

BODEMKWALITEIT EN BODEMBEHEER

DE AGRO-ECOLOGISCHE AANPAK

Dr. ir. Koen Willekens

Cursus Agro-ecologie
Campus Schoonmeersen, UGent
14 maart 2022



ILVO

Bodemkwaliteit

- fysisch
- biologisch
- (bio)chemisch



Bodemkwaliteit

- Kenmerken
- Processen



Fysische kenmerken

- textuur
- structuur
 - porositeit
 - bodemaggregaten



Fysische processen

- vochtretentie
- vochtbeweging
- gasuitwisseling
- bodemdegradatie

Chemische kenmerken

- organische stof
- voedingsstoffen
- zuurtegraad (pH)
- redoxpotentiaal (Eh)

Chemische processen

- retentie en migratie van nutriënten
- (on)beschikbaarheid van nutriënten
- verzuring – uitspoeling van basen
- oxidatie - reductie

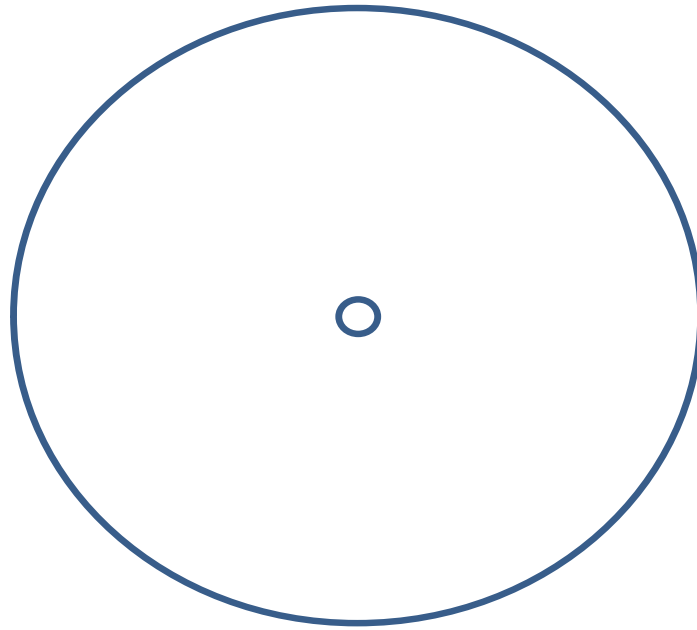
Mineraal	Huidig Niveau	Ideaal Niveau	Mineralen balans		
			laag	gemiddeld	hoog
CEC	8,33				
TEC	8,72				
Paramagnetisme	N/A	200 +			
pH water	6,70	6,3			
Organische stof	2,06 %	3,0 - 10 %			
Cal/Mag-verhouding	6,03 :1	4,33 :1			
Nitraat stikstof	16 kg/ha	22 - 45 kg/ha			
Ammonium stikstof	34 kg/ha	22 - 45 kg/ha			
Fosfaat	1062 kg/ha	250 - 750 kg/ha			
Calcium	2793 kg/ha	2539 kg/ha			
Magnesium	278 kg/ha	352 kg/ha			
Kalium	737 kg/ha	229 - 457 kg/ha			
Natrium	84 kg/ha	38 - 114 kg/ha			
Aluminium	11 kg/ha	0 < 8,79 kg/ha			
Zwavel	65 kg/ha	67 - 112 kg/ha			
Borium	1,5 kg/ha	2,2 - 6,7 kg/ha			
IJzer	753 kg/ha	90 - 448 kg/ha			
Mangaan	58 kg/ha	67 - 224 kg/ha			
Koper	9,1 kg/ha	4,5 - 15,7 kg/ha			
Zink	22,7 kg/ha	11,2 - 22,4 kg/ha			
Molybdeen	0,43 kg/ha	0,90 - 1,57 kg/ha			
Kobalt	0,11 kg/ha	0,22 - 1,12 kg/ha			
BASE SATURATION					
Calcium	71,50 %	65,00 %			
Magnesium	11,85 %	15,00 %			
Kalium	9,67 %	3,00 - 6,00 %			
Natrium	1,84 %	0,50 - 1,50 %			
Aluminium	0,64 %	0,50 %			
Waterstof	4,50 %	10,00 %			

