

Kaaliumi olulisus kultuuride väetamisel

Yara seminar 2019

Marek Linnutaja, Yara Eesti juhataja
Mikk Tagel, Yara väetamiseekspert

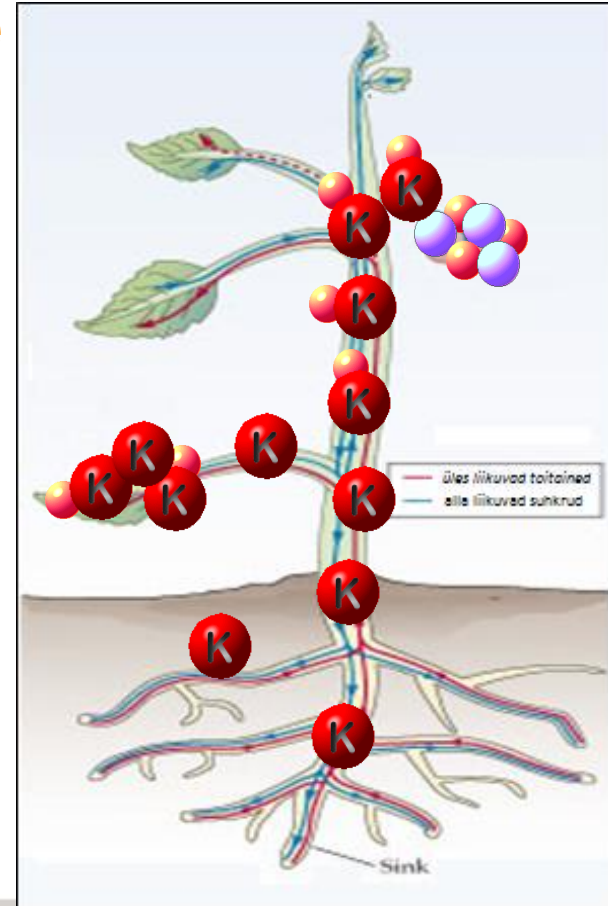
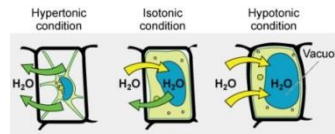
Kaaliumi peamised ülesanded

- kaalium **reguleerib vee taskaalu** taime rakkudes, aidates vältida vee kadu läbi aurustumise
- kaaliumil on oluline roll taimes **suhkrute moodustamisel** ja **valkude** (proteiinide) **sünteesimisel** ning ensüümide aktiveerimisel
- tänu **rakuseinte tugevdamisele** aitab kaalium tugevdada taimede looduslikku vastupanuvõimet haigustele ja kahjuritele
- kaalium **suurendab taimede vastupanuvõimet** külmadele ja kuivusele, aidates **paremini talvituda** ning **üle elada põua** perioode
- suurim kaaliumi tarve on taimedel **intensiivse kasvu ajal** ning saagi moodustamisel

Kaalium on eluliselt tähtis toitaine

KAALIUM

- kiirendab teiste toitainete omastamist
- soodustab süsivesikute säilitamist
- parandab taimede veevarustust
- parandab vastupanuvõimet külmadele
- parandab vastupanuvõimet põudadele
- parandab valmimise ühtlikust
- suurendab terade mahtu
- parandab taimede turgor'it (*turgor on taimeraku siserõhk, mis aitab taimedel püsti seista*)



Kaalium on tundlikum happelistele muldadele

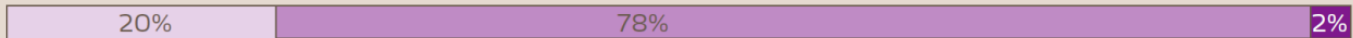
K Potassium

Kaalium omastatakse taimede poolt tavaliselt K⁺ vormis

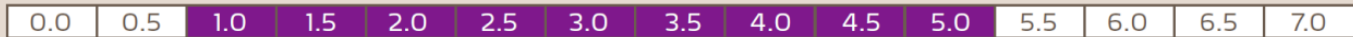
Tavaliselt kasutatav kulunorm kg/ha (kõikidel kultuuridel)

0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	K ₂ O
0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	K

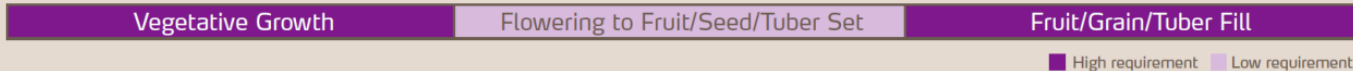
Juurte kaudu omastamine



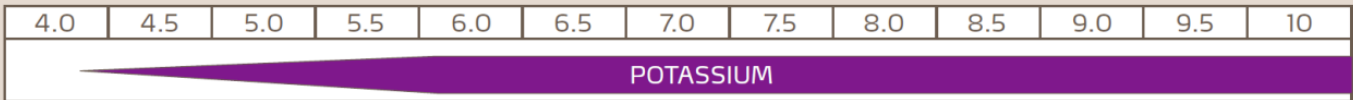
Tavaline kontsentratsioon lehtedes (kuivaine %)



Peamine toitainete tarbimise periood



Omastatavus sõltuvalt mulla pH'st



ka aluselistel (leelistel) muldadel (alates pH tasemest 5,8) on K saadaval

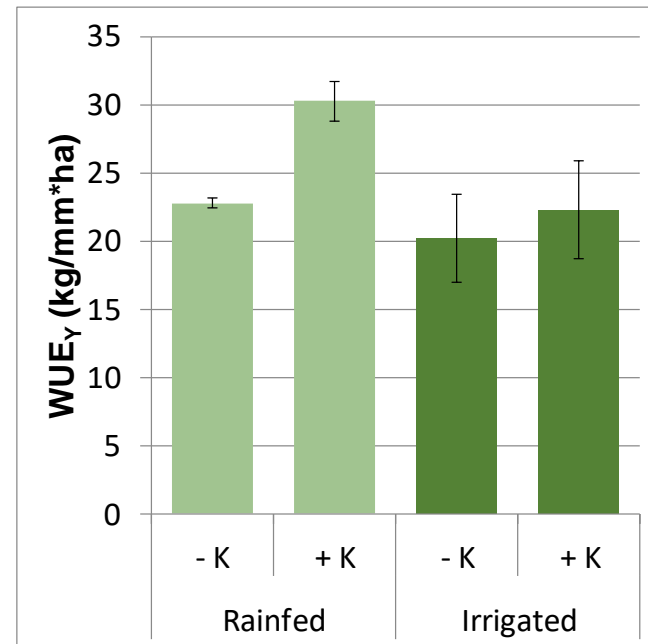
Kaaliumi roll taime ainevahetusprotsessides

