

# Millised sordiaretuse eesmärgid töötavad mulla heaks?

Evelin Loit



**TÖÖTUBA "MULD JA SÜSINIK"**

25. november 2022



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)

# Toiduga kindlustatus on täna tähtsaim

- Et kasvavale rahvastikule jaguks piisavalt tervislikku ja toitvat toitu on vaja tootmise mahtu tõsta.
- Kui aastaks 2050 on maailma populatsioon üle 9 miljardi, siis on vaja suurendada tootlikkust ca 70-85% (Dhankher & Foyer 2018)
- Samal aja on vaja mõelda jätkusuutlikusele ja keskkonnahoiule, mis toob kaasa olukorra, kus järjest enam toimeaineid keelustatakse ja on võetud suund mineraalväetiste ja taimekaitsevahendite kasutamise vähendamisele



<http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/16822/1/Food%20%281%29.pdf>



# Põllumajanduse programmi Talust taldrikule eesmärgid aastaks 2030

- Pestitsiidide vähendamine 50%,
- Mineraalväetiste kasutamise vähendamine vähemalt 20%,
- 25% kogu põllumajandusmaast maheviljeluse alla,
- Toidukao vähendamine poole võrra (per capita) poodides ja tarbija juures.

*By shifting the focus from compliance to performance, measures such as eco-schemes should reward farmers for improved environmental and climate performance, including managing and storing carbon in the soil, and improved nutrient management to improve water quality and reduce emissions.*



# Toit on kõigi elusolendite esimene vajadus...

... kuid taimed on ka ökosüsteemi toimimiseks väga olulised.

- Lisaks on sordiaretus on vajalik...
  - et kohaneda uutes keskkonnatingimustes (vesi, temperatuur...);
  - et kohaneda tootmisprotsessis oluliste teguritega või tööstuse eesmärkidega
  - et tagada haljastusse uued sordid;
  - et kohaneda uute tootmisviisidega (maheviljelus, **süsiniku sidumine...**)

# Milline uus sort on parim?

- Enamus taimearetust põhineb “puuduse kõrvaldamisel” või “saagikuse järgi valimisel”.
- On olemas idiottüüp, ehk taim, millel on teatud (pärilikud) tunnused, mis mõjutavad fotosünteesi, kasvu ja terade arvu (teraviljadel).
- Idiottüübi definitsioon loodi aastal 1968

Colin Malcolm Donald: „*Ideaalse fenotüübi mudel, kus on optimaalse jaotusega kuivaine, lähtuvalt kultuurtaime kasutuseesmärgist.*“ *Lühikesed taimed peaks suurema osa kuivainest seemnesse suunama, pikad taimed see-eest just vartesse panustama.*





# Eduka kultuurtaime idiotüüp on

- Nõrk konkurentsivõime
- Vajab ühiku toodangu jaoks minimaalselt ressursse

## **Nisu idiotüüp 1968:**

Lühike, tugev kõrs

Üksikud, väikesed, püstised lehed


Suur ja püstine pea (palju pähekuid)




Ohted




- Kõrge saagikusega nisu idiotüüpe on disainitud UK ja Hispaania tuleviku kliima tingimustesse (2050; A1B).
- Nisu saagikust saab oluliselt tõsta.
- Peamised tegurid, mis panustavad saagikuse tõusu:
  - Valguse konverteerimise efektiivsus;
  - Pikem tera täitumise periood, mistõttu saab kogu biomassist rohkem terasid;
  - Optimaalne fenoloogia.

„The simulation results showed that up to 10% more carbon could be assimilated“





 **Food and Energy Security** Open Access

Original Research |  Open Access |  

## Designing high-yielding wheat ideotypes for a changing climate

Mikhail A. Semenov  Pierre Stratonovitch

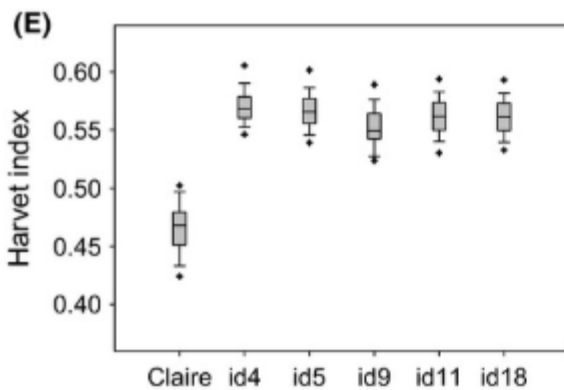
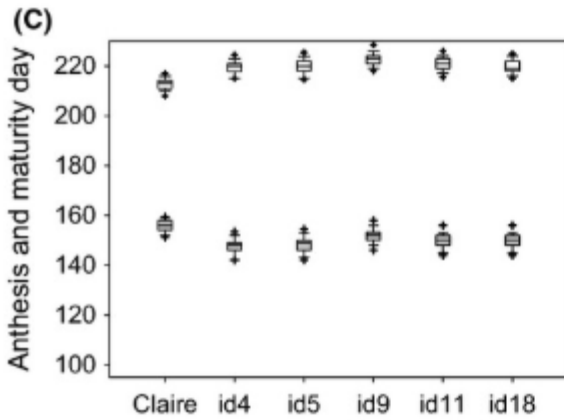
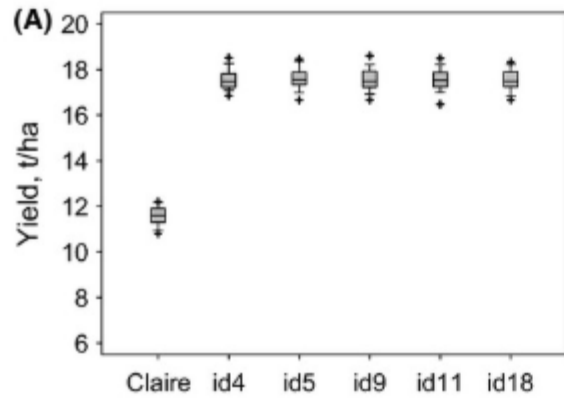
First published: 18 September 2013 | <https://doi.org/10.1002/fes3.34> | Cited by: 31