Soil-Tech Solutions/ Van Iersel Compost



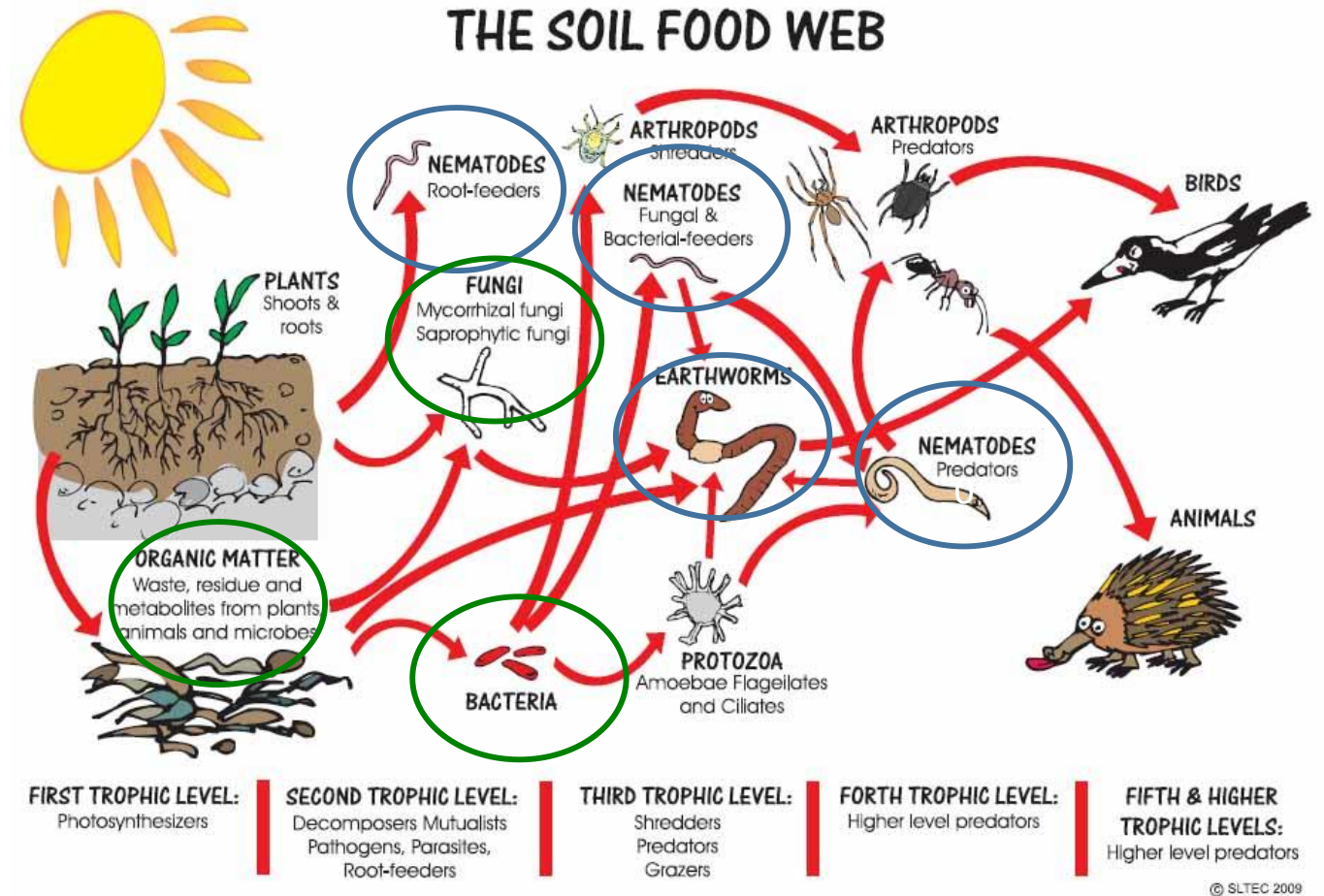
Bodemprocessen

- aerob
- anaerob



Biologische kenmerken

- Levensvormen
 - ✓ gewassen
 - ✓ bodemorganismen



Biologische processen

- stofwisselingsprocessen
- bodemstructuur vorming

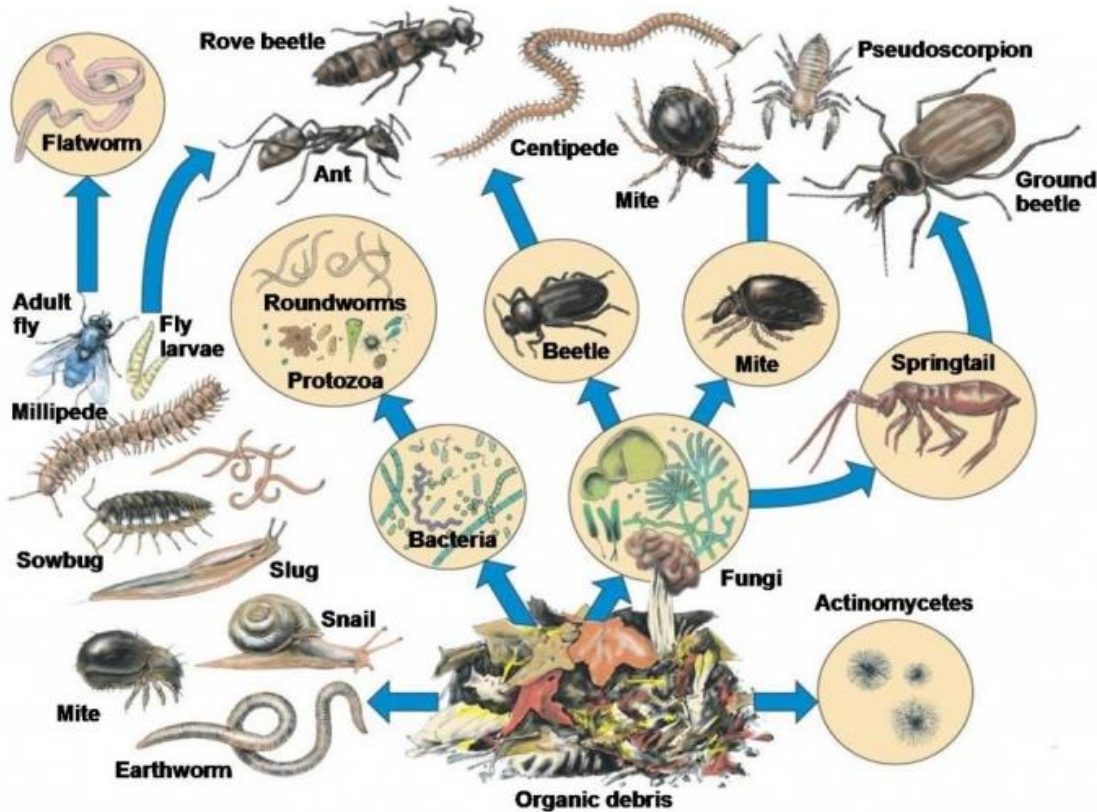
Bodemorganismen

Flora

- Bakterien
- Schimmels

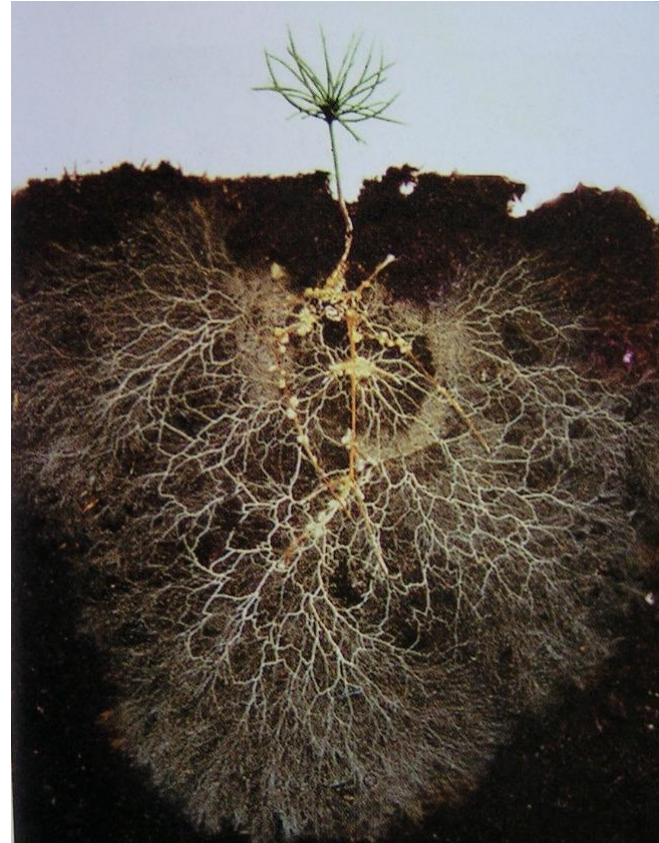
Fauna

- Protozoa
- Nematoden
- Arthropoden
- Regenwormen



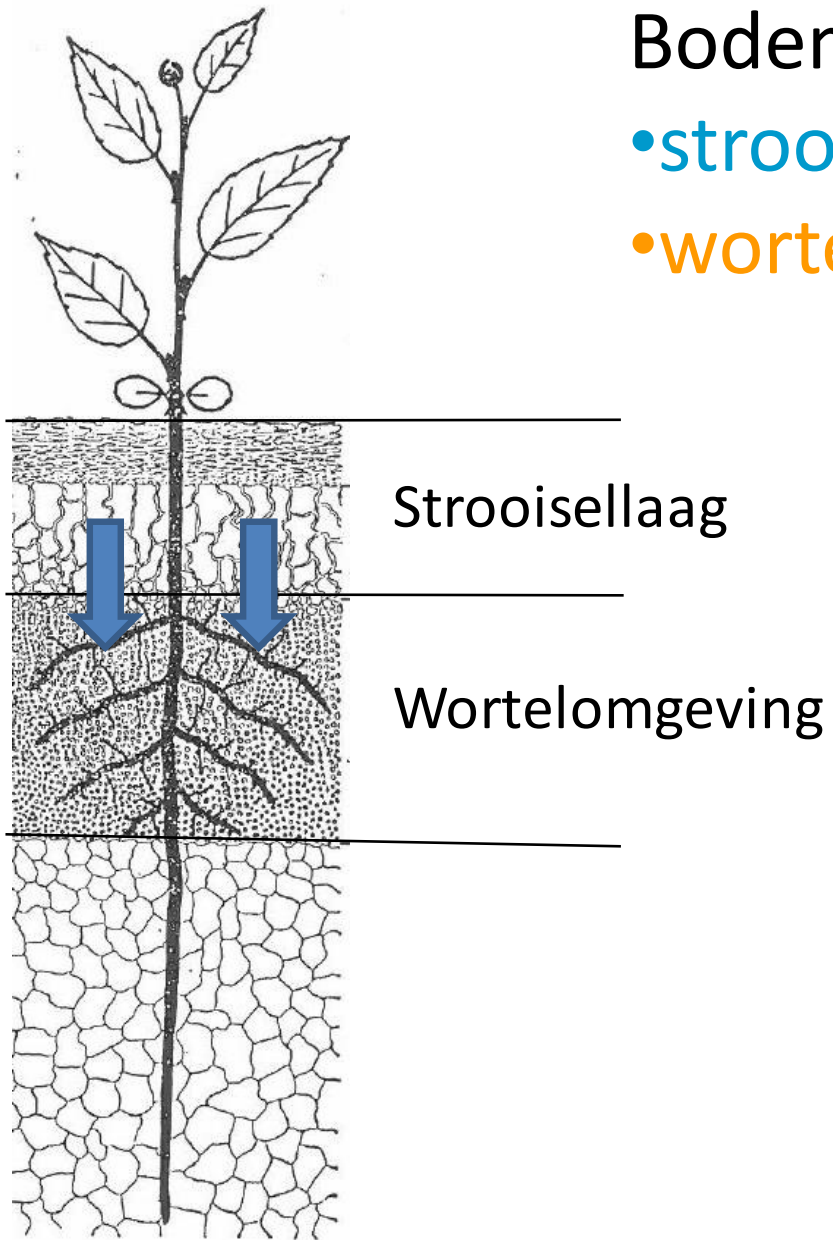
Bodembiologie

- strooisellaag
- wortelomgeving



Bodembiologie natuurlijk ecosysteem

- strooisellaag
- wortelomgeving



Twee vormen van microbiële activiteit:

- Afbraak en omvorming van vers aangebracht organisch materiaal
- Symbiose tussen plant en microflora in functie van plantenvoeding en plantenbescherming

BodembioLOGIE agro-ecosysteem

• Wortelzone

- Symbiose tussen plant en microflora in functie van
 - Plantenvoeding
 - Plant voedt microflora met 'cake'
 - Microflora stelt nutriënten ter beschikking van de plant vb. stikstofbindende bacteriën, mycorrhize schimmels
 - Plantenbescherming
 - Microflora koloniseert worteloppervlak
 - Microflora weert ziekteverwekkers met toxines, ...