- Kaaliumil on oluline roll taimes **suhkrute moodustamisel ning transpordil, valkude** (proteiinide) **sünteesimisel** ning ensüümide aktiveerimisel
 - Paraneb taimede **külma-** ja **talvekindlus**
 - **Saagi** ja selle **kvaliteedi** moodustumine
 - Taimerakkude funktsioneerimine ja taimede kasv



Kaaliumi roll taime ainevahetusprotsessides

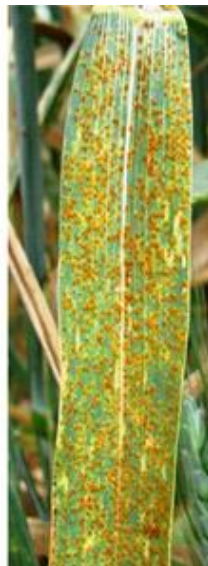
- Reguleerib veekasutust taimes ja õhulõhede tööd
 - Vee transport ja logistika
 - Vee aurustumine taimelehtedest
- Paraneb põuakindlus



Grzebisz et al. (2013) J. Plant Nutr. Soil Sci., 176, 355–374

Kaaliumi roll taime ainevahetusprotsessides

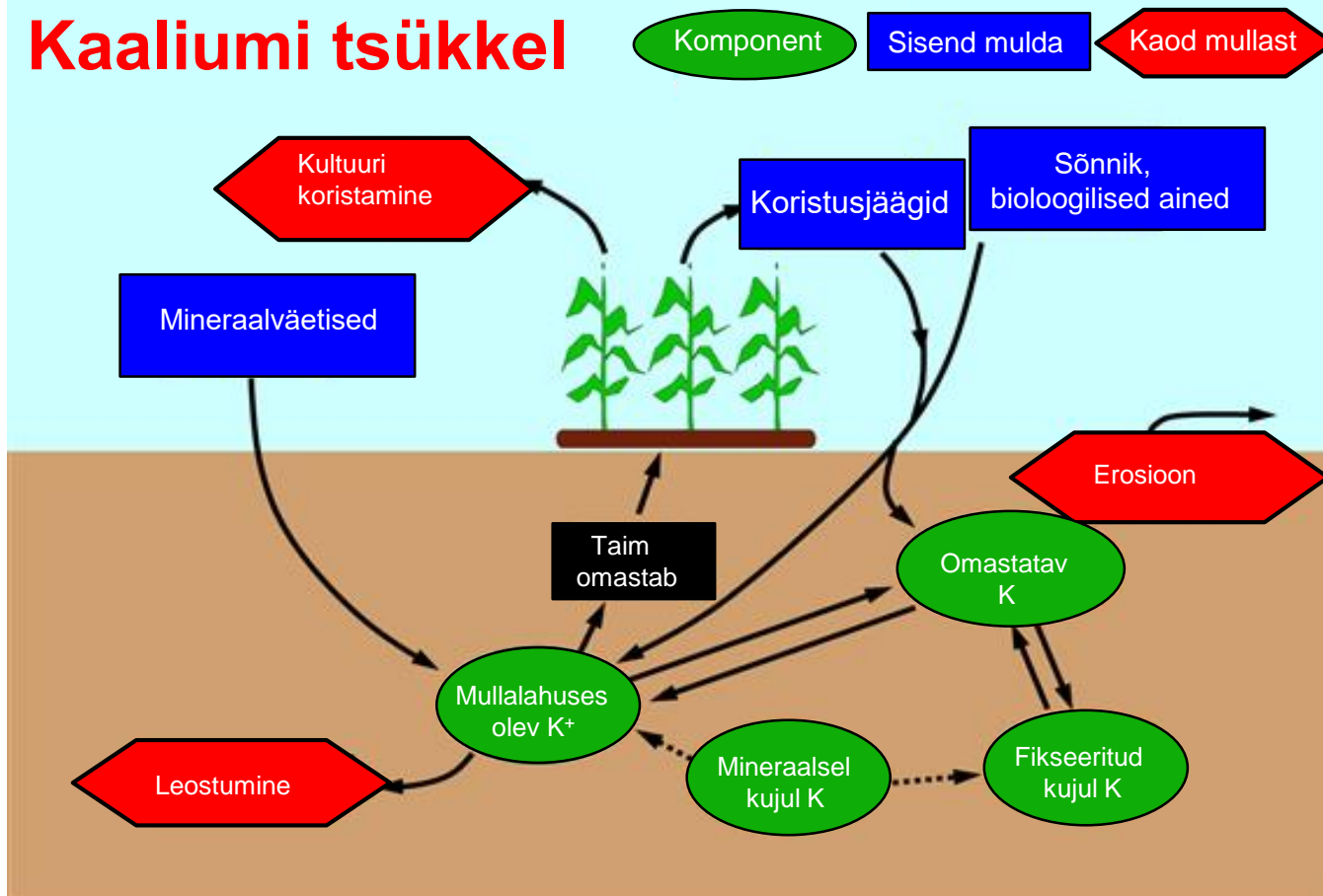
- Tänu rakuseinte tugevdamisele aitab kaalium tugevdada taimede looduslikku vastupanuvõimet **haigustele** ja **kahjuritele** - näiteks teraviljadel roosted, nisul helelaiksus pähikutel



Kaalium mullas

- Mullas rohkelt kaaliumit – ~2,3% pinnasest
- Enamus sellest pole kättesaadav (~98%)
 - Mullas oleva kaaliumiga ei täida taimede vajadusi
- Kättesaadav osa võib leostuda kergesti (suured vihmad, kergemad mullad)
- Mullalahusesse tekib taimede poolt omastatavat K juurde:
 - Protsess on aeglane
 - Kuivades muldades väga aeglane