 SECTIONS  PDF  TOOLS  SHARE

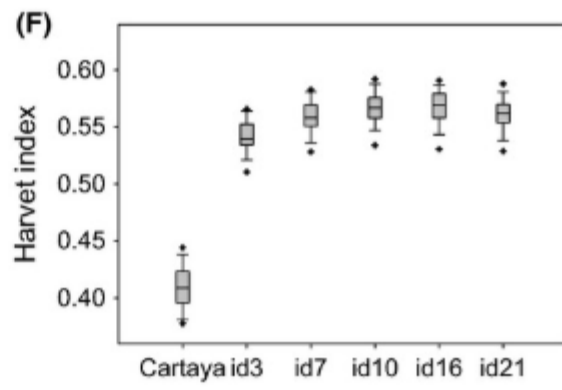
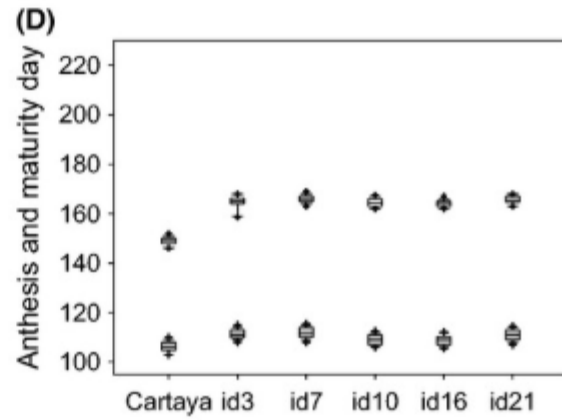
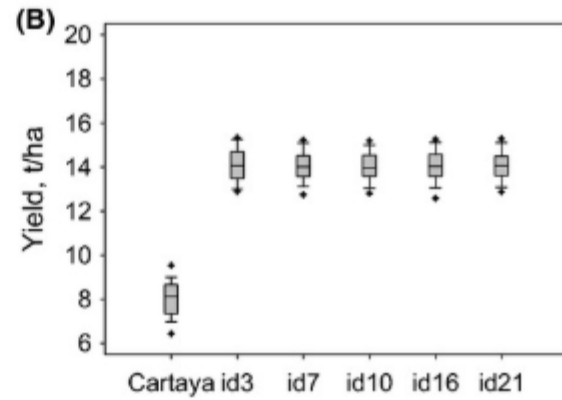
### Abstract

Global warming is characterized by shifts in weather patterns and increases in climatic variability and extreme events. New wheat cultivars will be required for a rapidly changing environment, putting severe pressure on breeders who must select for climate conditions which can only be predicted with a great degree of uncertainty. To assist breeders to identify key wheat traits for improvements under climate change, wheat ideotypes can be designed and tested *in silico* using a wheat simulation model for a wide range of future climate scenarios predicted by global climate models. A wheat ideotype is represented by a set of cultivar parameters in a model, which could be optimized for best wheat performance under projected climate change. As an example, high-yielding wheat ideotypes were designed at two contrasting European sites for the 2050 (A1B) climate scenario. Simulations showed that wheat yield potential can be substantially increased for new ideotypes compared with current wheat varieties under climate change. The main factors contributing to yield increase were improvement in light conversion efficiency, extended duration of grain filling resulting in a higher harvest index, and optimal phenology.