• Niet-wortelzone

- Afbraak en omvorming van vers aangebracht organisch materiaal in:
 - Strooisellaag
 - Toplaag
 - Bouwvoor

Bodembeheermaatregelen

- Gewasdiversificatie
- Bewerking
- Bemesting

Bodemstructuur verbeteren

- Begunstigen van het bodemleven
 - Gereduceerde bodembewerking
 - Aanvoer van organisch materiaal
 - Extern (bemesting)
 - Gewasresten
 - Bovengrondse plantendelen
 - Wortels
 - Wortellexudaten
- Afbraak en omvorming van organisch materiaal a/h bodemoppervlak
- Beworteling maximaliseren
 - Gewasdiversificatie
 - Granen, tijdelijk grasland (integratie dierlijke en plantaardige productie)
 - Groenbedekkers
 - Mengculturen
 - Bodemverdichting remediëren (bodembewerking)

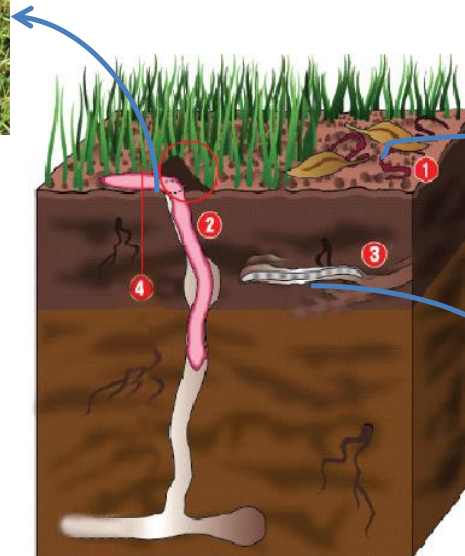
Bodembewerking om verdichting in de bouwvoor op te heffen