Kaaliumi tsükkel



Kultuur: Taliraps, sort „Cult“

Katse: YARA versus PÕLLUMEHE programm

Skaala: tootmispõld 10 ha

Asukoht: Vardja Masinaühistu, Põlvamaa

Pikaajaline katse: 5 aastat ühel põllul

Yara talirapsi katse 2019 – Vardja MÜ, Põlvamaa

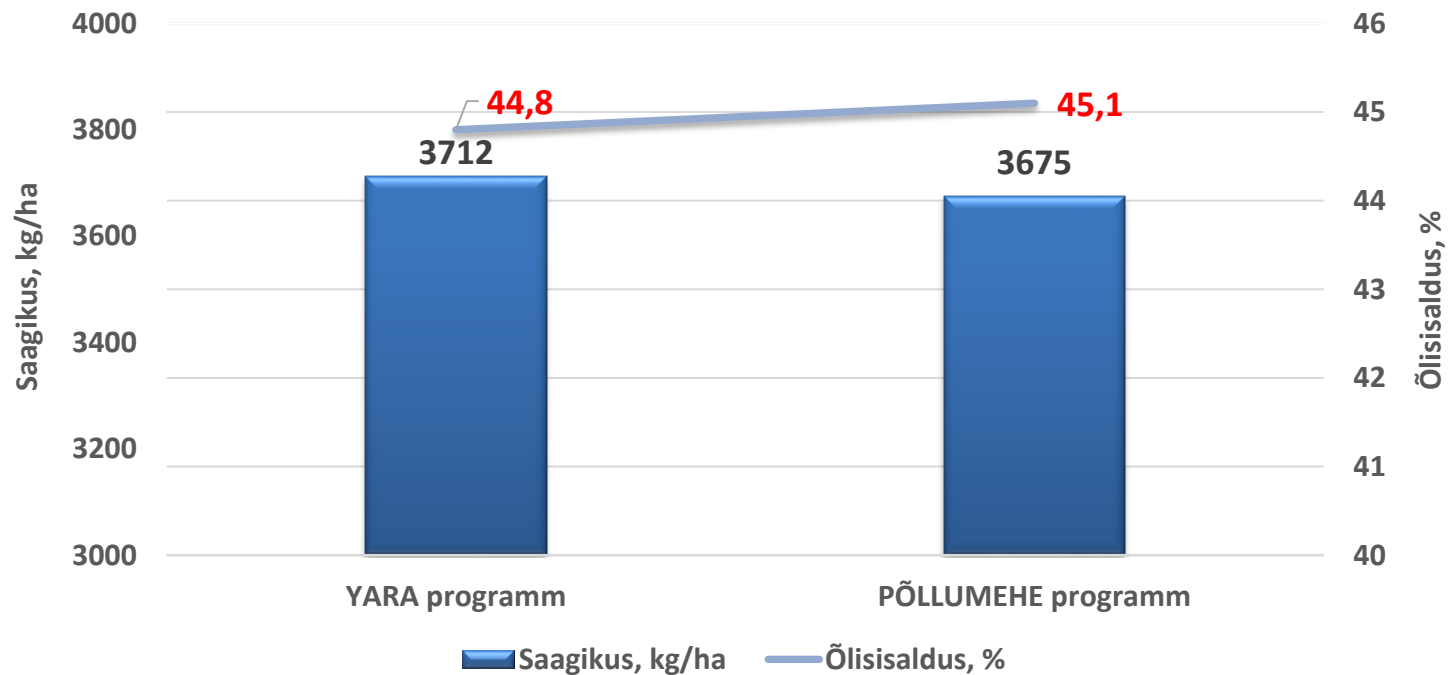
- Külviaeg hiline, 22.08.2018. Taimede areng hilise külvi tõttu ei olnud ideaalne sügisel.
- Väga kuiv kevad (aprill 2019), küsimus mis tekkis - kui kiiresti ja kui palju N ja kevadine PK juurteni jõuab?
- Tühimikud olid põllul mõlemas variandis
- Visuaalselt mitte kõige parem põld.



Talirapsi katse 2019, Vardja MÜ - PROGRAMM

Tehtud tööd	YARA programm	PÕLLUMEHE programm	Kuupäev
Sügisene põhiväetamine	YaraMila NPK(S) 17-11-12(10) - 200 kg/ha	YaraMila NPK(S) 9-12-25(7) - 300 kg/ha	22.08.2018
Sügisene lisaväetamine	YaraBela AXAN (NS 27-4) - 100 kg/ha	YaraBela AXAN (NS 27-4) - 130 kg/ha	29.08.2018
Sügisene leheväetamine 1	YaraVita KOMBIPHOS - 3,0 l/ha + YaraVita BORTRAC - 2,0 l/ha	YaraVita BRASSITREL PRO - 1,0 l/ha + Profi Boor - 1,0 l/ha	23.09.2018
Sügisene leheväetamine 2	-	YaraVita KOMBIPHOS 3,0 l/ha	28.09.2018
1 pealtväetamine kevadel	YaraBela SULFAN (NS 24-6) - 290 kg/ha	YaraBela SULFAN (NS 24-6) - 250 kg/ha	02.04.2019
Kevadine NPKS väetamine	YaraMila NPK(S) 17-11-12(10) - 200 kg/ha	YaraMila NK(S) 22-14(8) - 200 kg/ha	12.04.2019
2 pealtväetamine kevadel	YaraBela SULFAN (NS 24-6) - 270 kg/ha	YaraBela SULFAN (NS 24-6) - 270 kg/ha	20.04.2019
Kevadised leheväetised 1	YaraVita KOMBIPHOS - 3,0 l/ha + YaraVita BORTRAC - 1,5 l/ha	YaraVita KOMBIPHOS - 3,0 l/ha + Profi Boor - 1,5 l/ha	23.04.2019
Kevadised leheväetised 2	YaraVita BRASSITREL PRO - 1,0 l/ha + YaraVita THIOTRAC - 3,0 l/ha	YaraVita BRASSITREL PRO - 1,0 l/ha + YaraVita THIOTRAC - 3,0 l/ha	02.05.2019
NPKS sügisel	61,0 N - 9,2 P - 19,9 K - 12 S	62,0 N - 15,7 P - 62,3 K - 13 S	
NPKS kevadel	168,4 N - 9,2 P - 19,9 K - 42 S	168,8 N - 0,0 P - 23,2 K - 37 S	
NPKS kokku	229,4 N - 18,4 P - 39,8 K - 54 S	230,8 N - 15,7 P - 85,5 K - 50 S	
N:S suhe kevadel	3,7:1	4,5:1	