## Rothamsted, UK

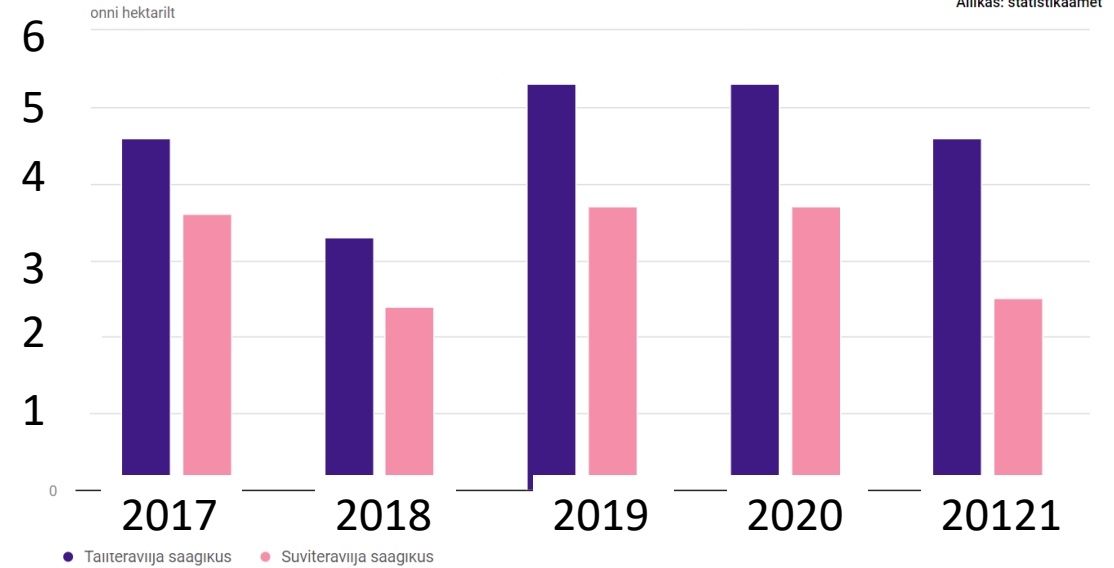


## Sevilla, Hispaania



## Samal ajal Eestis keskmised saagikused:

Suvi- ja taliteravilja saagikus, 2017–2021

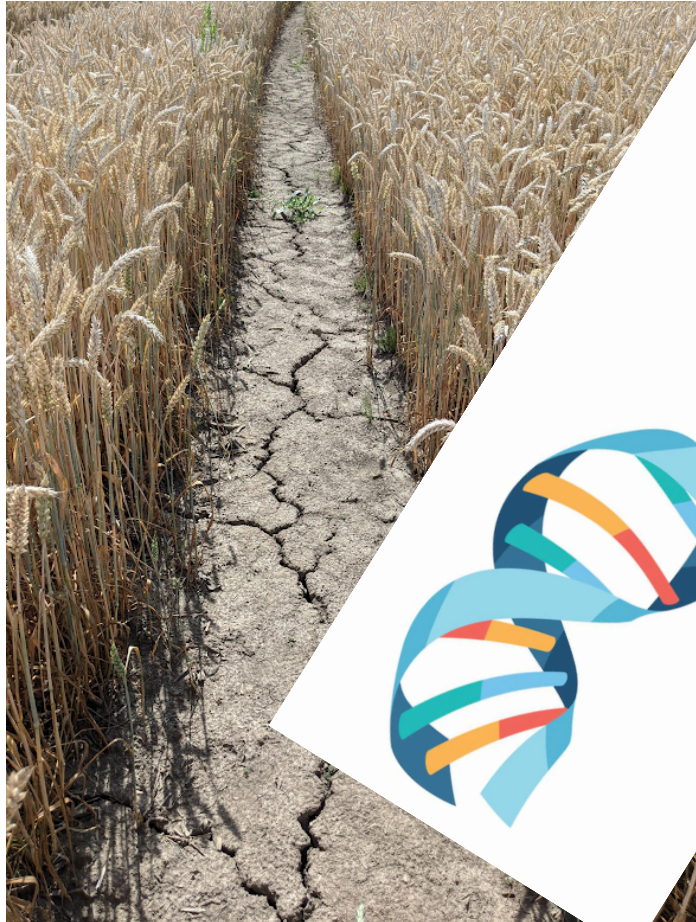


Talinisu rekord 11,9 t/ha  
Suvinisu 8,4 t/ha



Sort üksi ei tee midagi.

# Toidutootmise aluseks on: Keskkond + geen + agrotehnoloogia



[www.emu.ee](http://www.emu.ee)



# Keskkonna suurim osa on muutuv kliima

## Kliimaga kohanemise meetmed Euroopa taimekasvatuses erinevad regiooniti

13.10.2022

**Eesti Maaülikooli teadlased osalesid Euroopas läbi viidud põhjalikus taimekasvatuse uuringus, milles analüüsiti meetmeid, mida juba rakendatakse või plaanitakse, et kohaneda muutuva kliimaga. Selgus, et Lõuna- ja Kesk-Euroopas ning Põhja-Euroopas on rakendatavad meetmed erinevad.**

Selleks, et hinnata kohanemismeetmeid olukorras, kus kliimamuutused mõjutavad põllukultuuride (öko)süsteeme, on siiani kasutatud ainult põldkatsete ja põllukultuuride mudelite andmeid. See strateegia sobib piiratud võimaluste hulga uurimiseks piiratud alal. Seetõttu koostas Aarhuse teadusgrupp Taanist küsimustiku, mis sisaldas nii kvalitatiivseid kui ka kvantitatiivseid aspekte kliimamuutustega kohanemise kohta põllumajandussektoris. Võrreldi ajaperioodidel 1991–2000 ja 2012–2016 toimunud muutusi.

Küsimustik saadeti 15 Euroopa riigi ekspertidele (teadlased, agronoomid ja taimekasvatajad), et koordineerida juba tähelestatud kuu



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

www.emu.ee

<https://www.emu.ee/et/ylikoolist/uudised/pressiteated/uudis/2022/10/13/kliimaga-kohanemise-meetmed-euroopa-taimekasvatuses-erinevad-regiooniti>



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

# European Journal of Agronomy

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/eja](http://www.elsevier.com/locate/eja)



## Review

### Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change

J.E. Olesen <sup>a,\*</sup>, M. Trnka <sup>b</sup>, K.C. Kersebaum <sup>c</sup>, A.O. Skjelvåg <sup>d</sup>, B. Seguin <sup>e</sup>,  
P. Peltonen-Sainio <sup>f</sup>, F. Rossi <sup>g</sup>, J. Kozyra <sup>h</sup>, F. Micale <sup>i</sup>

<sup>a</sup> Aarhus University, Department of Agroecology and Environment, Tjele, Denmark

<sup>b</sup> Mendel University of Agriculture and Forestry, Inst. of Agriculture Systems and Bioclimatology, Brno, Czech Republic

<sup>c</sup> ZALF, Institute of Landscape Systems Analysis, Müncheberg, Germany

<sup>d</sup> Norwegian University of Life Sciences, Department of Plant and Environmental Sciences, Ås, Norway

<sup>e</sup> INRA, MICCES, Centre d'Avignon, Avignon, France

<sup>f</sup> MTT, Agrifood Research Finland, Plant Production Research, Jokioinen, Finland

<sup>g</sup> Institute of Biometeorology, Bologna, National Research Council, Italy

<sup>h</sup> Institute of Soil Science and Plant Cultivation, State Research Institute, Pulawy, Poland

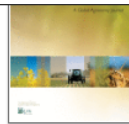
<sup>i</sup> European Commission, JRC Ispra, Ispra, Italy



ELSEVIER

# European Journal of Agronomy

Volume 138, August 2022, 126516



## Priority for climate adaptation measures in European crop production systems

Jin Zhao <sup>a, b</sup> ✉, Marco Bindi <sup>c</sup>, Josef Eitzinger <sup>d, e</sup>, Roberto Ferrise <sup>c</sup>, Zinta Gaile <sup>f</sup>, Anne Gobin <sup>g, h</sup>,  
Annelie Holzkämper <sup>i, j</sup>, Kurt-Christian Kersebaum <sup>d, k, x</sup>, Jerzy Kozyra <sup>l</sup>, Zita Kriaučiūnienė <sup>m</sup>,  
Evelin Loit <sup>n</sup>, Pavol Nejedlik <sup>o</sup>, Claas Nendel <sup>d, k, p</sup>, Ülo Niinemets <sup>n, q</sup>, Taru Palosuo <sup>r</sup>,  
Pirjo Peltonen-Sainio <sup>r</sup>, Vera Potopová <sup>s</sup>, Margarita Ruiz-Ramos <sup>t</sup>, Pytrik Reidsma <sup>u</sup>, Bert Rijk <sup>u</sup> ...  
Jørgen E. Olesen <sup>b, d, w</sup>

