) undersowing of a catch crop.

If the rooting system of the crop residues remains intact at harvest a continued N uptake is possible, which was the case for cabbages harvested for the industry. N losses where the crops residues were left undisturbed on the field were comparable to when the crop residues were completely removed from the field and were reduced by 50% compared to incorporation of the crop residues. Leaving the crop residues undisturbed or postponing incorporation does not require additional time or labor efforts compared to incorporation of the crop residues. However the effect of undisturbed vegetable

crop residues on possible disease propagation or environmental nuisance should be further evaluated.

In situ stabilization of vegetable crop residues in rills allowed aboveground N storage and reduced N leaching to deeper soil layers. Adding possible N-immobilizing materials did not significantly reduce the mineral N content of the rills. Experience using the in situ stabilization technique is present in the Sint-Katelijne-Waver region, but is not practiced elsewhere. When no N-immobilizing materials are added the net impact of setting up the rills amounted to 41 to 49 euro per hectare and 4 to 4,5 man-hours per hectare relative to incorporation of the vegetable crop residues.

Time of sowing was found to be a crucial element for a successful establishment of an undersown catch crop. Italian ryegrass was found to best withstand overshadowing and treading and reduced the N-balance by 90 kg N ha⁻¹. Despite the potential of undersowing of a catch crop, several attention points require additional research. This includes competition between the cash and catch crop for light, water and nutrients, which catch crop is best suited for undersowing (e.g. a slow growing catch crop such as English ryegrass may be preferable), optimal sowing density,... Additionally, at the moment there are no sowing machines fit to sow in between a vegetable crop.

In situ options with a low feasibility

The feasibility of sowing of a catch crop after September, the use of N-immobilizing materials and removal of crop residues was found to be low.

Simulations with the EU_Rotate_N model showed that a catch crop sown in the beginning of September may reduce total N losses during winter by 30-50% compared to leaving the field fallow during autumn. However postponing the time of sowing, reduces the development and N-uptake of the catch crop. The area of open field vegetable crops in Flanders harvested after the 1st of September amounts up to nearly 13.000 ha impeding a timely sowing. If a catch crop would be sown instead of a vegetable crop this would imply a considerable loss of income for the farmer. The gross revenue of a cauliflower, celery and leek crop amounts to 12.000, 27.5000 and 20.000 euro per hectare respectively.

Despite addition of a considerable amount of N-immobilizing materials (> 12 ton ha⁻¹), a N-immobilizing was only observed for cereal straw and was limited to a quarter of the assessed immobilization potential. Different parameters appear necessary to obtain N-immobilization, namely (i) addition of a sufficient amount of N-immobilizing materials, (ii) adequate and homogeneous contact between the N-immobilizing materials and the crop residues and (iii) sufficiently high soil temperatures (> 10°C). This last parameter cannot be controlled and is often not possible to meet when the vegetable crops are harvested after September. The use of N-immobilizing materials implies a considerable increase of expenses (up to 1230 euro per hectare) which reduces the feasibility of this option.

Important obstacles of mechanical removal of vegetable crop residues are the possibility to access the field with heavy machinery without damaging the soil structure and the required adaptations of the harvest machinery to collect crop residues. Ideally the collection and removal of crop residues would take place while harvesting the crop to reduce the soil load of the crop residues. This would require adapted machinery and a high quality valorization would be needed to account for the increased costs. The feasibility of mechanical removal of vegetable crop residues is highly crop

dependent. Removal of residues of leek and celery may take place with little or no adaptations to the harvest machinery whereas removal of cabbage residues was found to be challenging. Mechanical vegetable crop residue removal would imply an increase net variable cost of 285 to 292 euro per hectare and time requirement of 1,5 to 2 man-hours per hectare.

Valorization of vegetable crop residues

If crop residues may be collected during harvest of the vegetable crop (e.g. celery) or become available during processing of the crop (e.g. leek) a high value valorization may be applied if the quality is sufficiently high. From an environmental point of view composting, ensilage and or/ anaerobic (co-)digestion of vegetable crop residues is preferable before reapplying and incorporation of the crop residues before winter.

The energetic potential of crop residues may be valorized through anaerobic (co-)digestion. Barriers to this options are the high water content of the residues, the seasonal supply and the processing and use of the produced digestate.

Ensilage of vegetable crop residues may be used as a storage technique during winter or buffer the seasonal supply of crop residues destined for example for composting or anaerobic digestion. Ensilaged leek residues showed potential to be used as fodder, but additional research concerning the digestibility of the organic matter, protein stability,... should be further evaluated. The ensilaged crop residues were high in nutrients and organic matter, but remained very degradable and could cause a temporary N-immobilization when applied to the field as a soil improver in spring. The net variable costs for ensilage of leek residues amounted to 9,9 euro per ton crop residues and 0,35 man-hours per ton crop residues.

A high quality compost was obtained when using vegetable crop residues and structural materials with a high degree of purity. It was possible to add crop residues during the course of the composting process, allowing the farmer to apply vegetable crop residues in function of their availability. Reapplying the composted vegetable crop residues to the field allows to partially reallocate the initially removed nutrients and organic matter. The establishment of a compost heap implied a net variable cost of 55 to 77 euro per ton crop residues and primarily reflected the cost of wood snippets used as a structural material. However composting trials with crop residues of leek indicated the possibility to use heath chopper or used tomato or strawberry substrate as alternative, and cheaper, structural material.