Talirapsi katse 2019, Vardja MÜ - SAAGIKUS



Talirapsi katse 2019, Vardja MÜ - TULEMUS

	YARA programm	PÕLLUMEHE programm
Saagikus	3 712 kg/ha	3 675 kg/ha
ENAMSAAK	37 kg/ha	
Õlisisaldus	44,8%	45,1%
Rapsi hind	360 €/t	360 €/t
Lisa õli eest	25,9 €/t	27,5 €/t
Rapsi hind koos õliga	385,9 €/t	387,5 €/t
Sissetulek müügist	1 433 €/ha	1 424 €/ha
Väetamise kulud	-370 €/ha	-388 €/ha
Tulem pärast kulusid	1 062 €/ha	1 037 €/ha
TULEM	+26 €/ha	

Kultuur: Taliraps, sort „DK Impression“

Katse: YARA versus PÕLLUMEHE programm

Skaala: tootmispõld 20 ha

Asukoht: Haage Agro OÜ, Tartumaa

Pikaajaline katse: 5 aastat ühel põllul

Yara talirapsi katse – Haage Agro OÜ, Tartumaa 2019

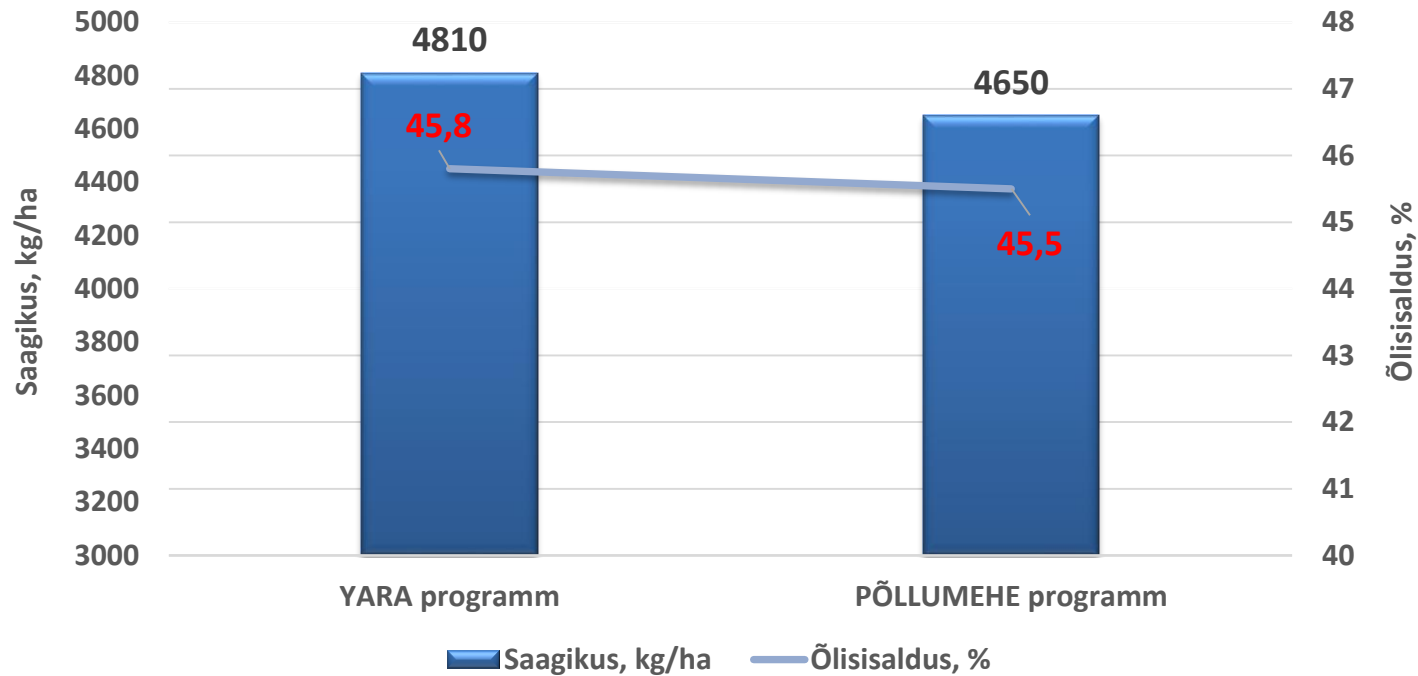
- Yara programm versus Põllumehe programm.
- Külviaeg 13.08.2018, taimik arenes sügisel hästi välja.
- Väga kuiv kevad (aprill) – kas ja kui palju N ja kevadist PK jõudis õigeks ajaks juurteni?
- Mõni üksik tühimik, üldiselt ilus ühtlane põld.



Talirapsi katse 2019, Haage Agro - PROGRAMM

Tehtud tööd	YARA programm	PÕLLUMEHE programm	Kuupäev
Sügisene põhiväetamine	YaraMila NPK(S) 7-20-28(8) - 210 kg/ha	NPK(S) 5-15-36 (2) - 200 kg/ha	13.08.2018
Sügisene lisaväetamine	YaraBela AXAN (NS 27-4) - 150 kg/ha	AN 34,4 - 150 kg/ha	12.09.2018
Sügisene leheväetamine 1	YaraVita BORTRAC - 2,0 l/ha	Nutricomplex Platinum 18-18-18 1,7 kg/ha+ Tradebor 2,0 l/ha	18.09.2019
Sügisene leheväetamine 2	YaraVita KOMBIPHOS - 2,0 l/ha		19.09.2019
1 pealtväetamine kevadel	YaraBela SULFAN (NS 24-6) - 300 kg/ha	NS 30-7 - 280 kg/ha	27.03.2019
Kevadine NPKS väetamine	YaraMila NPK(S) 18-11-13(7) - 150 kg/ha	-	27.03.2019
Kevadised leheväetised 1	YaraVita KOMBIPHOS - 3,0 l/ha+ YaraVita BORTRAC - 1,5 l/ha	Ruter AA - 2,0 l/ha + Tradebor - 1,0 l/ha	17.04.2019
2 pealtväetamine kevadel	YaraBela SULFAN - 300 kg/ha	NS 30-7 - 280 kg/ha	25.04.2019
Kevadised leheväetised 2	YaraVita BRASSITREL PRO - 1,5 l/ha+ YaraVita THIOTRAC - 3,0 l/ha	YaraVita BRASSITREL PRO - 1,5 l/ha+ Tradebor - 1,0 l/ha	29.04.2019
NPKS sügisel	55,2 N - 18,3 P - 48,8 K - 12 S	61,6 N - 13,1 P - 59,8 K - 4 S	
NPKS kevadel	171,0 N - 7,2 P - 16,2 K - 40 S	168,0 N - 0 P - 0 K - 39 S	
NPKS kokku	226,2 N - 25,5 P - 85,0 K - 52 S	229,6 N - 13,1 P - 59,8 K - 43 S	
N:S suhe kevadel	4,3:1	4,3:1	