<https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126516>

## Uuringud:

- 2007
- 1991-2000 versus 2012- 2017

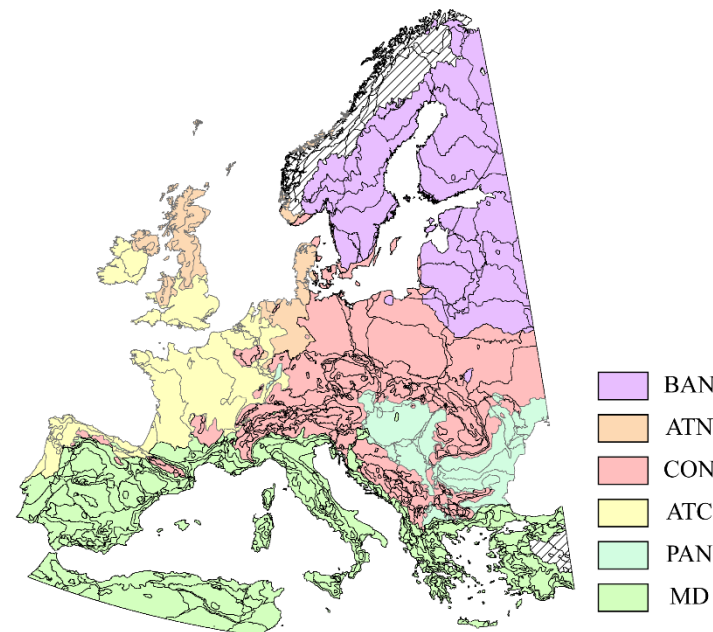


Figure 1. Environmental zones in Europe.



**Eesti Maaülikool**

Estonian University of Life Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)





# Millised kliimaga seotud faktorid limiteerivad taimekasvatust

Eesti

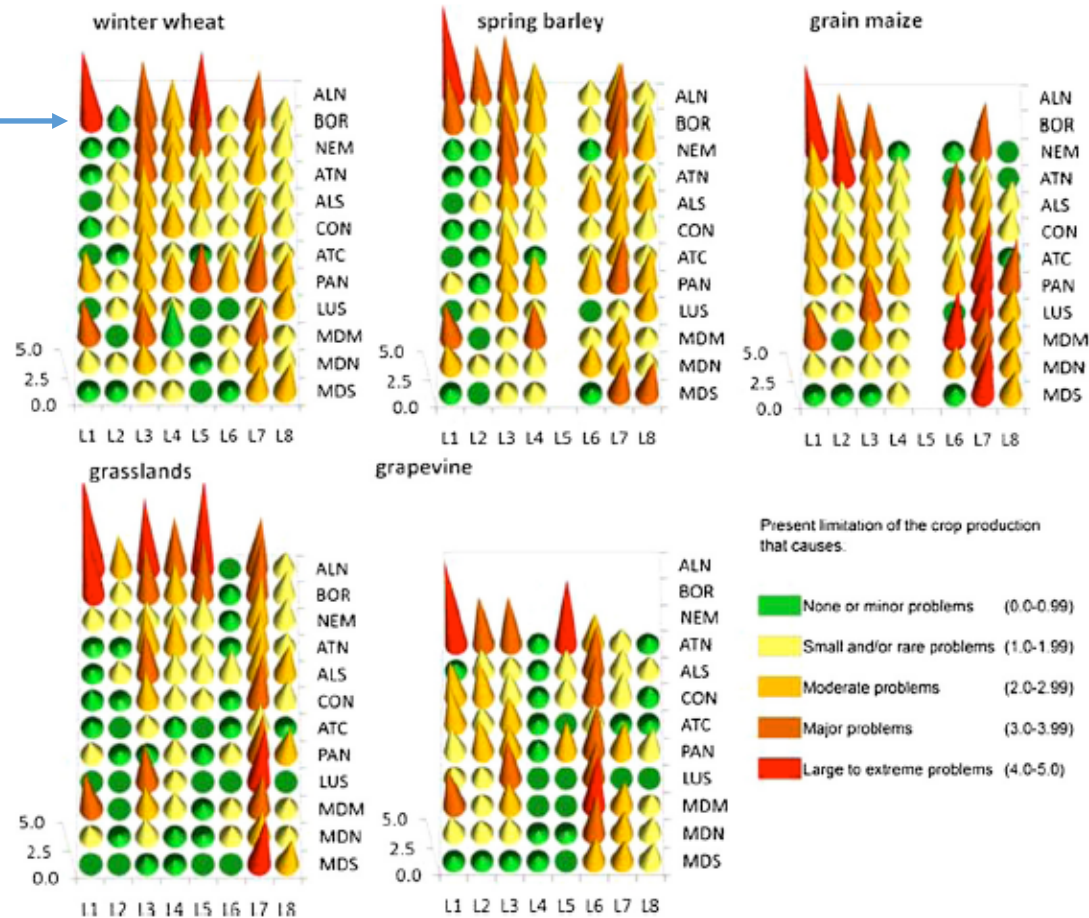


Fig. 4. Present limitation of crop production by climate factors for five selected crops over the individual European environmental zones. Legend: L1 length of the growing season; L2 occurrence of late/early frosts; L3 rain during sowing/harvesting; L4 occurrence of floods; L5 crop damage during winter; L6 crop damage by hail; L7 occurrence of drought; L8 heat stress.

