

# Lämmastiku ja väevli olulisus kultuuride väetamisel

*Yara seminar 2019*

*Mikk Tagel, Yara väetamisekspert*

# Lämmastik

- Taime produktiivsuse seisukohalt kõige olulisem toitaine kõigis kasvufaasides – moodustub taimemass, saak ja kvaliteet.
- Rohkelt lämmastikku kuulub klorofüllü koostisse, mis on vajalik fotosünteesi aktiveerimiseks.
- Lämmastiku puudusel jäävad taimed kiduraks, väheneb viljapeade arv, terade arv pähikus, saagi kvaliteet.

**NB! Lämmastik ei asenda taimede tasakaalustatud NPK väetamist!**

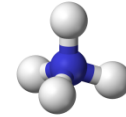
# Tasakaalus lämmastik = kombinatsioon nitraadist ja ammooniumist



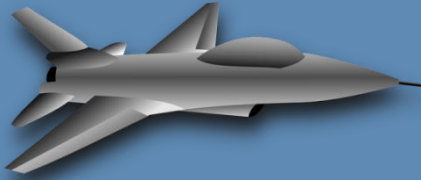
50% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>



50% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

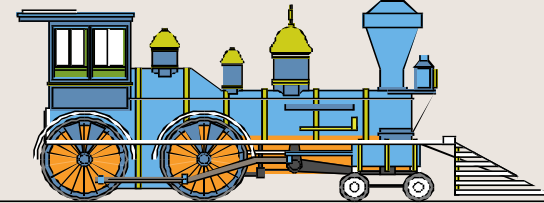


nitraatlämmastik = kiire start



- taimede poolt vastuvõetavas vormis
- mobiilne ja taimede juured pääsevad toitainetele kergesti ligi
- kohene kasvamise ja rohesuse efekt
- võimendab kaltsiumi ja magneesiumi omastamist taime poolt

ammoonium N = püsiv edastamine



- sekundaarne lämmastiku allikas
- limiteeritud omastamine ja juurdepääs
- ei ole mullas mobiilne
- nitrifikatsioon nõuab aega ja sõltub temperatuurist, niiskusest ja mulla pH'st
- võib esineda fütotoksilist N vabanemist

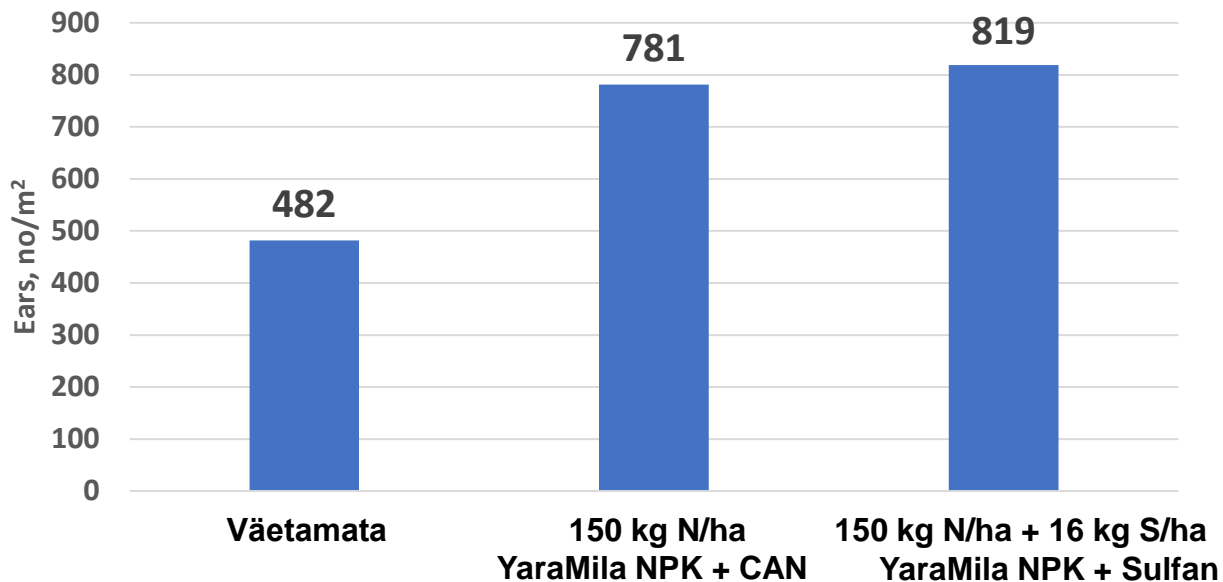
# Väävel (S) ja selle funktsioonid taimes



- Oluline roll valkude, aminohapete ja vitamiinide moodustamisel
  - **Valkude moodustumine – väävli põhifunktsioon taimedes. Valkude tootmiseks kasutatakse 90% taimedes metaboliseerunud väävlist.**
- Seotud klorofüllil moodustumisega ja fotosünteesiga ning üldiste ainevahetusprotsessidega taimes
  - **Suur osa valgust taimelehtedes sisaldub klorofüllis – roheline pigment, mis on vastutav fotosünteesi eest.**
- Aitab taimedel paremini omastada lämmastikku
  - **Väävli puuduse korral väheneb lämmastiku kasutamine taimede poolt. Mitteproteiinsed lämmastikuühendid (metaboliseerimata lämmastik, sh. nitraadid) kogunevad taimekudedesse**

# Väävli positiivne mõju teraviljadele

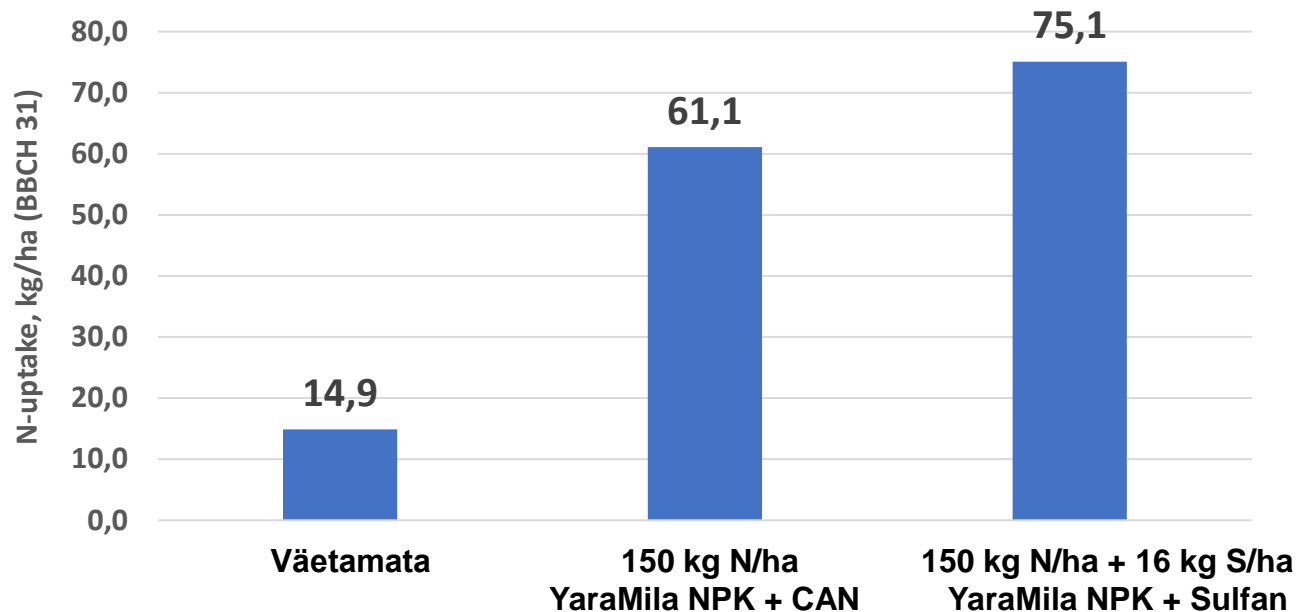
- Paraneb teraviljade võrsumine ja suureneb viljapeade arv - **suvioder**



Suvioder, Yara Kotkaniemi 2019

# Väevli positiivne mõju teraviljadele

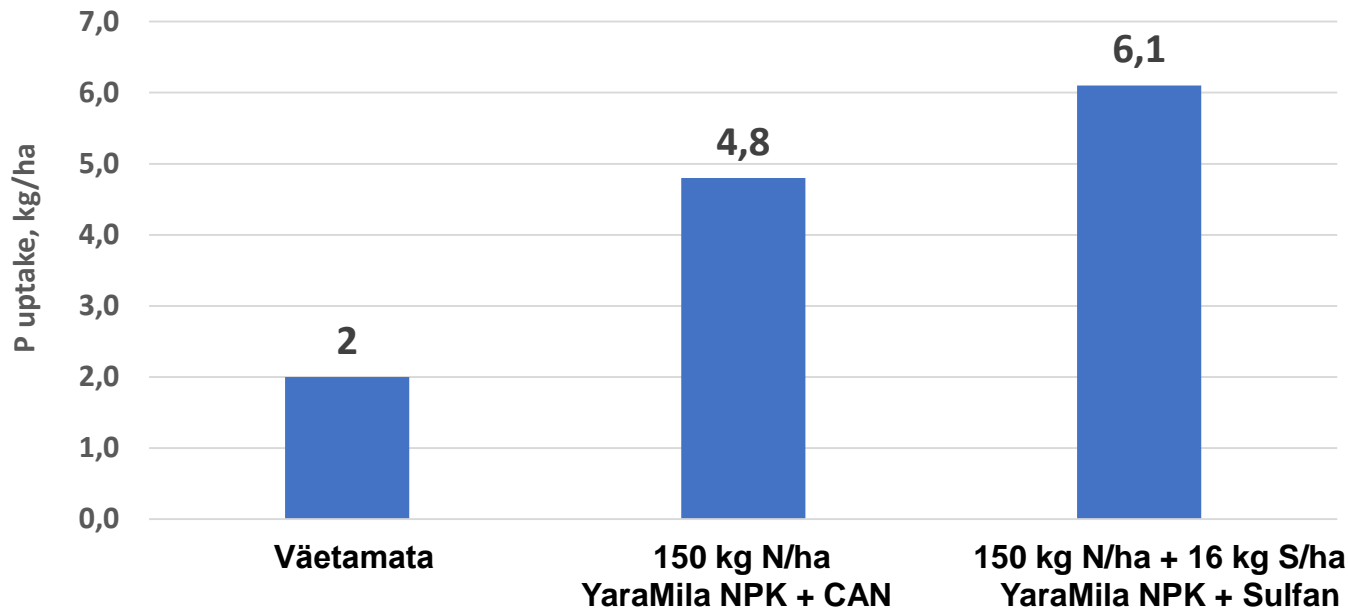
- Paraneb lämmastiku omastamine - **suvioder**