- kerend
- niet-kerend



Bodembewerking

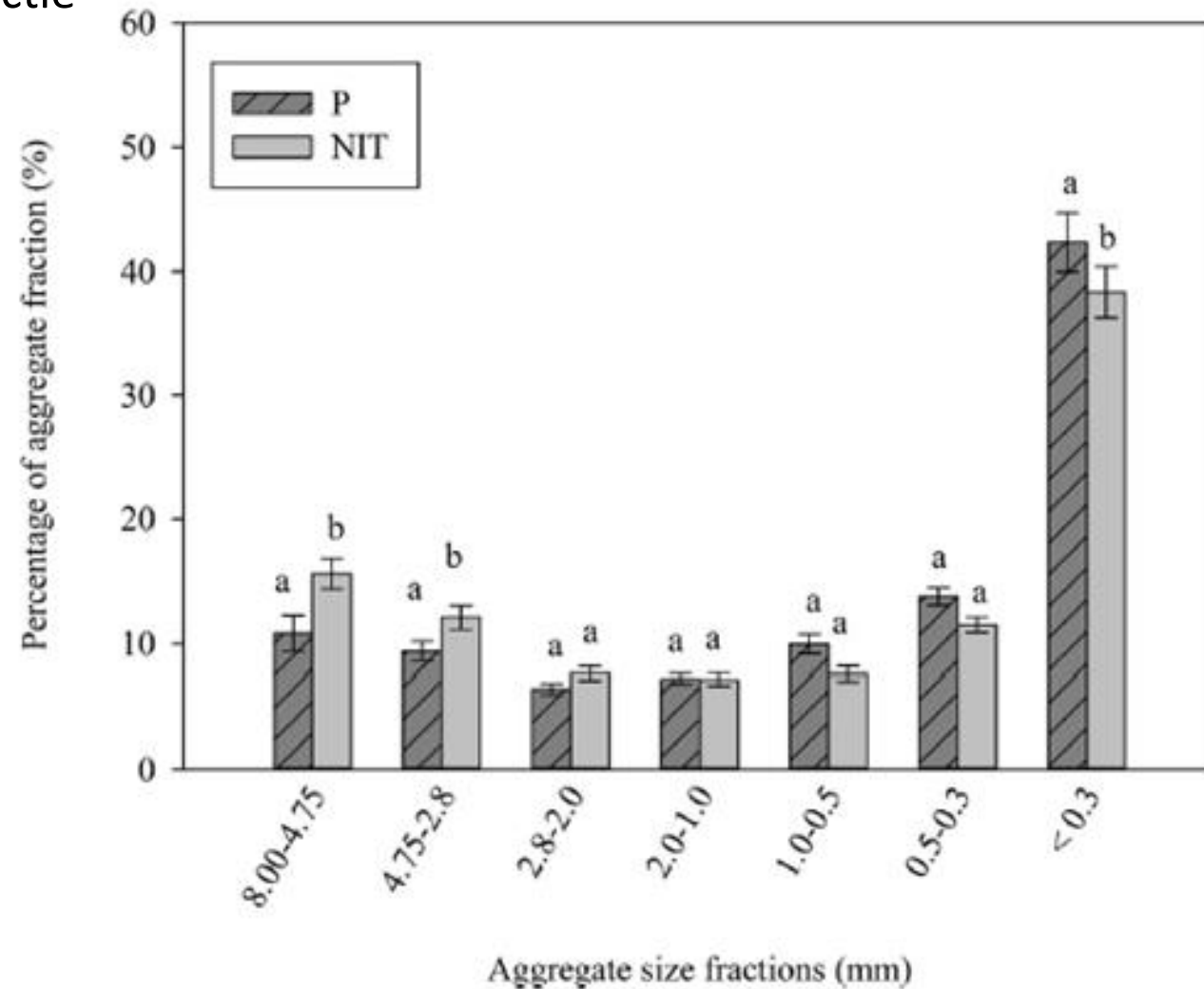
- werktuigen
- bodemleven



Afbraak en omvorming
van organisch materiaal
a/h bodemoppervlak

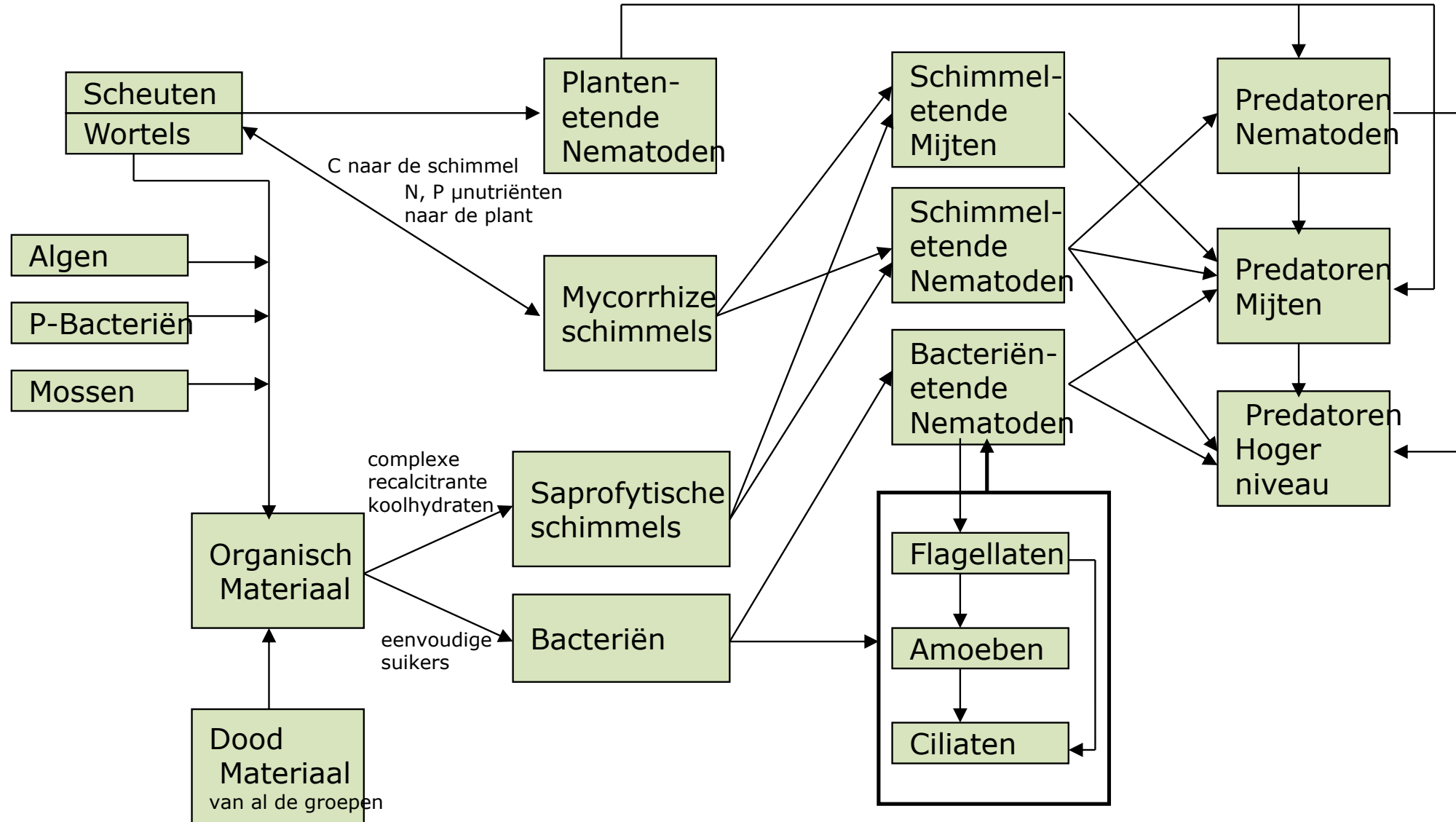
BOPACT proef ILVO, augustus 2012

Procentuele verdeling van de grootte van de aggregaten (mm) in de 0-10 cm bodemlaag na 3 jaar ploegen (P) vs. gereduceerde bodembewerking (NIT), na droge en natte zeving, meer stabiele aggregaten bij lagere < 0.3 mm fractie
D'Hose et al, 2016