- L1 – kasvuhooaja pikkus
- L2 – hiline/varane öökülm
- L3 – sademed külvi/koristamise ajal
- L4 – üleujutus
- L5 – talvekahjud
- L6 – rahekahju
- L7 – põud
- L8 – kuumastress



# Muutused nisu kasvatamisel

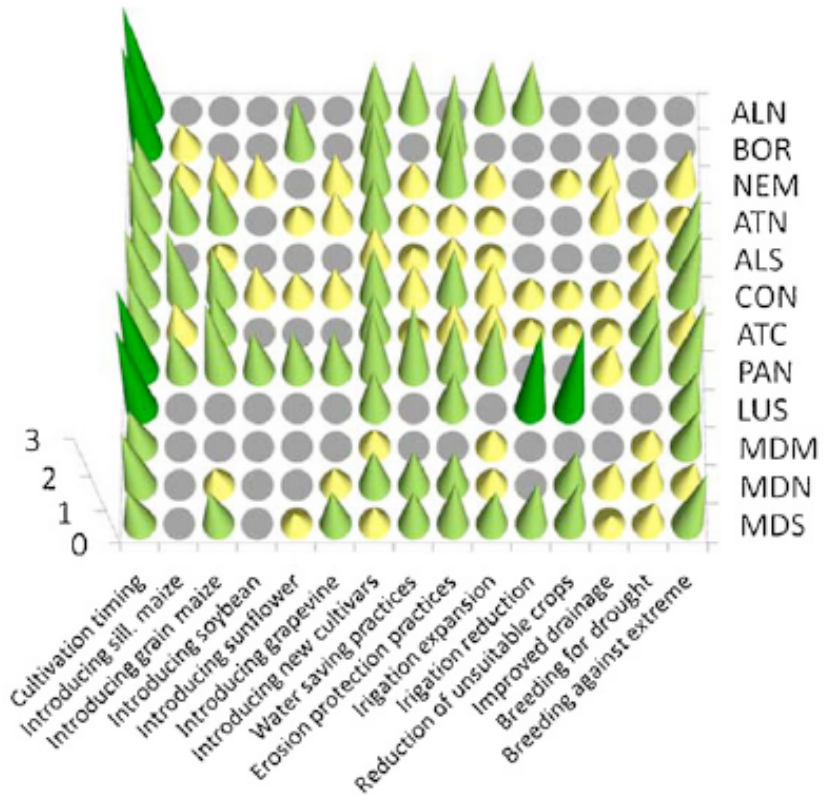
Uued sordid ja talivormid!

Average scores of the observed adaptations to climate change (observed changes multiplied by climate change attributions) for wheat over the individual European environmental zones.

<b>Cultivar</b>	Use of cultivar with higher temperature requirements	7	2	3	1	4	3
	Introduction of more drought resistant cultivars	0	0	3	5	4	3
	Introduction of more water stagnation tolerant cultivars		1	0	0	0	4
	Introduction of more frost damage resistant cultivars	1	2	2	5	1	1
	New cultivars with resistance/tolerance to previously not occurring pest	2	0	1	4	1	0
	New cultivars with resistance/tolerance to previously not occurring disease	2	1	3	3	3	1
	Switch to heat resistant cultivars		0	2	0	3	3
	Switch to spring form (if applicable)	0	0	0	0	0	1
	Switch to winter form (if applicable)	6	0	1	0	0	1
		Irrigation newly introduced		0	0	0	0
<b>Irrigation</b>	Irrigation increased (area or amount)		0	1	1	1	2
	Irrigation decreased (area or amount)		0	0	0	0	1
	Irrigation stopped		0	0	0	0	1
<b>Fertilisation</b>	Decrease of fertilisation rate	0	0	0	0	1	1
	Increase of fertilisation rate	0	0	1	1	0	2
	Different fertilisation schedules	0	0	1	1	0	3
<b>Weeds/Herbicides</b>	New previously unknown weed types	2	0	2	2	2	2
	Higher persistence of weeds (compared to the main crop)	2	0	1	2	2	3
	Increase in herbicide use	0	0	1	1	1	2
	Decrease in the herbicide use	2	0	1	2	1	0
<b>Pests</b>	New pests	2	0	5	1	2	2
	Traditional pests with higher intensity	2	1	2	3	2	2
	Traditional pests with lower intensity	0	0	0	0	0	0
	More frequent pest treatments required	2	1	2	1	1	2
	Less frequent pest treatment required	0	0	0	0	0	1
<b>Diseases</b>	New diseases	1	0	1	0	1	9
	Traditional diseases with higher intensity	2	3	2	5	2	4
	Traditional diseases with lower intensity		0	1	0	1	5
	More frequent disease treatments required	2	2	2	4	1	3
	Less frequent disease treatment required		0	0	0	0	1
<b>Sowing</b>	Earlier sowing dates	4	0	2	1	1	3
	Later sowing dates	4	1	2	3	2	2
	More wide-spread sowing window	3	0	1	2	1	1
	More narrow sowing window	2	0	2	0	2	2
	Quicker sowing required (less suitable days)	1	1	1	2	2	4
	Increase of the seed rate	0	0	0	0	1	2
<b>Harvest</b>	Decrease of the seed rate	0	0	1	0	1	2
	Earlier harvesting dates	2	2	5	6	6	6
	Later harvesting dates		0	0	0	0	0
	More wide-spread harvesting window	0	0	2	3	2	1
	More narrow harvesting window	0	1	0	1	0	4
	Quicker harvesting required (less suitable days)	4	2	1	1	1	4
	Increase in post-harvest drying required	1	1	0	0	0	2
<b>Cultivation</b>	Decrease in post-harvest drying required		0	2	2	3	3
	Increase in the minimum tillage	0	0	2	3	2	4
	Increase in the "conventional" tillage (ploughing)		0	0	0	0	0
	Increase in the deep tillage	0	0	0	0	0	0
	Major time shift in the tillage practices	3	0	0	1	1	3
	Quicker tillage required (less suitable days)		1	2	3	3	4
	Soil water conserving plans introduced	1	0	4	2	5	5
<b>Management strategies</b>	Intercropping use increased	1	0	2	0	1	1
	Intercropping use decreased		0	0	3	1	0
	Increase in the crop area	4	0	2	0	2	1
	Decrease in the crop area		0	0	1	0	2
	Abandonment of growing the crop		0	0	0	0	2