Talirapsi katse 2019, Haage Agro - SAAGIKUS



Talirapsi katse 2019, Haage Agro - TULEMUS

	YARA programm	PÕLLUMEHE programm
Saagikus	4 810 kg/ha	4 650 kg/ha
ENAMSAAK	160 kg/ha	
Õlisisaldus	45,8%	45,5%
Rapsi hind	360 €/t	360 €/t
Lisa õli eest	31,3 €/t	29,7 €/t
Rapsi hind koos õliga	391,3 €/t	389,7 €/t
Sissetulek müügist	1 882 €/ha	1 812 €/ha
Väetamise kulud	-387 €/ha	-274 €/ha
Tulem pärast kulusid	1 496 €/ha	1 538 €/ha
TULEM	-42 €/ha	

Kultuur: Taliraps, sort „Armstrong“

Katse: nPK versus Npk sügisel

Skaala: väike tootmiskatse, 1 ha

Asukoht: Estonia OÜ, Järvamaa

Partner: Scandagra

Katse eesmärk: nPK versus NPK sügisel lägaga põldudel

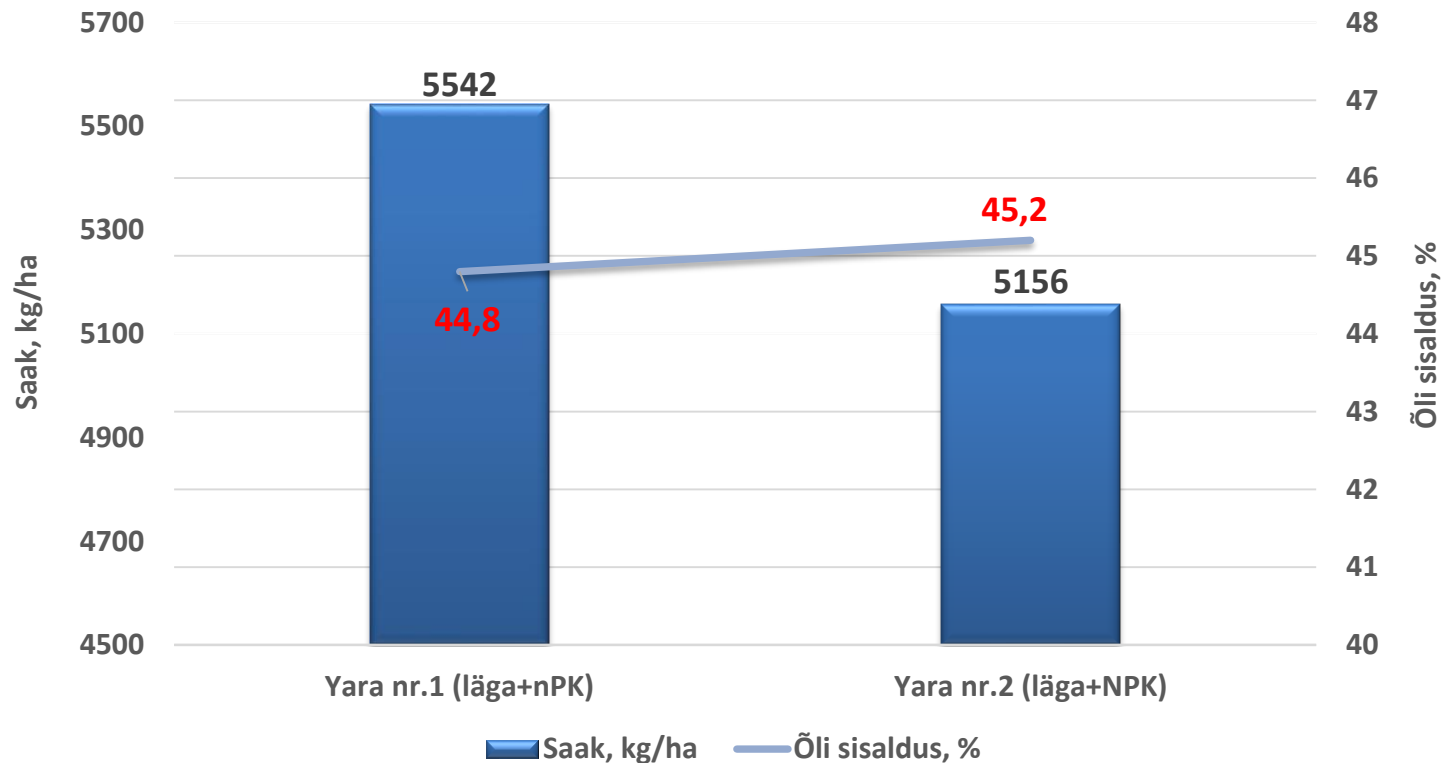
- Sügisel tehtud kaks erinevat Yara väetamisprogrammi – läga pluss madala lämmastikuga NPK versus läga pluss kõrge lämmastikuga NPK
- Külvatud 2018 augusti esimesel dekaadil