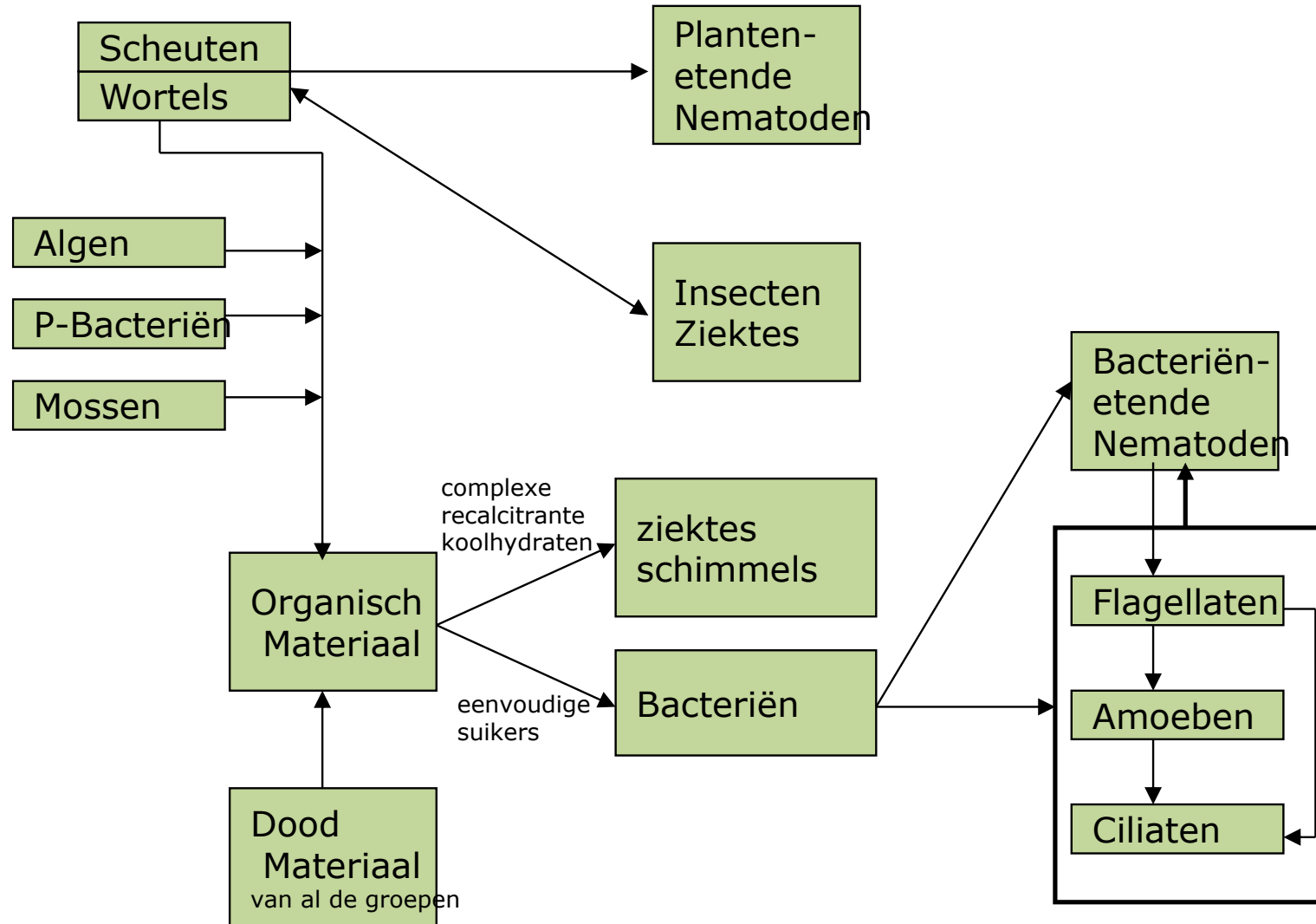


BodembioLOGIE verbeteren

Compleet bodemvoedselweb



Incompleet bodemvoedselweb



Bevorderen van nuttige, saprofytische schimmels

- ✓ Gereduceerde bodembewerking
- ✓ Ligninerijke gewasresten
- ✓ Stromest
- ✓ Compost
- ✓ Afbraak en omvorming van vers organisch materiaal in de toplaag van de bodem
- ✓ Enten van nuttige schimmels via schimmeldominante compost

Bodembeheerexperiment - 3 jaar (Vegtilco) hoofdteelten: broccoli - wortelen - pei
 Ploegen (K) versus gereduceerde bodembewerking (NK)

3 compostdoseringen 0 (C0), 15 (C1) en 45 t (C2) per ha per jaar Willekens et al., 2014