Suvioder, Yara Kotkaniemi 2019

# Väävli positiivne mõju teraviljadele

- Paraneb fosfori omastamine - **suvioder**



Suvioder, Yara Kotkaniemi 2019

# Väävli positiivne mõju teraviljadele

- Väheneb kasvuaeg
- Väheneb võimalus hilisvõrsete arenguks

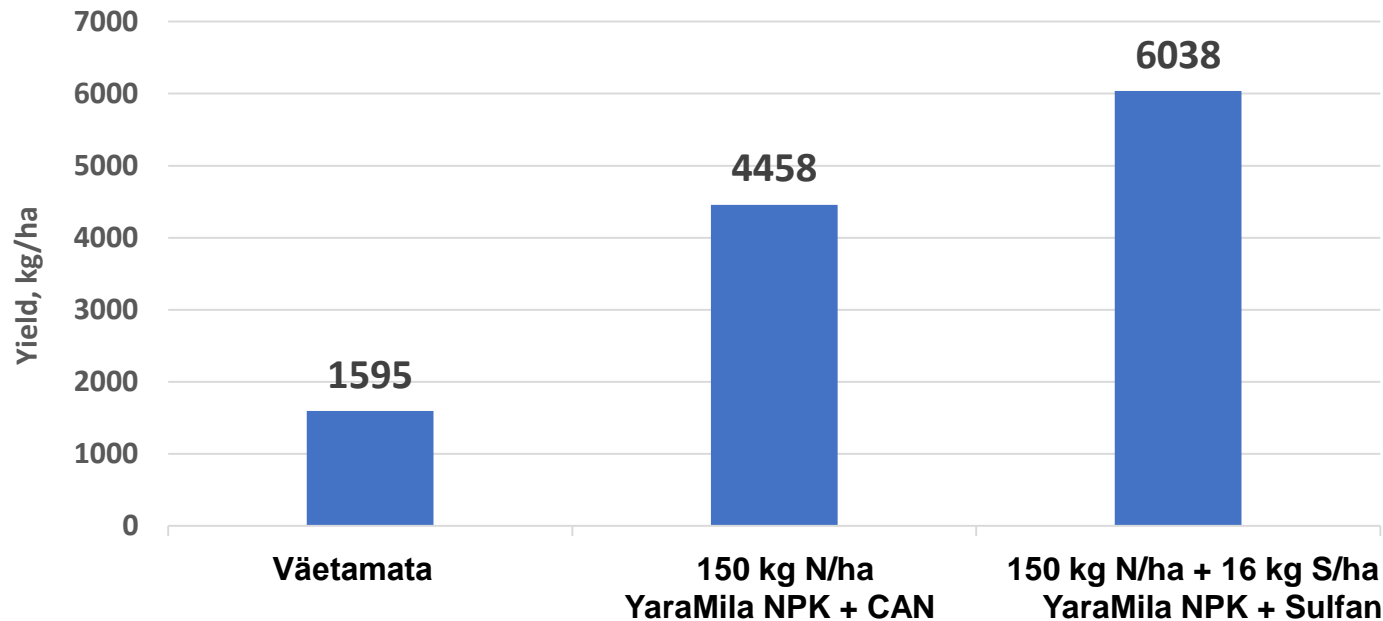


Suvioder, Yara Kotkaniemi 2019



# Väävli positiivne mõju teraviljadele

- Paraneb saagikus - **suviuder**



Suviuder, Yara Kotkaniemi 2019

**Kultuur: suvioder („Maali“)**

**Pealkiri: YARA programm versus  
TRADITSIOONILINE programm**

**Skaala: katselapp**

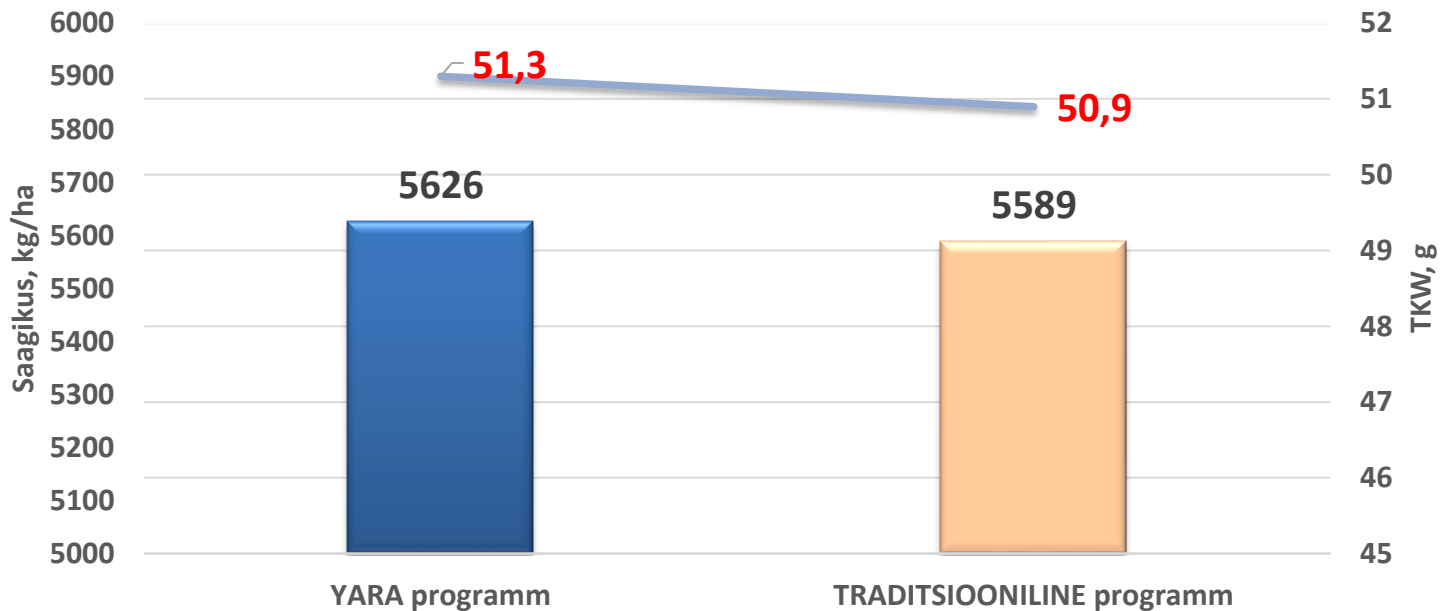
**Asukoht: ETKI (Eesti Taimekasvatuse  
Instituut), Jõgevamaa**

**Lühiajaline katse: 1 aasta**

# Yara suviotra katse – ETKI 2019, programmid

Tehtud tööd	YARA programm	TRADITSIOONILINE programm	Kuupäev
<b>Põhiväetis</b>	YaraMila NPK(S) 21-6-12 (9) 400 kg/ha	NPK(S) 21-6-11 (3) 400 kg/ha	18.04.2019
<b>Leheväetis</b>	YaraVita GRAMITREL 1,5 l/ha	YaraVita GRAMITREL 1,5 l/ha	22.05.2019
<b>Pealtväetamine</b>	YaraBela AXAN 110 kg/ha	AN 34,4 85 kg/ha	27.05.2019
<b>Leheväetis</b>	YaraVita UNIVERSAL Bio 2,0 l/ha	YaraVita UNIVERSAL Bio 2,0 l/ha	14.06.2019
<b>NPKS</b>	<b>113,7 N - 10,5 P - 39,8 K - 18 S</b>	<b>113,2 N - 10,5 P - 36,5 K - 14 S</b>	
<b>N:S suhe</b>	<b>6,3:1</b>	<b>8,1:1</b>	