BAN ATN CON ATC PAN MD

# Kohanemise strateegiad aastaks 2050



Mullaharimise aeg

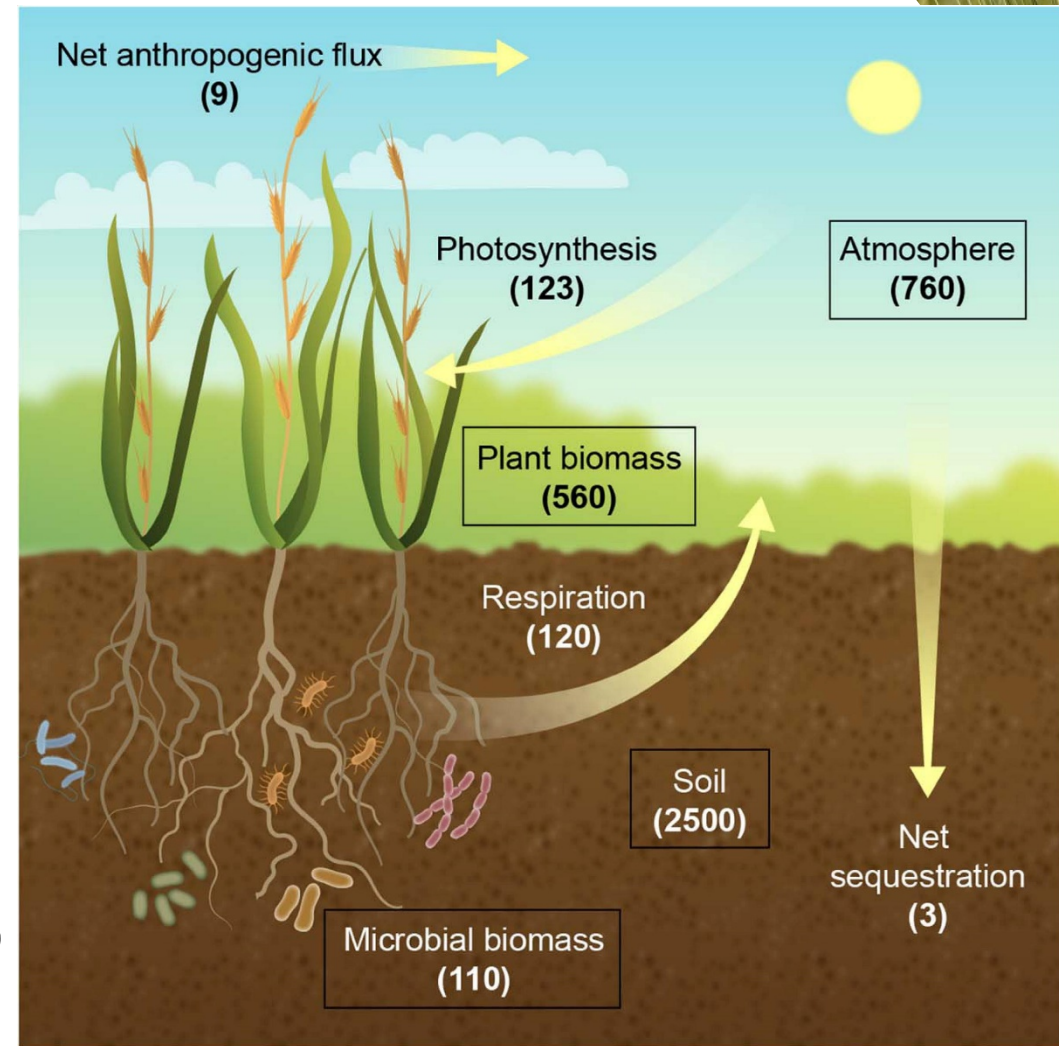
Uued kultuurid ja sordid





# Kust tuleb süsinik?

- Peamine süsiniku liikumine atmosfäärist maa ökosüsteemi toimub läbi CO<sub>2</sub> sidumise taime biomassi läbi fotosünteesi protsessi (hinnanguliselt 123 gigatonni aastas)
- Paraku suur osa CO<sub>2</sub>-st, mis fotosünteesis kogutud, liigub tagasi atmosfääri ja väike osa jääb mulla stabiilselt mulda.