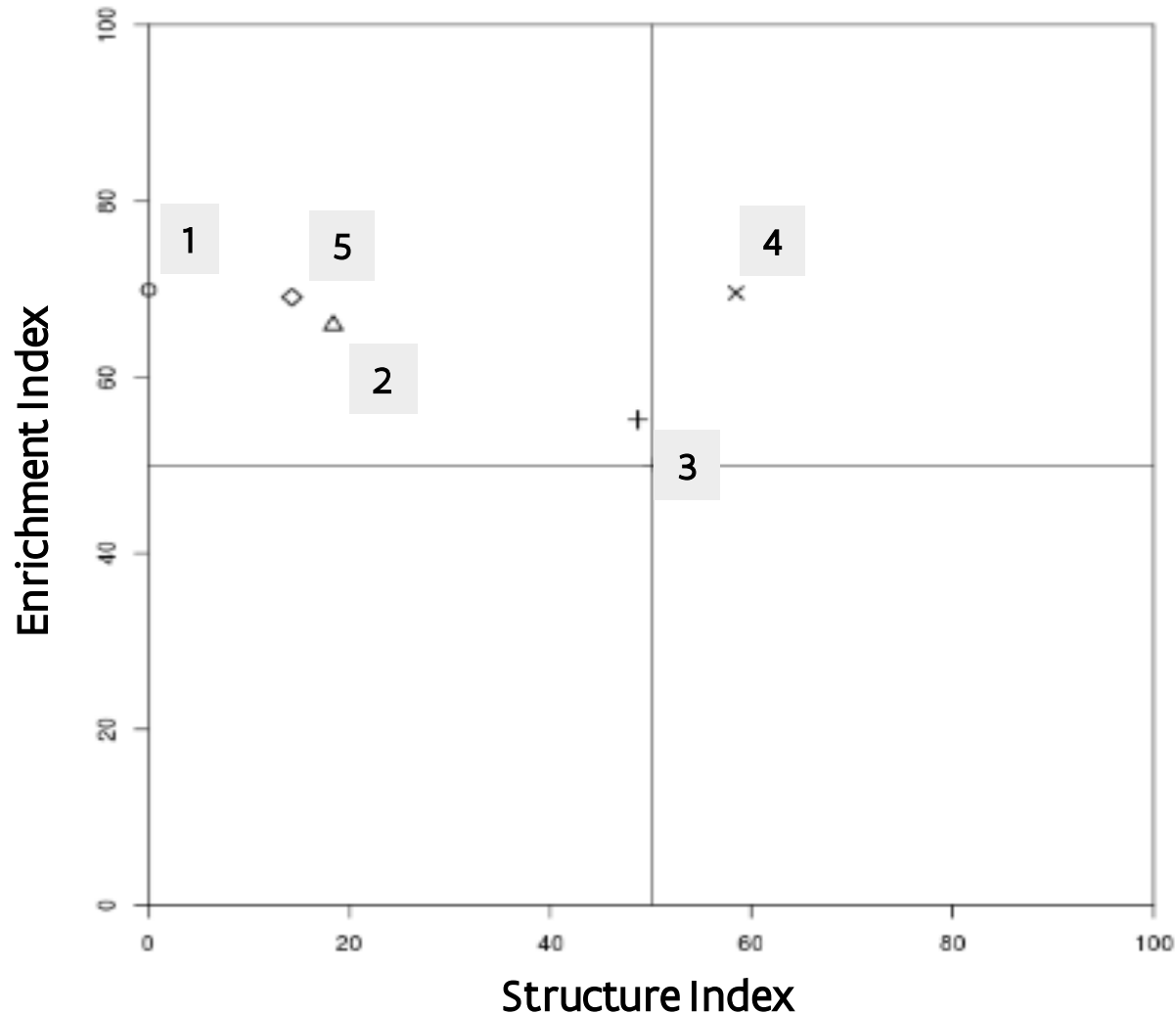
Bodemleven

0-10 cm toplaag

nmol g ⁻¹	K	NK	C0	C1	C2
Total	14.11 ^a	20.29 ^b	15.51 ^a	16.47 ^a	19.63 ^b
G+ bacteria	2.60 ^a	3.51 ^b	2.69 ^a	2.92 ^a	3.56 ^b
G- bacteria	1.59	2.01	1.65 ^a	1.70 ^a	2.05 ^b
Actinomycetes	1.12 ^a	1.54 ^b	1.21 ^a	1.25 ^a	1.54 ^b
Fungi 18:2ω6	0.34 ^a	0.77 ^b	0.54	0.53	0.61
Fungi 18:1ω9	0.74 ^a	1.30 ^b	0.92 ^a	0.97 ^a	1.17 ^b
Fungi 18:3ω3	0.05 ^a	0.19 ^b	0.12	0.11	0.13
AMF	0.66 ^a	1.11 ^b	0.72 ^a	0.84 ^a	1.10 ^b
B:F 18:2ω6	13.13 ^b	7.60 ^a	9.89	10.68	10.52

5 tuinbouwpercelen in het Regionaal Landschap Rivierenland

Willekens et al., 2016
nematodengemeenschap



Enrichment index: nutriëntenrijkdom
Structure index: omvang bodemvoedselweb
Percelen 3 en 4
Gereduceerde bodembewerking
Completer bodemvoedselweb
Omnivore en predatore nematoden

Bodem voeden

- gewassen
- bemesting



Behoud en opbouw van bodem organische stof

Aerobe afbraak en omvorming van vers organisch materiaal

Organisch materiaal:

- Gewasresten en groenbedekker: wortels versus bovengrondse plantendelen
- Wortellexudaten
- Organische bemesting (extern)

Combinatie van snel en traag werkende organische bemestingsvormen

Stabiliteit uitgaande van binding aan klei en bescherming in bodemaggregaten

Behoud en opbouw van bodem organische stof

verlies

- Te intensieve bodembewerking
- Overmaat reactieve stikstof
 - kunstmest
 - snel werkende organische bemestingsvormen

Bemestingsvormen

- plantaardig
- dierlijk



Bemestingsvormen

- Onverteerd organisch materiaal
- Compost



Organische basisbemesting

- stalmest
- compost
- bokashi



	bokashi	runderdrijfmest	rundestalmest	compost	houtsnippen
N-werking	-	+	-	-	-
C-effectiviteit	+	-	+	++	++
biodegradeerbaarheid	+	++	+	-	-
C:P	++	-	+	+	++
N:P	++	++	+	+	++

Bodembeheerexperiment - 3 jaar (Vegtilco) hoofdteelten: broccoli - wortelen - prei
 Ploegen (K) versus gereduceerde bodembewerking (NK)
 3 compostdoseringen 0 (C0), 15 (C1) en 45 t (C2) per ha per jaar Willekens et al., 2014

TOC	bewerking		Anova p-value	compost			Anova p-value	Scheffe p-value
	laag cm	K		NK	C0	C1		
0-10	0.88 ^b (0.06)	1.05 ^c (0.13)	< 0.1	0.90 ^a (0.11)	0.95 ^{ab} (0.11)	1.04 ^b (0.13)	< 0.001	< 0.05
10-30	0.90 ^b (0.08)	0.93 ^b (0.09)		0.87 (0.08)	0.91 (0.10)	0.95 (0.05)	< 0.1	
30-60	0.61 ^a (0.05)	0.61 ^a (0.12)		0.59 (0.07)	0.62 (0.13)	0.62 (0.07)		

$p < 0.001$
 $p < 0.001$

Bewerking: stratificatie van bodem organische stof / reductie van het uitspoelen van voedingsstoffen

Compost: behoud van bodem organische stof en buffering van pH

Organische bemesting/bodemverbeteraar

Veldproef	Duur jaar	Product	C-dosis t C/ha.jaar	C-seq. t C/ha.jaar	C-retentie %
Ferti (UGent)	8	Drijfmest	3.0	0.6	18
Ferti (UGent)	8	Stalmest	3.0	1.2	39
Ferti (UGent)	8	GFT compost	3.0	1.8	60
Ferti (UGent)	8	Boerderijcomp.	3.0	1.0	33
Ferti (UGent)	8	Boerderijcomp.	3.0	1.3	43
Farmco (UGent)	7	Boerderijcomp.	2.1	0.5	25
Vegtilco	3	Boerderijcomp.	1.9	0.6	33
Vegtilco	3	Boerderijcomp.	5.8	1.5	25
BOPACT	4	Boerderijcomp.	2.1	1.3	63
Biochar	1,5	Compost	10.9	-	37
Biochar	2	Biochar	13.8	-	78
Biochar	2,5	Biochar	10.9	-	54
Biochar	1,5	Biochar-compost	10.9	-	51