Talirapsi katse 2019, Estonia OÜ, Järvamaa – programmid

Tehtud tööd	YARA programm 1 (Läga+NPK)	YARA programm 2 (Läga+NPK)	Kuupäev
Orgaaniline väetis	Läga 25 m ³ /ha	Läga 25 m ³ /ha	Suvel 2018
Sügisene põhiväetis	YaraMila NPK(S) 9-12-25(7) - 300 kg/ha	YaraMila NPK(S) 17-11-12(10) - 300 kg/ha	16.08.2018
Sügisene pealtväetamine	YaraBela AXAN (NS 27-4) - 150 kg/ha	-	12.09.2018
Sügisene 1+2 leheväetis	YaraVita BRASSITREL PRO - 1,0 l/ha+ YaraVita BORTRAC - 1,0 l/ha	YaraVita BRASSITREL PRO - 1,0 l/ha+ YaraVita BORTRAC - 1,0 l/ha	18.09.2018
Sügisene 3 leheväetamine	YaraVita KOMBIPHOS - 2,0 l/ha	YaraVita KOMBIPHOS - 2,0 l/ha	18.09.2018
Sügisene 4 leheväetamine	YaraVita BORTRAC - 1,0 l/ha	YaraVita BORTRAC - 1,0 l/ha	16.10.2018
Kevadine NPK väetamine	YaraBela SULFAN (NS 24-6) - 300 kg/ha	YaraBela SULFAN (NS 24-6) - 300 kg/ha	05.04.2019
Kevadine 1. pealtväetamine	YaraMila NPK(S) 17-11-12(10) - 150 kg/ha	YaraMila NPK(S) 17-11-12(10) - 150 kg/ha	05.04.2019
Kevadine 1. leheväetamine	YaraVita KOMBIPHOS - 2,0 l/ha+ YaraVita GRAMITREL - 1,5 l/ha+ YaraVita BORTRAC - 2,0 l/ha	YaraVita KOMBIPHOS - 2,0 l/ha+ YaraVita GRAMITREL - 1,5 l/ha+ YaraVita BORTRAC - 2,0 l/ha	24.04.2019
Kevadine 2. pealtväetamine	YaraBela SULFAN (NS 24-6) - 300 kg/ha	YaraBela SULFAN (NS 24-6) - 300 kg/ha	06.05.2019
Kevadine 2. leheväetamine	YaraVita BRASSITREL PRO - 2,0 l/ha+ YaraVita BORTRAC - 1,0 l/ha	YaraVita BRASSITREL PRO - 2,0 l/ha+ YaraVita BORTRAC - 1,0 l/ha	07.05.2019
NPKS sügisel	68,0 N (lågata) - 27,2 P - 105,7 K - 13 S	51,0 N (lågata) - 25,2 P - 73,4 K - 12 S	
NPKS kevadel	169,6 N (lågata) - 6,9 P - 14,9 K - 42 S	169,6 N (lågata) - 6,9 P - 14,9 K - 42 S	
NPKS kokku	237,6 N (lågata) - 34,1 P - 120,6 K - 55 S	220,6 N (lågata) - 32,1 P - 88,3 K - 54 S	
N:S suhe kevadel	4:1	4:1	

Talirapsi katse 2019, Estonia OÜ - SAAGID



Talirapsi katse 2019, Estonia OÜ - TULEMUS

	YARA programm 1	YARA programm 2
Saak	5 542 kg/ha	5 156 kg/ha
ENAMSAAK	+386 kg/ha	
Õlisisaldus	44,8%	45,2%
Rapsi hind	360 €/t	360 €/t
Lisa õli eest	25,9 €/t	28,1 €/t
Rapsihind koos õliga	385,9 €/t	388,1 €/t
Sissetulek müügist	2 139 €/ha	2 001 €/ha
Väetamise kulud	-557 €/ha	-528 €/ha
Tulem pärast kulusid	1 581 €/ha	1 473 €/ha
TULEM	+109 €/ha	

Kultuur: mais

Katse: YARA versus PÕLLUMEHE programm

Skaala: tootmispõld, 5 ha

Asukoht: Tartu Agro AS, Tartumaa

Yara maisi katse – Tartu Agro AS, Tartumaa 2019

- Paljud põllumehed kasutavad külviga koos MAP'i.
- Yara soovitab kasutada YaraMila NPK(S):
 - parem fosfori (**P-Extend**) allikas tagab parema omastamise
 - mikroelemendid (eriti Zn)
 - väävel ja kaalium



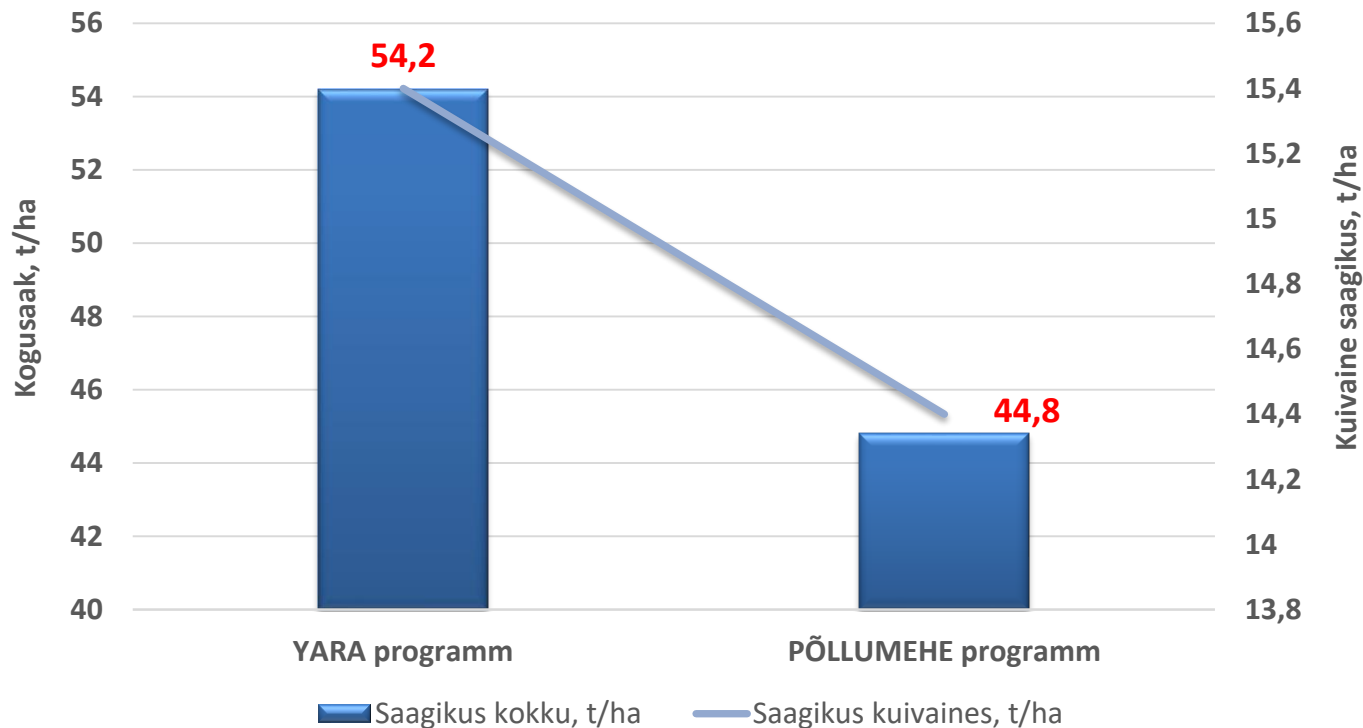
Yara →

Yara maisi katse 2019, Tartu Agro AS - PROGRAMM

Yara programm versus põllumehe programm Vene toodetega

Tehtud tööd	YARA programm	Põllumehe programm	Kuupäev
Orgaaniline väetis	Digestaat 30 t/ha	Digestaat 30 t/ha	Enne külvi
Pealtväetamine	YaraBela AXAN (NS 27-4) - 160 kg/ha	NPK(S) 21-6-11(3) - 250 kg/ha	Enne külvi
Põhiväetis	YaraMila NPK(S) 8-24-24(5) - 280 kg/ha	MAP 12-52 - 100 kg/ha	Koos külviga
NPKS kokku (<i>koos digestaadiga</i>)	168 N - 37 P - 113 K - 12 S	167 N - 37 P - 81 K - 9 S	
N:S suhe	14:1	18,6:1	