# Yara suviotra katse – ETKI 2019, SAAGIKUS



20,2 kg N / tonni saagi kohta

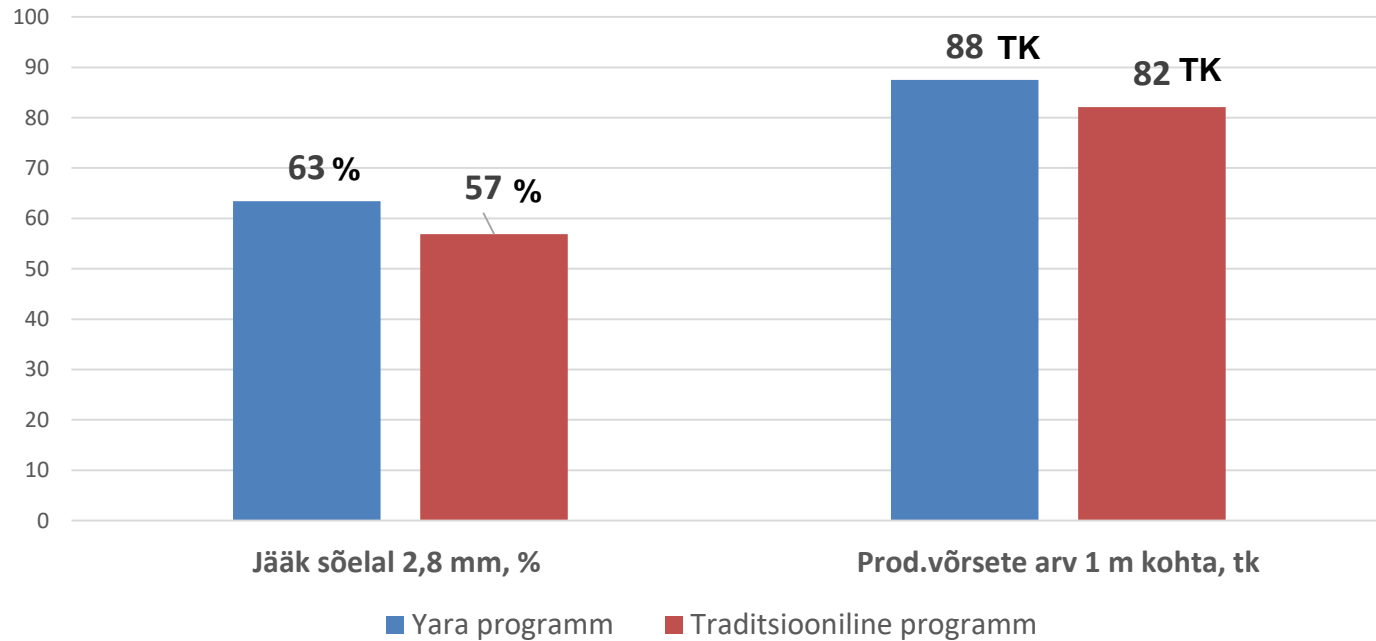
Saagikus, kg/ha TKW, g

20,3 kg N / tonni saagi kohta

## Yara suviotra katse – ETKI 2019, KASUMLIKKUS

	YARA programm	TRADITSIOONILINE programm
Saagikus	5 626 kg/ha	5 589 kg/ha
<b>ENAMSAAK</b>	<b>+37 kg/ha</b>	
Kvaliteediklass	söödaoder	söödaoder
Vilja hind	151 €/t	151 €/t
Sissetulek müügist	850 €/ha	844 €/ha
Väetamise kulud	-195 €/ha	-153 €/ha
Tulem pärast kulusid	654 €/ha	691 €/ha
<b>TULEM</b>	<b>-37 €/ha</b>	

# Yara suviotra katse – ETKI 2019, võrsumine, teraühtlikkus



**Kultuur: talinisu („Kallas“)**

**Pealkiri: YARA programm versus  
TRADITSIOONILINE programm**

**Skaala: katselapp**

**Asukoht: ETKI (Eesti Taimekasvatuse  
Instituut), Jõgevamaa**

**Lühiajaline katse: 1 aasta**

# Yara talinisu katse – ETKI, 2019

- Yara programm võrreldes „traditsioonilise“ programmiga

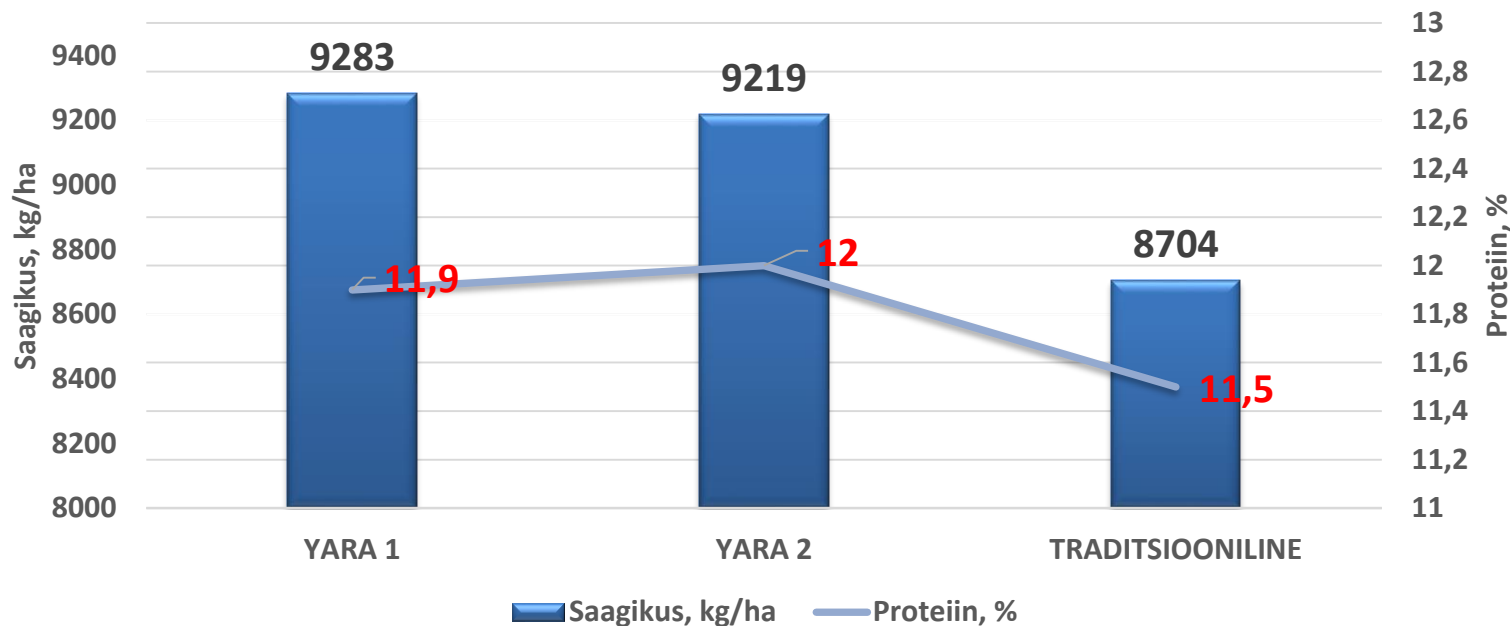




# Yara talinisu katse – ETKI 2019, programmid

Tehtud tööd	YARA programm 1	YARA programm 2	TRADITSIOONILINE programm	Kuupäev
<b>Põhiväetis</b>	YaraMila NPK(S) 18-11-13 (7) 150 kg/ha	YaraMila NPK(S) 9-12-25 (7) 350 kg/ha	NPK(S) 8-20-30 (2) 200 kg/ha	14.09.2018
<b>Leheväetis</b>	YaraVita GRAMITREL - 1,0 l/ha	YaraVita GRAMITREL - 1,0 l/ha		16.10.2018
<b>1 pealtväetamine</b>	YaraBela AXAN - 200 kg/ha	YaraBela AXAN - 300 kg/ha	AN 34,4 - 240 kg/ha	01.04.2019
<b>Kevadine täiendväetamine</b>	YaraMila NPK(S) 18-11-13 (7) 200 kg/ha	-	-	01.04.2019
<b>Leheväetis</b>	YaraVita KOMBIPHOS - 3,0 l/ha	YaraVita KOMBIPHOS - 2,0 l/ha	Ruter AA - 3,0 l/ha	15.04.2019
<b>2 pealtväetamine</b>	YaraBela AXAN - 170 kg/ha	YaraBela AXAN - 205 kg/ha	NS 30-7 - 170 kg/ha	15.04.2019
<b>Leheväetis</b>	YaraVita GRAMITREL - 1,5 l/ha	YaraVita GRAMITREL - 1,5 l/ha	Profi Basis Plus - 1,5 l/ha	25.04.2019
<b>3 pealtväetamine</b>	YaraBela AXAN - 100 kg/ha	YaraBela AXAN - 100 kg/ha	NS 30-7 - 100 kg/ha	25.04.2019
<b>Leheväetis</b>	YaraVita THIOTRAC - 4,0 l/ha	YaraVita THIOTRAC - 4,0 l/ha	-	10.06.2019
<b>NPKS sügisel</b>	<b>18 N - 7,2 P - 16,2 K - 4 S</b>	<b>31,5 N - 18,3 P - 72,6 K - 9 S</b>	<b>16 N - 17,4 P - 49,8 K - 4 S</b>	
<b>NPKS kevadel</b>	<b>162,9 N - 9,6 P - 21,6 K - 23 S</b>	<b>163,4 N - 0 P - 0 K - 22 S</b>	<b>163,7 N - 0 P - 0 K - 19S</b>	
<b>NPKS kokku</b>	<b>180,8 N - 16,8 P - 37,8 K - 27 S</b>	<b>194,9 N - 18,3 P - 72,6 K - 31 S</b>	<b>179,7 N - 17,4 P - 49,8 K - 23 S</b>	
<b>N:S suhe kevadel</b>	<b>7,1:1</b>	<b>7,4:1</b>	<b>8,6:1</b>	