Vanden Nest et al. 2014, Willekens et al. 2014, Nelissen et al. 2014, D'Hose et al. 2014, 2016

Stikstofbeschikbaarheid en bodembeheer

- Opbouw en behoud organische stof i/d bodem
 - Merendeel van de N-voorraad in de bodem zit vervat in de organische stof
 - vb. 1 ha, densiteit 1.45 kg l^{-1} , 30 cm bouwlaag, 1.5% C, C/N 12 \rightarrow 5,4 ton N
 - Jaarlijkse N-mineralisatie door afbraak van een bepaald percentage van de organische stof i/d bodem
 - tot meer dan de $\frac{1}{2}$ van de N-opname van N-behoefte teelten met langere groeiperiode (prei, kolen, ...)
- Versterken N-mineralisatie 'priming effect'
 - Braak/ vroege bewerking
 - Overmaat reactieve N

Stikstofbeschikbaarheid

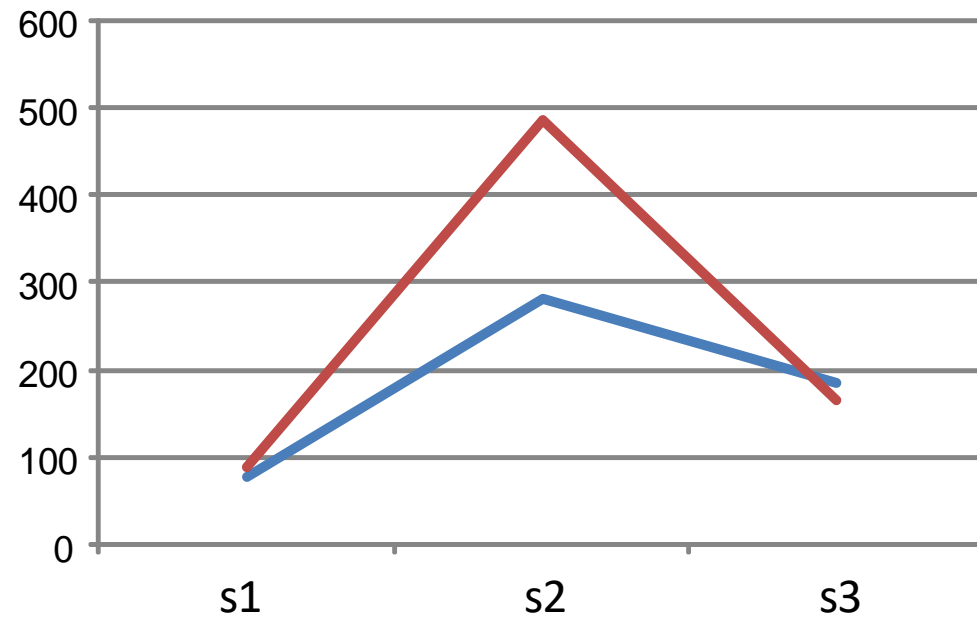
Bemesting

- 4 J's, juiste mestsoort en juiste dosis, op het juiste tijdstip, met de juiste bemestingstechniek.
- Mestsoort
 - organische bemestingsvormen
 - hoge C/N
 - Lage N-werking (vb. verse stalmest): korte termijn N-immobilisatie / rem op wortelontwikkeling
 - lage C/N
 - hoge N-werking (vb. drijfmest)
 - Lage N-werking (compost)

Perceelsmonitoring 2009: prei als testgewas; 28 percelen Willekens et al., 2016

- 1st helft van het groeiseizoen (s1-s2)
 - netto N-mineralisatie
 - priming effect door overmaat aan minerale N-input
- 2^{de} helft van het groeiseizoen (s2-s3)
 - netto N-immobilisatie gecorreleerd met microbiële activiteit

$N_{min_{0-90\text{ cm}}}$ kg ha⁻¹



Minerale N via basisbemesting

- < 160 kg ha⁻¹
- > 160 kg ha⁻¹

Composteren van stalmest met bruine reststromen

Sureveg 2018		StalMest	SM-compost	Stalmestcompost			
				vol%	gew%	DS gew%	
Droge Stof (DS)	%	36.6	30.8	Runderpotstalmest	40	61	46
Organische stof (OS)	%/DS	70.6	79.4	Houtsnippers populier	30	34	44
C	%/DS	39.2	44.1	Tarwestro	30	4	10
N	%/DS	3.0	2.5				
P	‰/DS	6.3	4.2				
C:N		13.2	17.9				
N:P ₂ O ₅		2.1	2.6				
C:P ₂ O ₅		27.0	46.2				
pH-H ₂ O	-	9.5	9.1				
EC	µS/cm	2470	1687				
NO ₃ -N	SM_mg/kg DS SM-co_mg/l	286	2				
NH ₄ -N	SM_mg/kg DS SM-co_mg/l	360	433				
Zuurstofverbruik (OUR)	mmol/kg OS/uur	7.7	5.6				
Biodegradeerbaarheid	(hemicellulose + cellulose)/lignin	1.8	3.0				



**VERNIETIGEN GRASMAT OF GROENBEDEKKER MET BEHOUD
BODEMSTRUCTUUR (SCHISEN WOETELS EN BLAS)**

GEEN ROUNDUP MEER NODIG



inzaai baktarwe met Horsch Express 3TD zaaimachine
in stoppel van groenbedekkmengsel, neergelegd met roller-crimper
Biomax: vlas, phacelia, alexandrijnse klaver, veldboon, voedererwt, zonnebloem en
voederwikke



Roller crimpen groenbedekkersmengsel gevolgd door een Sky directzaai machine



Bedankt voor je aandacht!
Vragen?

Instituut voor Landbouw-,
Visserij- en Voedingsonderzoek
Burg. Van Gansberghelaan 109
9820 Merelbeke – België
T + 32 (0)9 272 26 73

koen.willekens@ilvo.vlaanderen.be
www.ilvo.vlaanderen.be