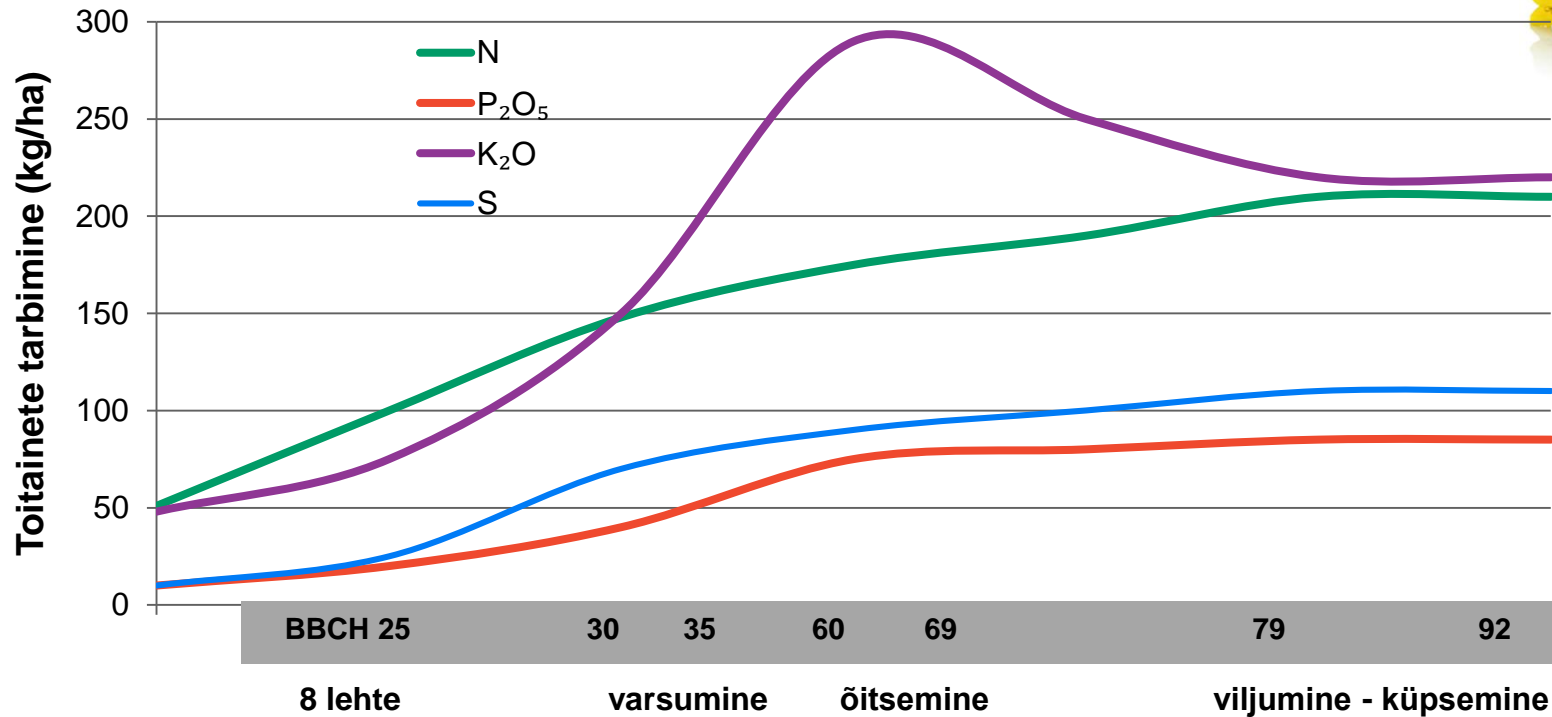
Yara maisi katse 2019, Tartu Agro AS - SAAGIKUS



Yara maisi katse 2019, Tartu Agro AS - TULEMUS

	YARA programm	PÕLLUMEHE programm
Kogusaak	54 t/ha	45 t/ha
Kuivaine %	28,4 %	32,1 %
Kuivaine saak	15,4 t/ha	14,4 t/ha
ENAMSAAK, kogusaak	+9 t/ha	
ENAMSAAK, kuivaines	+1 t/ha	
Maisisilo hind	45 €/t	45 €/t
Sissetulek müügist, kogusaak	2 439 €/ha	2 016 €/ha
Sissetulek müügist, kuivaines	693 €/ha	647 €/ha
Väetamise kulud	-252 €/ha	-209 €/ha
TULEMUSED		
TULEM, kogusaak	+423 €/ha	
TULEM, kuivaines	+2 €/ha	

Rapsi toitainete tarbimine



Potash Development Association, 2006

Rapsi toitainete vajadus



Eesmärk	Makro ja sekundaarsete toitainete tarbimine ja eemaldamine (kg/ha)										
	N			P ₂ O ₅		K ₂ O		MgO		S	
Saak (t/ha)	Tarbimine õitsemise ajal max	Tarbimine seeme+ vars	Teradega eemaldab	Tarbimine seeme+ vars	Teradega eemaldab	Tarbimine seeme+ vars	Teradega eemaldab	Tarbimine seeme+ vars	Teradega eemaldab	Tarbimine seeme+ vars	Teradega eemaldab
3,0	200-250	120-140	90-110	75	55	150	30	25	15	30	21
4,0	250-300	170-190	120-140	95	75	200	40	30	20	40	28
5,0	300-350	210-230	160-180	120	90	250	50	40	25	51	36

Kaaliumi puudus või ülemäärane kasutamine

Funktsioon	Puudulik	Ülemäärane
ensüümide regulatsioon	vanad lehed (kloroos)	Ca tasakaalustamatus
raku siserõhu reguleerim. (taime vee tasakaal)	vähenenud elujõud (lamandumine)	
süsivesikute säilitamine (resistentsuse mehhanism)		Kaaliumi antagonism (Mg puudus ja vastupidi)



Photos: IPNI crop nutrition deficiency Imagen Collection (IPNI - 2011), Andres Rangel Yara International ASA (2013)

Kaalium – mida täna „koju kaasa võtta“?