# Yara talinisu katse – ETKI 2019, SAAGIKUS



17,5 kg N / tonni saagi kohta

17,7 kg N / tonni saagi kohta

18,8 kg N / tonni saagi kohta

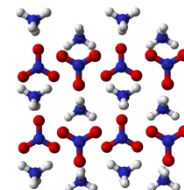
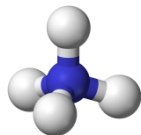
# Yara talinisu katse – ETKI, KASUMLIKKUS

	YARA programm 1	YARA programm 2	TRADITSIOONILINE program
Saagikus	9 283 kg/ha	9 219 kg/ha	8 704 kg/ha
<b>ENAMSAAK</b>	<b>+579 kg/ha</b>	<b>+515 kg/ha</b>	
Kvaliteediklass	4 kat toidunisu	3 kat toidunisu	4 kat toidunisu
Vilja hind	158 €/t	161 €/t	158 €/t
Sissetulek müügist	1 467 €/ha	1 484 €/ha	1 375 €/ha
Väetamise kulud	-294 €/ha	-321 €/ha	-212 €/ha
Tulem pärast kulusid	1 173 €/ha	1 163 €/ha	1 163 €/ha
<b>TULEM</b>	<b>+10 €/ha</b>	<b>0 €/ha</b>	

# TULEMUSTE ANALÜÜS



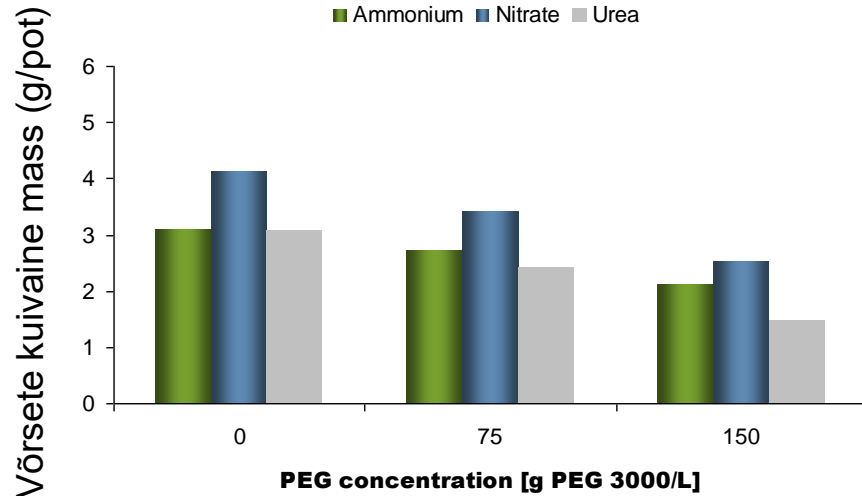
# Nitraatlämmastik = tugevam juurestiku areng



suurem ja tihedam  
juurekava tagab  
parema mitteliikuvate  
toitainete omastamise  
mullast (P, Mg, Zn)

- *katses kõik toitained optimaalsel tasemel*
- *pH tase kontrollitud*

# Nitratlämmastik on efektiivsem põuatingimustes



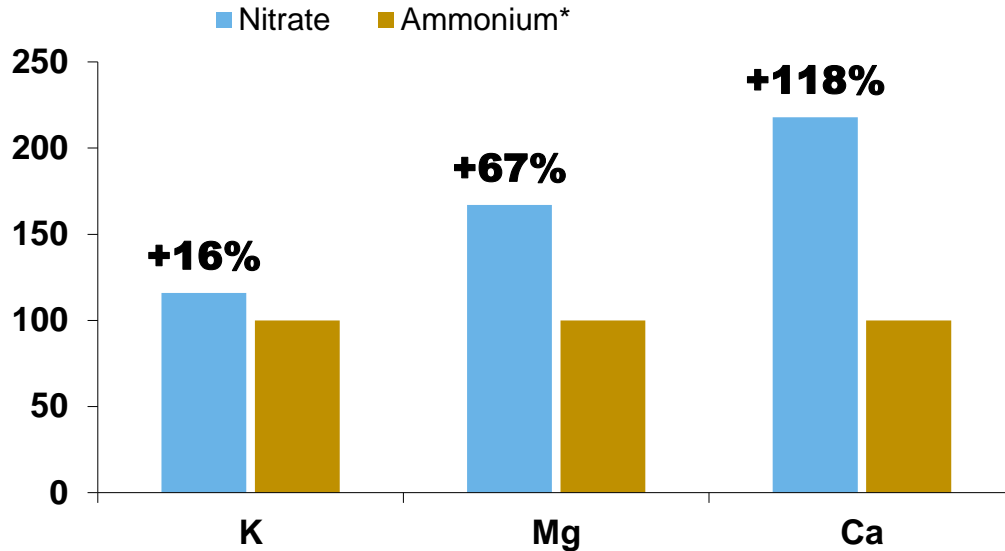
PEG kontsentratsioon (g PEG 3000/l)

Suureneb põuataluvus

Source: IPU, 2007-DE-NFO-G-58

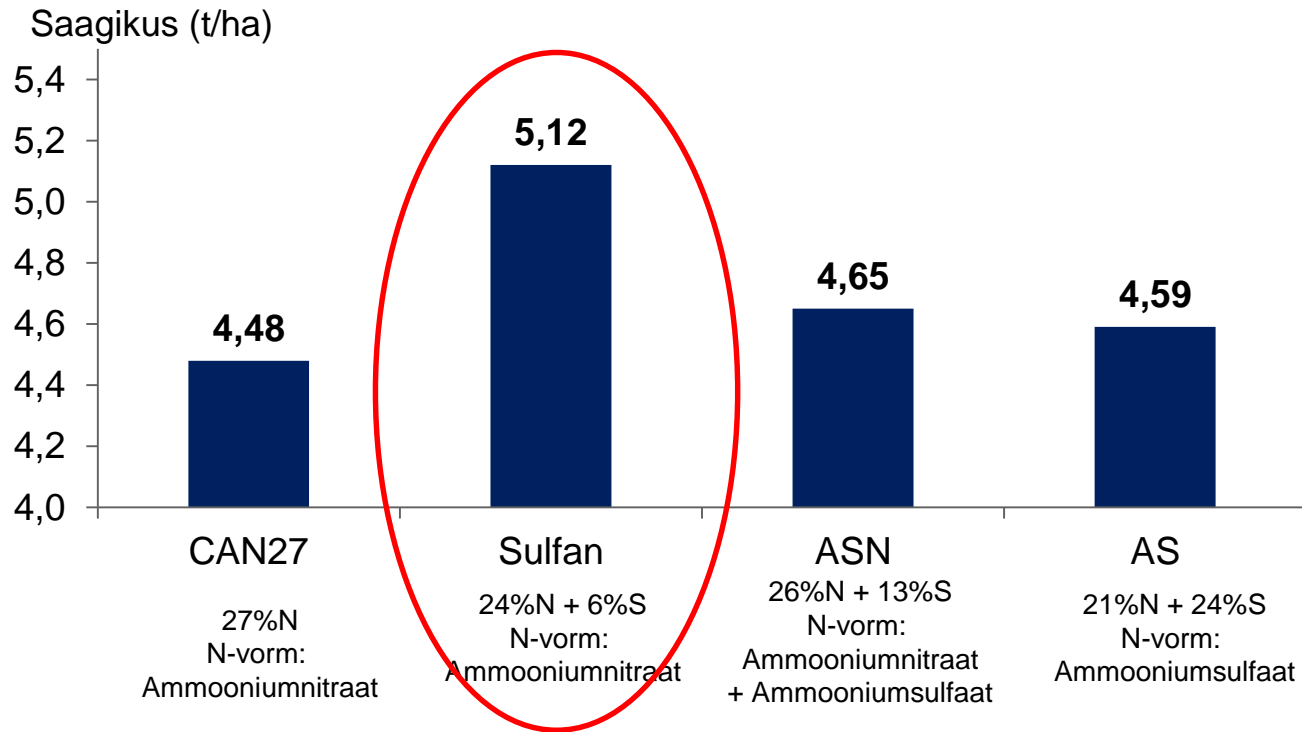
# Sünergia: nitraatlämmastik aitab taimel paremini omastada ka teisi toitaineid

Toitaine omastamine (%) Ammooniumi baasil = 100%



Allikas: Maisi katse, Hanninghof, Saksamaa

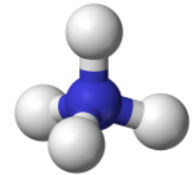
# Suurem saagikus ammooniumnitraat tüüpi N+S väetistega – Taliraps, Saksamaa, mullastik liivsavi



REF: RC Hanninghof (2005)