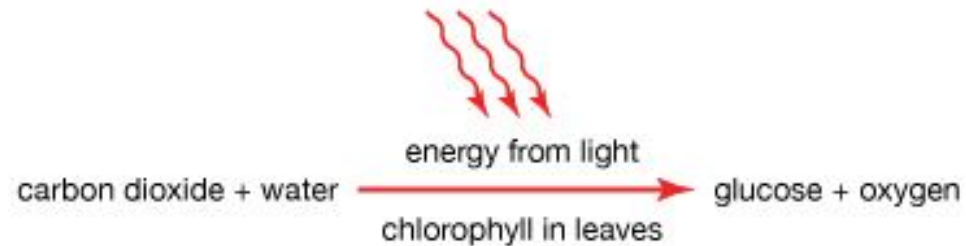
# Fotosüntees

Süsihappegaas

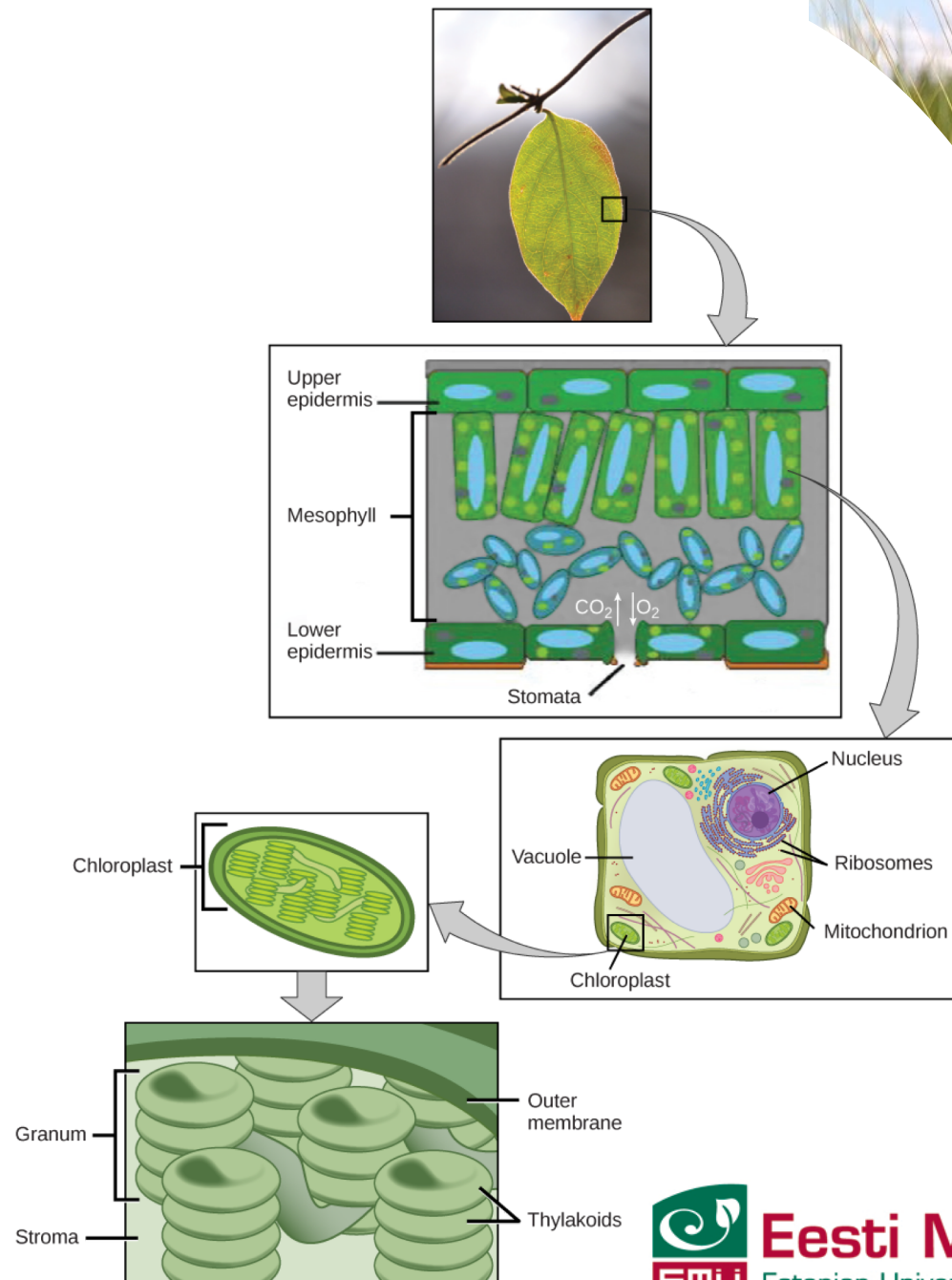
Valgus

Klorofüll

The reaction of photosynthesis



© Encyclopædia Britannica, Inc.