- aitab taimedel moodustada suhkruid – **parem talvitumine**
- parandab taimede vee omastamist ja selle säilitamist – **parem vastupidavus põuale**
- kaalium on taimedele **stressi vastane** element
- tugevdab rakuseinasid ehk **parem seisukindlus**

Mõned slaidid ka rohumaa kohta

Rohumaad on väga suured toitainete tarbijad!

- saagiga põllust ära viidavad toitained sõltuvalt saagi tasemest

Saak	N	P	K	S	Cu	Zn	Mn
kg KA/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	g/ha	g/ha	g/ha
6 000	154	17	186	12	43	234	408
8 000	205	23	248	16	58	312	544
10 000	256	29	310	25	70	400	650

- lisaks veel boor ja seleen

+ B
+ Se

Rohumaade saagi poolt ära viidavad toitained ning läga poolt täiendavalt põllule toodavad toitained

Saak	N	P	K	S	Cu	Zn	Mn	Se
kg KA/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	g/ha	g/ha	g/ha	g/ha
10 000	-256	-29	-310	-25	-70	-400	-650	-2.5
Läga 20 m ³ /ha	+34 (1,7)	+10	+60	+2	+50	+290	+230	0
Erinevus	-222	-19	-250	-23	-20	-110	-420	-2.5

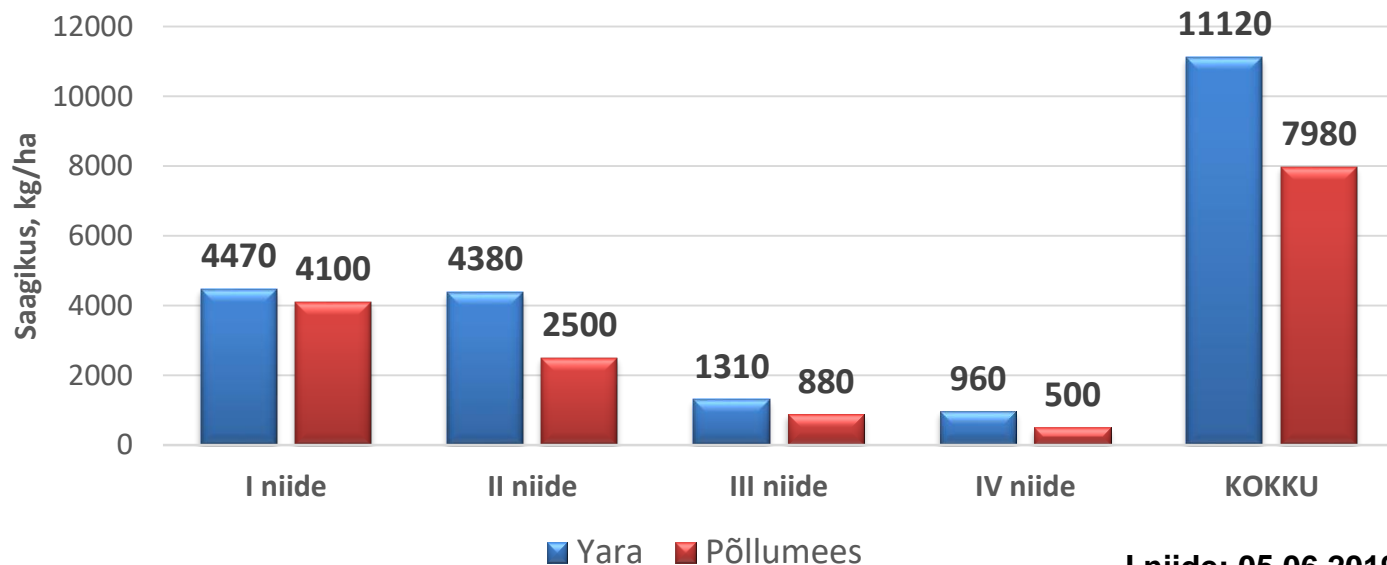
Ainult lägast rohumaadele vajalikku fosforit ja eriti kaaliumit ei saa!
see eeldaks ca 200 m³ läga kasutamist hektarile, mis pole realistlik

Kultuur: rohuma (kõrrelised+liblikõielised)
Katse: YARA versus PÕLLUMEHE programm
Skaala: tootmispõld, 10 ha
Asukoht: Kehtna Mõisa OÜ, Raplamaa
Partner: Baltic Agro AS
Pikaajaline katse: 4 aastat, esimene saagiaasta

Yara rohumaaade katse – Kehtna Mõisa OÜ 2019, programm

Tehtud tööd	YARA programm	Kuupäev YARA	PÕLLUMEHE programm	Kuupäev PÕLLUMEES
Varakevadel enne I niidet	YaraMila NPK(S) 20-5-15 (8) 320 kg/ha	12.04.2019	KCL 100 kg/ha	27.03.2019
Varakevadel enne I niidet			AN 34,4 150 kg/ha	12.04.2019
Peale I niidet	YaraMila NK(S) 22-14 (8) 240 kg/ha	09.06.2019		
Peale II niidet	YaraBela Axan 120 kg/ha	11.07.2019		
NPKS kokku	149 - 7 - 68 - 21		52 - 0 - 50 - 0	
N:S suhe	7:1			

Yara rohumaaade katse – Kehtna Mõisa OÜ 2019, SAAGIKUS kuivaines



I niide: 05.06.2019
II niide: 10.07.2019
III niide: 17.08.2019
IV niide: 22.09.2019

Yara rohumaade katse – Kehtna Mõisa OÜ 2019, KASUMLIKKUS

	YARA programm	PÕLLUMEHE programm
Kogusaak	37 067 kg/ha	26 600 kg/ha
Kuivaine, %	30 %	30 %
Kuivaine saak	11 120 kg/ha	7 980 kg/ha
ENAMSAAK kokku	+10 467 kg/ha	
ENAMSAAK kuivaines	+3 140 kg/ha	
Silo (oma)hind	35 €/t	35 €/t
Sissetulek "müügist" KOKKU	1 297 €/ha	931 €/ha
Väetamise kulud	-215 €/ha	-68 €/ha
Tulem pärast kulusid KOKKU	1 083 €/ha	863 €/ha
TULEM kokku	+220 €/ha	