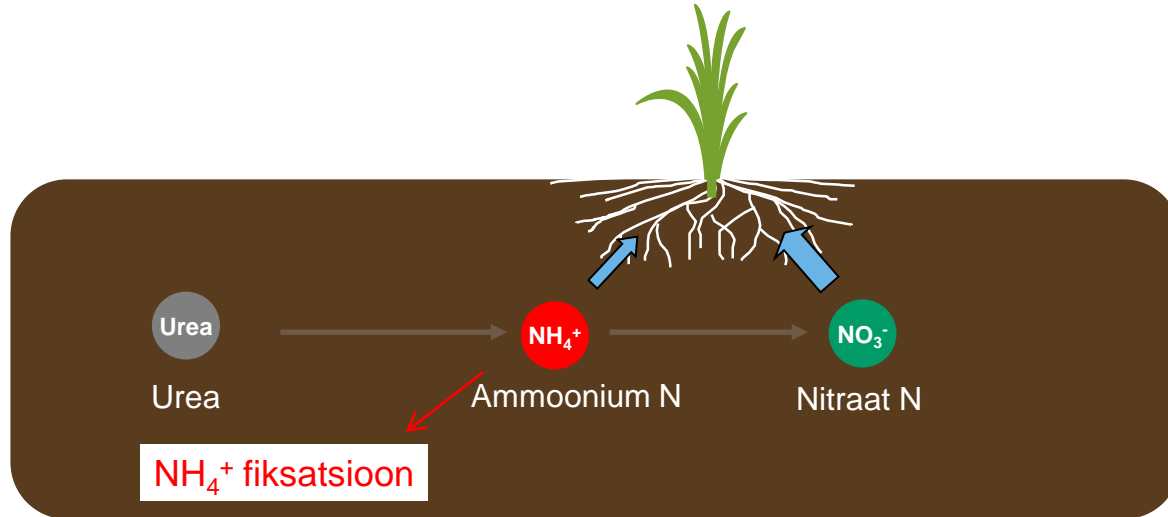


# Ammooniumlämmastik ja selle eripärad



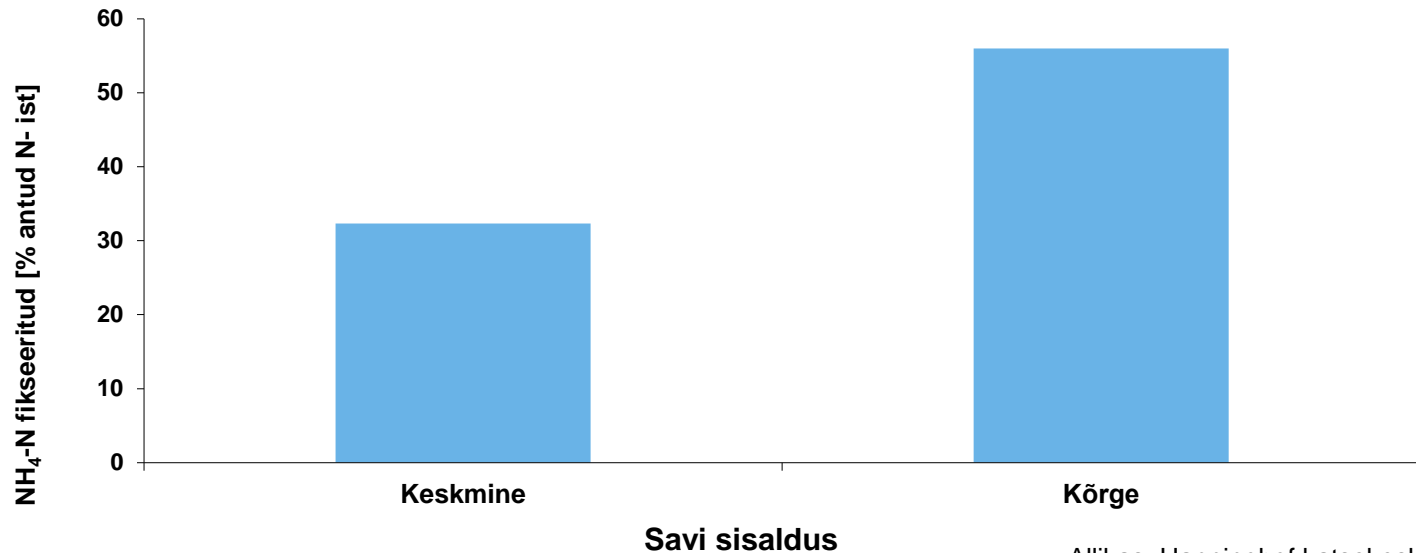
# Ammooniumi fikstsioon saviosakeste poolt

- Ammoonium N ( $\text{NH}_4^+$ ) fikstsioon on ammoonium-iooni sidumine negatiivselt laetud saviosakeste poolt
- See vähendab ammooniumi liikuvust ja taimede poolt omastatavust
- Nitraat N ( $\text{NO}_3^-$ ) ei ole fikseeritud ning on taimedele täielikult kättesaadav



# Ammooniumi adsorptsioon sõltub peamiselt mulla saviosakeste sisaldusest

- Ammooniumi adsorptsioon 7 päeva peale väetamist
- 100 kg N/ha kasutati Ammooniumlämmastikuna, sellest 32-56 % fikseeriti saviosakeste poolt



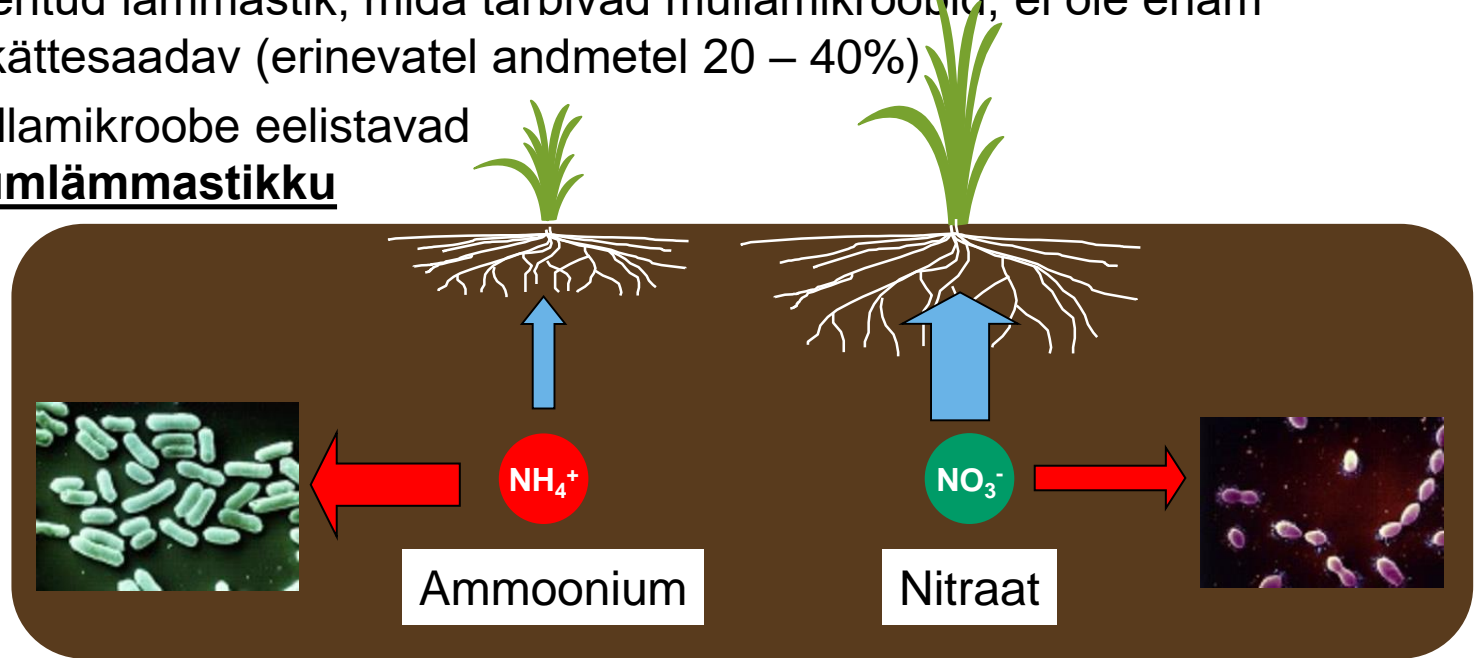
Allikas: Hanninghof katsekeskus, 2004

# Teadlaste arvamused fikseerimisest...

- ...on erinevad, sest fikseerimine sõltub paljudest erinevatest teguritest ja faktoritest. Kuid...
  - ... pool (50%) mulda viidud ammooniumlämmastikust ( $\text{NH}_4^+$ ) võib saada fikseeritud **1,7 päeva** jooksul.
  - ... fikseeritud ammooniumlämmastiku vabanemine võib olla 0,65-1,7 kg N/ha päevas (Kowalenko & Cameron).
  - ... 66% hiljuti fikseeritud ammooniumlämmastikust võib vabaneda **86 päeva** jooksul, ülejäänud osa võib jääda tugevalt fikseeritud järgmiseks **426 päevaks** (Kowalenko).

# Lämmastiku (N) immobilisatsioon

- nii nagu taimed, vajavad ka mullas olevad mikroobid (bakterid ja seened) kasvamiseks lämmastikku (N)
- immobiliseeritud lämmastik, mida tarbivad mullamikroobid, ei ole enam taimedele kättesaadav (erinevatel andmetel 20 – 40%)
- enamik mullamikroobe eelistavad **ammooniumlämmastikku**



# YaraBela® võrdlus teiste NS toodetega

Ca väetises aitab taimedel paremini omastada ammooniumlämmastikku

TOODE	100 kg toodet sisaldab, kg					
	Nitraat (NO <sub>3</sub> )	Ammoonium (NH <sub>4</sub> )	N kokku	S	Ca	Mg
AXAN	13,5	13,5	27	4	6,0	0,7
SULFAN	12,0	12,0	24	6	8,6	0,5
ASN 26-13	7,0	19,0	26	13	0	0
NS 21-24	0	21,0	21	24	0	0
NS 30-7	12,0	18,0	30	7	0	0
AN34,4	17,2	17,2	34,4	0	0	0

Suurem kogus nitraatlämmastikku

Hea NO<sub>3</sub> ja NH<sub>4</sub> suhe

**Kultuur: talinisu („Julius“)**

**Katse: Axan versus AN**

**Skaala: tootmispõld, 10 ha**

**Asukoht: Luunja Mõis OÜ, Tartumaa**

**Partner: Baltic Agro AS**

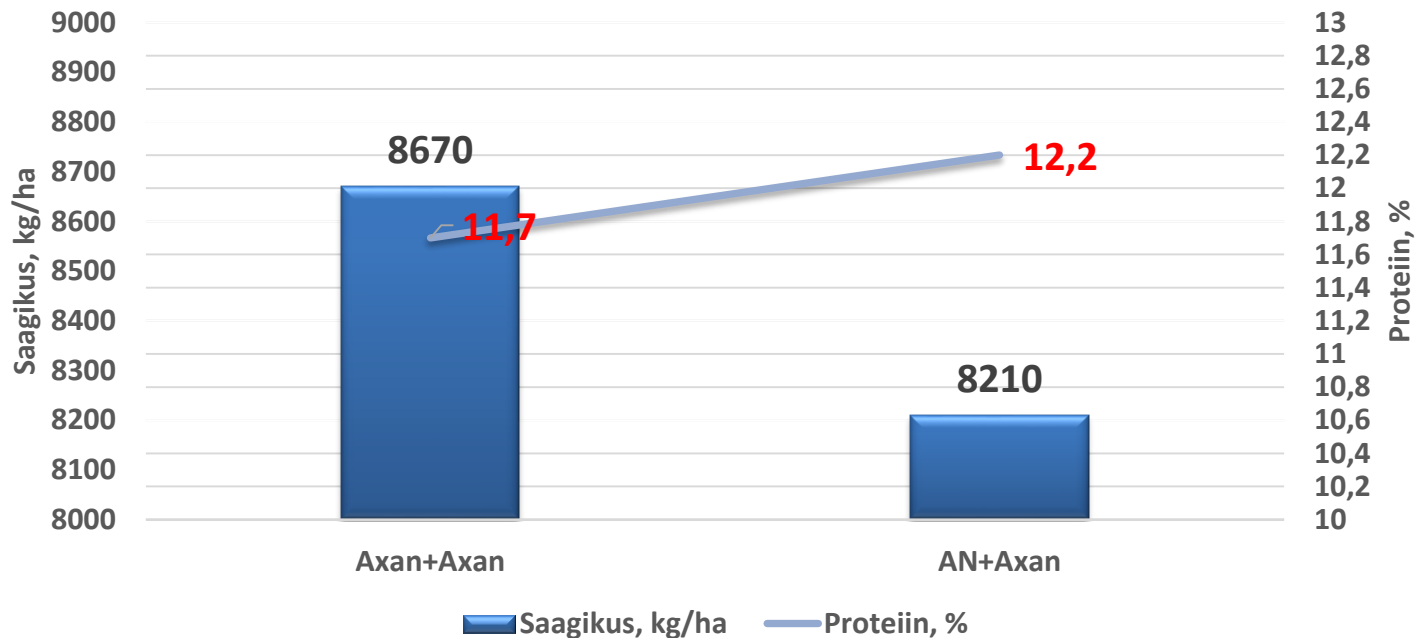
**Lühiajaline katse: 1 aasta**

# Yara talinisu katse – Luunja Mõis OÜ 2019, programmid

Tehtud tööd	Axan+Axan	AN+Axan	Kuupäev
<b>Põhiväetis</b>	YaraMila NPK(S) 9-12-25 (7) 250 kg/ha	YaraMila NPK(S) 9-12-25 (7) 250 kg/ha	sept, 2018
<b>1 pealtväetamine</b>	<b>YaraBela AXAN</b> <b>260 kg/ha</b>	<b>AN 34,4</b> <b>205 kg/ha</b>	04.04.2019
<b>Kevadine täiendväetamine</b>	NPK(S) 21-6-11 (3) 100 kg/ha	NPK(S) 21-6-11 (3) 100 kg/ha	03.04.2019
<b>2 pealtväetamine</b>	YaraBela AXAN 260 kg/ha	YaraBela AXAN 260 kg/ha	14.05.2019
<b>NPKS sügisel</b>	<b>22,5 N - 13,1 P - 51,9 K - 7 S</b>	<b>22,5 N - 13,1 P - 51,9 K - 7 S</b>	
<b>NPKS kevadel</b>	<b>161,4 N - 2,6 P - 9,1 K - 23 S</b>	<b>161,7 N - 2,6 P - 9,1 K - 13 S</b>	
<b>NPKS kokku</b>	<b>183,9 N - 15,7 P - 61 K - 30 S</b>	<b>184,2 N - 15,7 P - 61 K - 20 S</b>	
<b>N:S suhe kevadel</b>	<b>7:1</b>	<b>12,4:1</b>	



# Yara talinisu katse – Luunja Mõis OÜ 2019, SAAGIKUS



18,6 kg N / tonni saagi kohta

19,7 kg N / tonni saagi kohta

# Yara talinisu katse – Luunja Mõis OÜ, KASUMLIKKUS

	Axan+Axan	AN+Axan
Saagikus	8 670 kg/ha	8 210 kg/ha
<b>ENAMSAAK</b>	<b>+460 kg/ha</b>	
Kvaliteediklass	4 kat toidunisu	3 kat toidunisu
Vilja hind	158 €/t	161 €/t
Sissetulek müügist	1 370 €/ha	1 322 €/ha
Väetamise kulud	-251 €/ha	-234 €/ha
Tulem pärast kulusid	1 119 €/ha	1 088 €/ha
<b>TULEM</b>	<b>+31 €/ha</b>	

**Kultuur: talinisu**

**Katse: YARA programm versus PÕLLUMEHE  
programm**

**Skaala: tootmispõld**

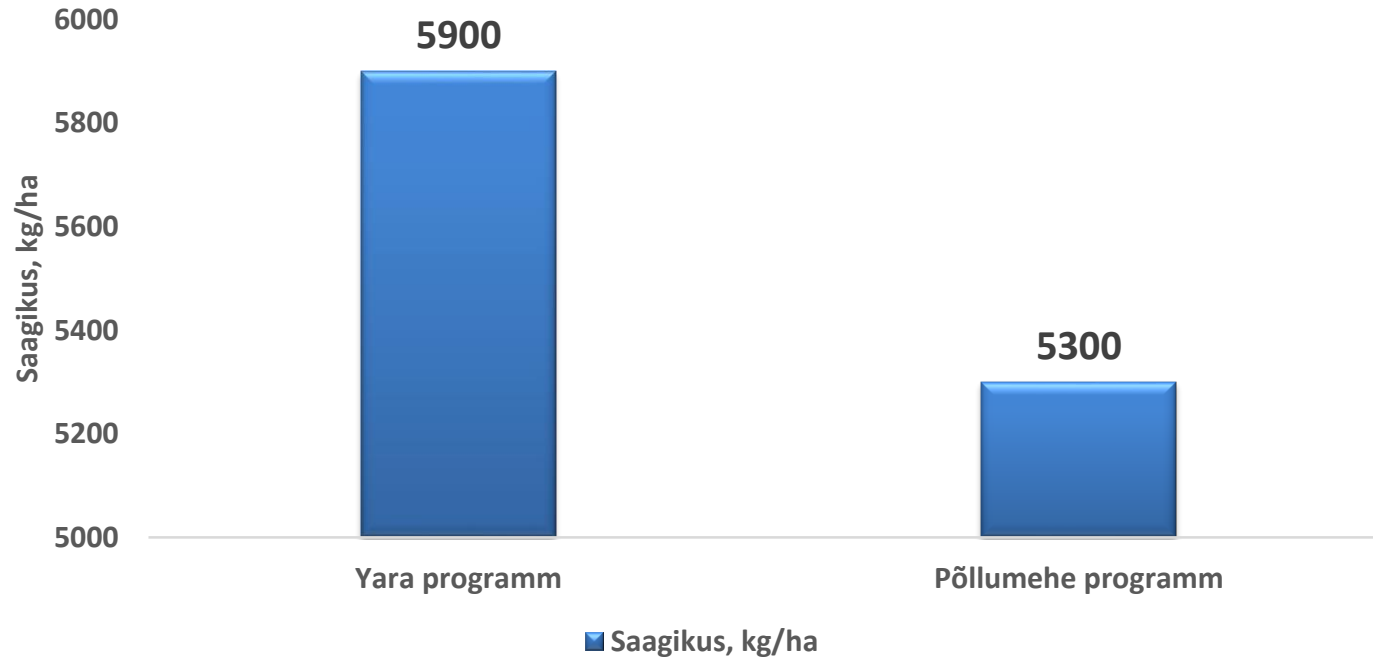
**Asukoht: ZS Adzelviesi farm, Läti**

**Partner: Yara Latvia**

# Yara talinisu katse – Adzelviesi 2019, programmid

Tehtud tööd	YARA programm	PÕLLUMEHE programm	Kuupäev
<b>Põhiväetis</b>	YaraMila NPK(S) 9-12-25 (7) 250 kg/ha	NPK 15-20-30 250 kg/ha	20.09.2018
<b>1 pealtväetamine</b>	YaraBela AXAN 100 kg/ha	AN34,4 100 kg/ha	06-07.04.2019
<b>Kevadine täiendväetamine</b>	YaraMila NPK(S) 18-11-13 (7) 150 kg/ha	-	06.04.2019
<b>Leheväetis</b>	YaraVita GRAMITREL 1,5 l/ha	YaraVita GRAMITREL 1,5 l/ha	10.04.2019
<b>2 pealtväetamine</b>	YaraBela AXAN 100 kg/ha	CAN+S 27-4 (Eurochem) 100 kg/ha	21.04.2019
<b>Leheväetis</b>	YaraVita GRAMITREL 1,0 l/ha	YaraVita GRAMITREL 1,0 l/ha	15.05.2019
<b>NPKS sügisel</b>	<b>22,5 N - 13,1 P - 51,9 K - 6,6 S</b>	<b>37,5 N - 21,8 P - 62,3 K</b>	
<b>NPKS kevadel</b>	<b>81 N - 7,2 P - 16,2 K - 11 S</b>	<b>61,4 N - 0 P - 0 K - 4 S</b>	
<b>NPKS kokku</b>	<b>103,5 N - 20,3 P - 68,1 K - 17,6 S</b>	<b>98,9 N - 21,8 P - 62,3 K - 4 S</b>	
<b>N:S suhe kevadel</b>	<b>7,4:1</b>	<b>24,8:1</b>	

# Yara talinisu katse – Adzelveisi 2019, SAAGIKUS



## Yara talinisu katse – Adzelviesi 2019, KASUMLIKKUS

	YARA programm	PÕLLUMEHE programm
Saagikus	5 900 kg/ha	5 300 kg/ha
<b>ENAMSAAK</b>	<b>+600 kg/ha</b>	
Kvaliteediklass	?	?
Vilja hind	153 €/t	153 €/t
Sissetulek	903 €/ha	811 €/ha
Väetiste kulu	<b>-197 €/ha</b>	<b>-139 €/ha</b>
Tulu-Kulu	706 €/ha	672 €/ha
<b>TULEM</b>	<b>+34 €/ha</b>	

# TULEMUSTE ANALÜÜS



# Külviühtlikkus



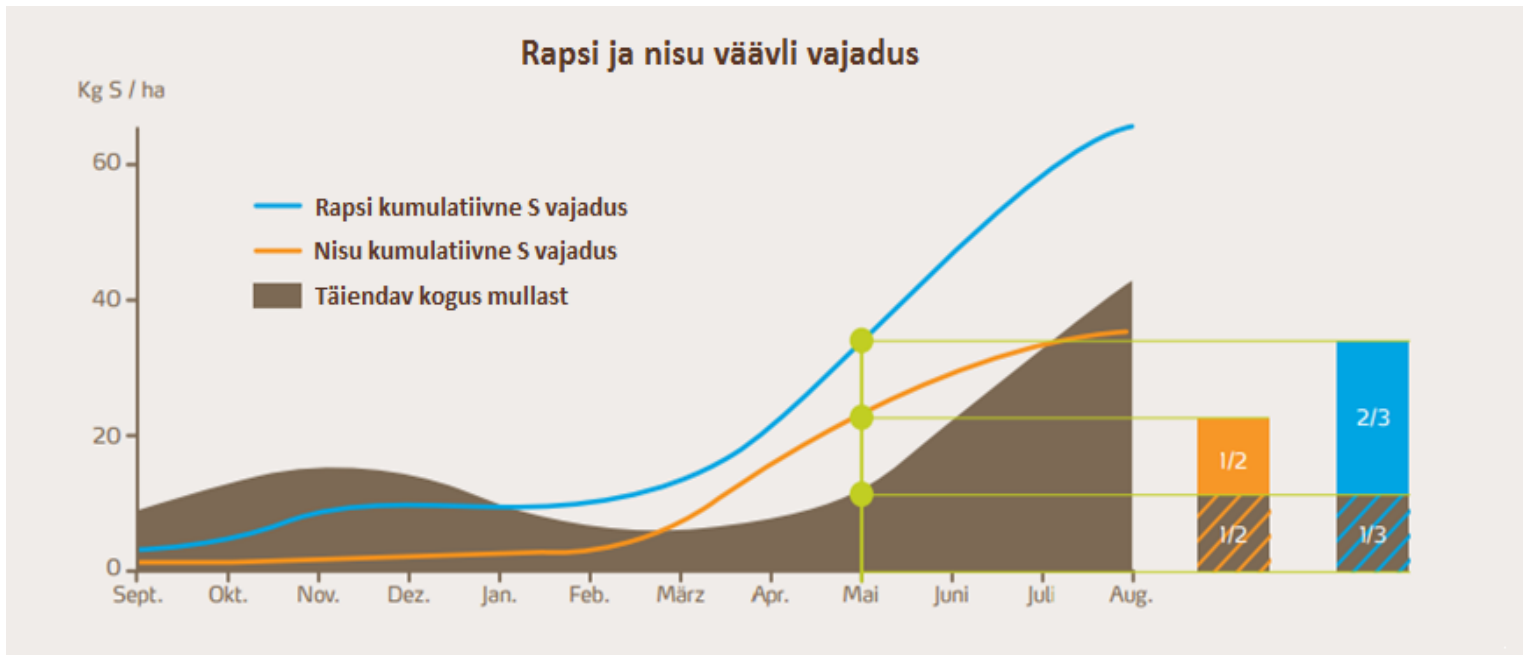
AN 34,4 – 280 kg/ha, kevad 2019, 30m tehnorada



YaraBela AXAN – 100 kg/ha, kevad 2019, 24m tehnorada



# Nisu ja raps vajavad väevlit juba kevadel



- mullast saada olevast väevlist taimedele ei piisa! Kevadel saab nisu mullast poole ja raps ainult kolmandiku talle kasvuks vajalikust väevlist



CAN, 180 kg N ha

YaraBela SULFAN  
180 kg N ha  
45 kg S ha

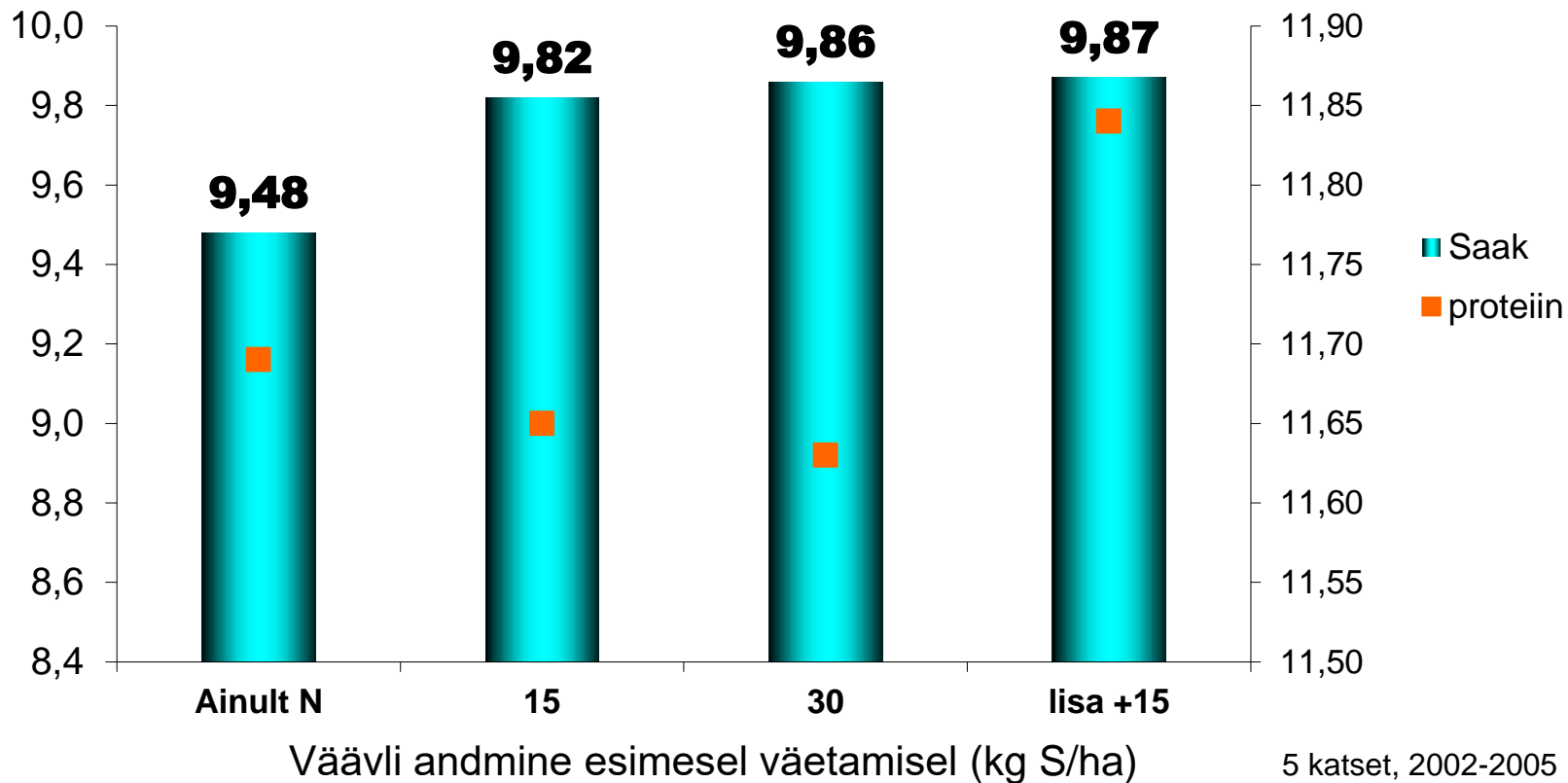
Talinisu `Tommi`, kerge liivmuld, S min 7 kg S ha,  
Weiling Börnste (Dülmen NRW), 21. April 2016, BBCH 31

# VÄÄVEL – vähe, palju, mõistlikult?!



# Talinisu ja väävel

Üleliigne väävel ei anna saagilisa!

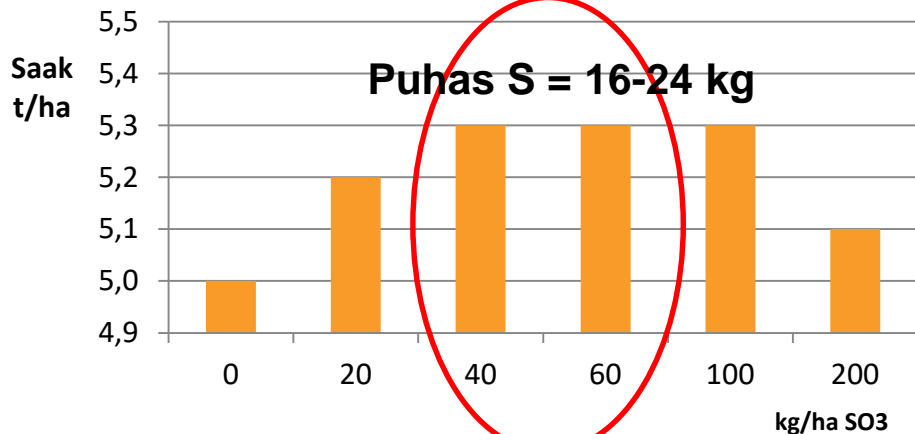


5 katset, 2002-2005

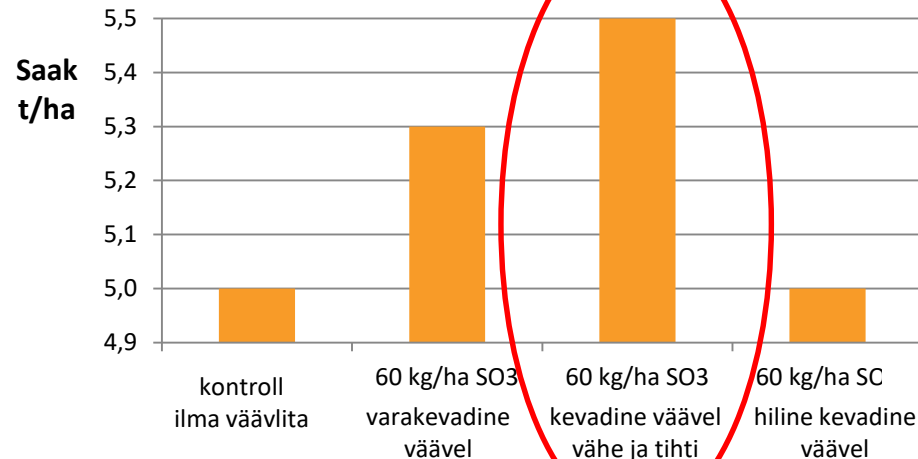
# Kevadine väävel – elutähtis kasvuks ning vajalik ehituskivi koos lämmastikuga



## Väävli koguste mõju rapsil (2013, Rootsi)



## Väävli ajastamine rapsil (2013, Rootsi)



- võtmetähtsus on väävli **jaotatud andmisesel**
- pigem **vähe** aga **tihti**

# Lämmastiku ja väevli omastamine ja suhtearvud

- et taimed saaksid paremini lämmastikku omastada on vajalik väävel!
- seetõttu on oluline järgida õiget **N:S** suhet

Kultuur	Toimeainete omastamine (kg/tn saagi kohta)		
	N	S	N:S suhe
Raps	50	12	4,2
Nisu	25	3,5	7,1
Mais	25	2,5	10,0
Kartul	5	0,5	10,0
Rohumaad (niiteline)	28	2,5	11,2



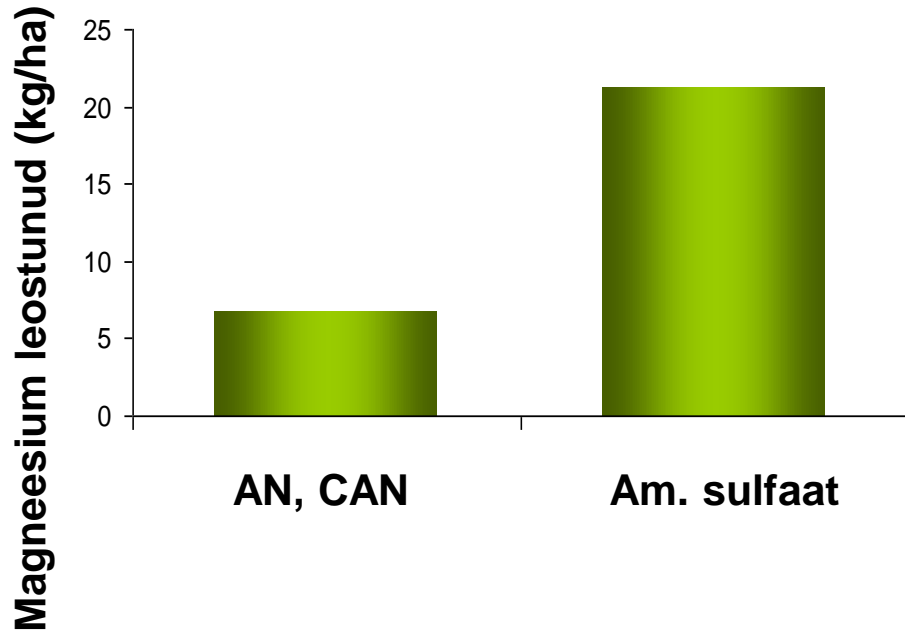
IPNI – International Plant Nutrition Institute

# Väävli kasutamine „vähe, kuid tihti“. Miks?

## Peamised põhjused:

- Toitainete omastamise kõver
- Leostumine (lisaks väävlile ka Mg) ja hapestamine
- Lämmastiku kasutamise efektiivsus paraneb – eriti kergetel muldadel
- Rohelise lehepinna hoidmine
- **Üleliigne** väävel paigutatakse taimeraku vakuoolidesse – hiljem paigutatakse S puudusel taimes ümber, kuid protsess aeglane
- Keskkonnast tingitud põhjused

# Magneesiumi leostumine sõltuvalt N vormist



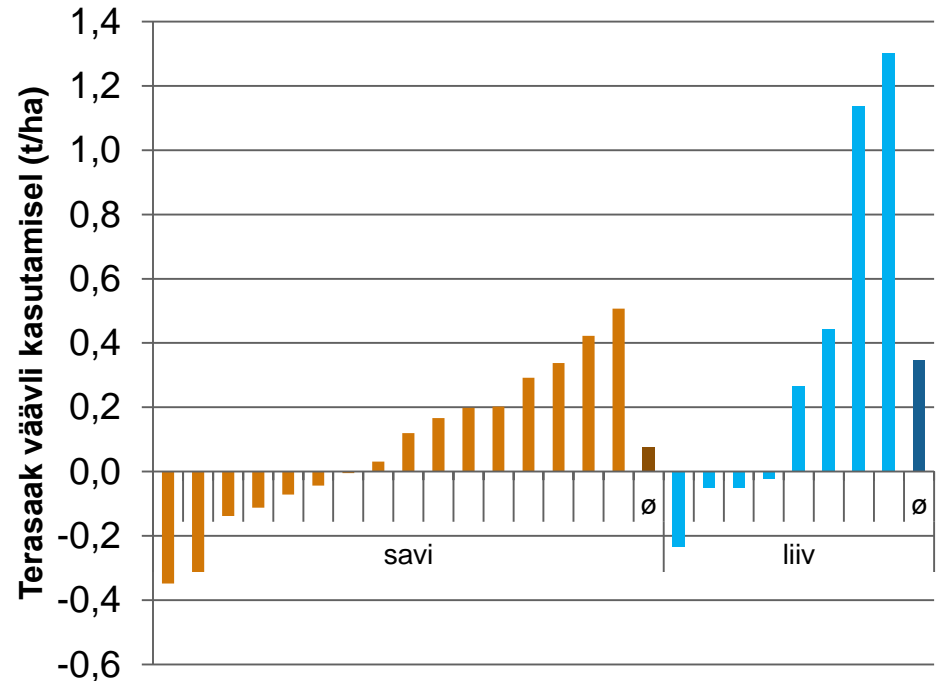
*REF: Research Centre Hanninghof; 2008  
pots grown with ryegrass were leached twice with 50% surplus of WHC max.*



# Väävel annab kõrgema saagikuse kergetel muldadel võrreldes savimaadega

## Peamised põhjused:

- Kergetel liivastel maadel on väevli leostumine suurem, mistõttu väevliga väetamine annab suurema enamsaagi.
- Antud katses kõrgeim enamsaak 1,3 t/ha (katsete keskmine 0,35 t/ha).



Tumedam tulp mõlemas variandis tähistab katsete keskmist tulemust.  
CAN=Calcium ammonium nitrate  
CAN+S=Calcium ammonium nitrate + Sulfate (Yara Bela Sulfan)

**Saksamaa, N tase  
kokku 200 kg N/ha**