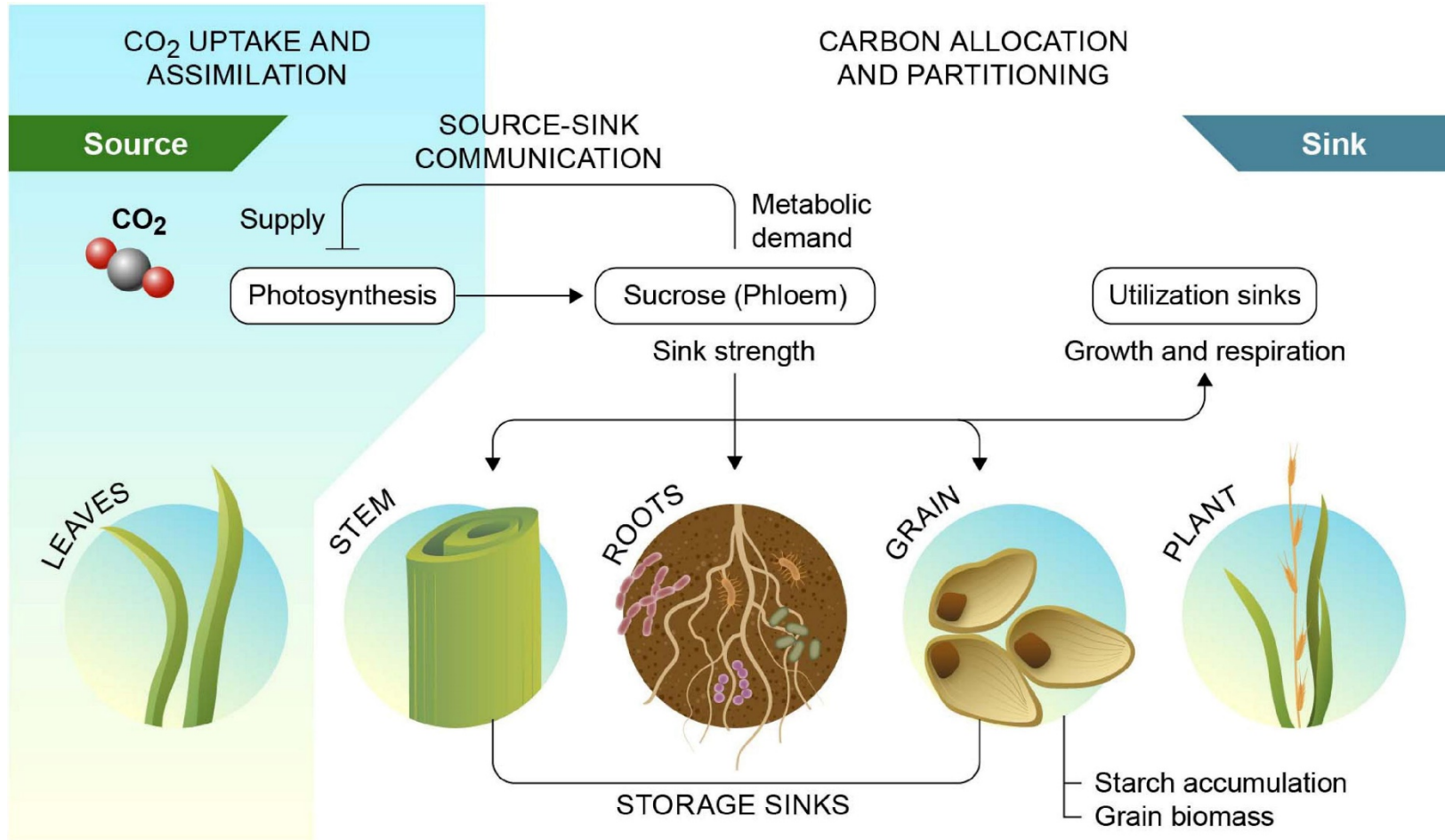
www.emu.ee



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

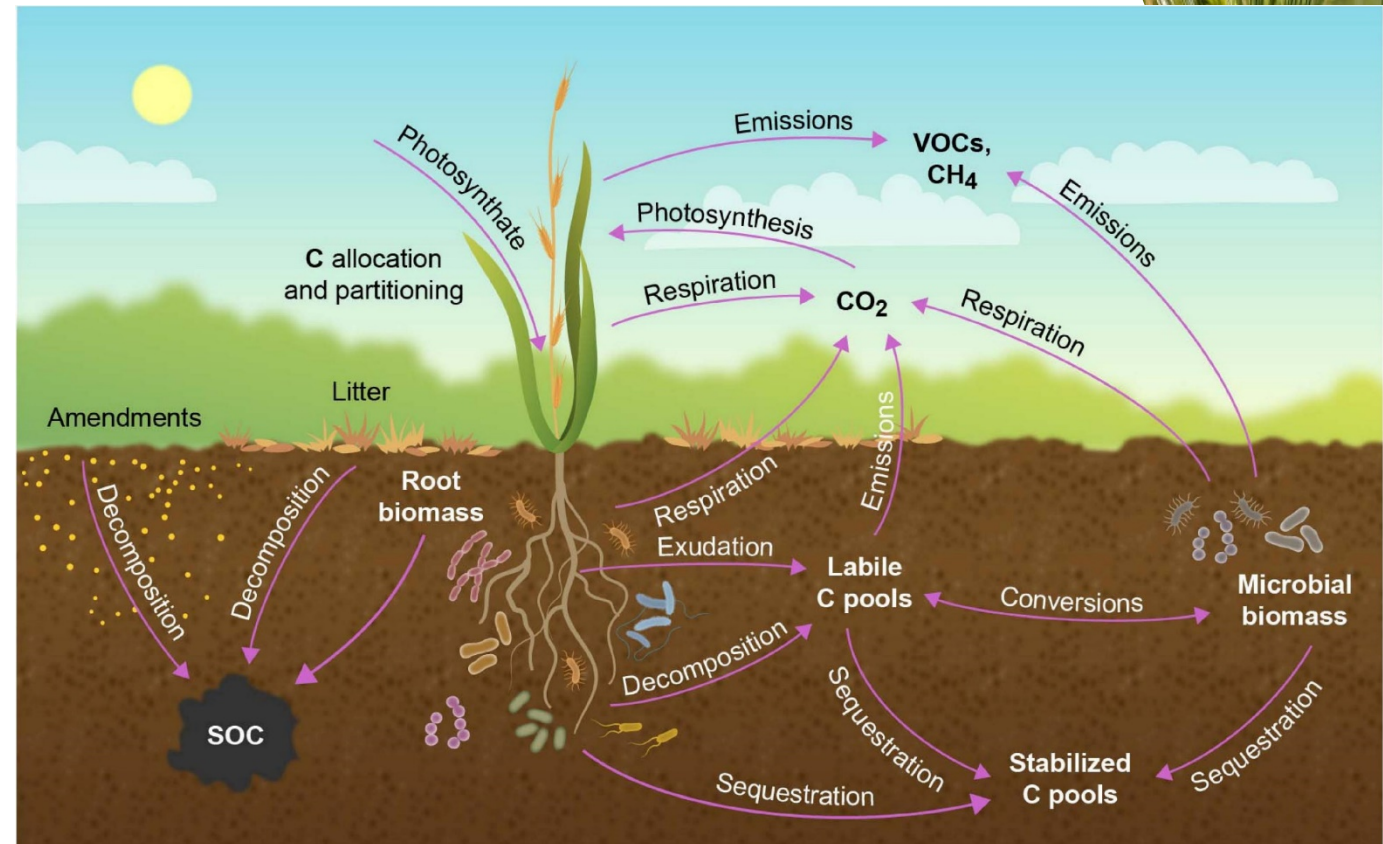


# Taimes liigub süsinik eri kudedesse



# Kuidas süsinik liigub mulda?

- Süsinik liigub mulda läbi juureeritiste või läbi juurte ja maapealse biomassi lagunemise.
- Mullas on süsinik juurtes ja mikroorganismide biomassis.





# Mida me saame sordiaretusega teha

- Suurem maa-alune biomass ehk rõhk juurtele (tugev korrelatsioon maapealse biomassiga)
- Efektivsem fotosüntees
- Parem stressitaluvus ja haiguskindlus

# Biomassi suunamine aretustöös

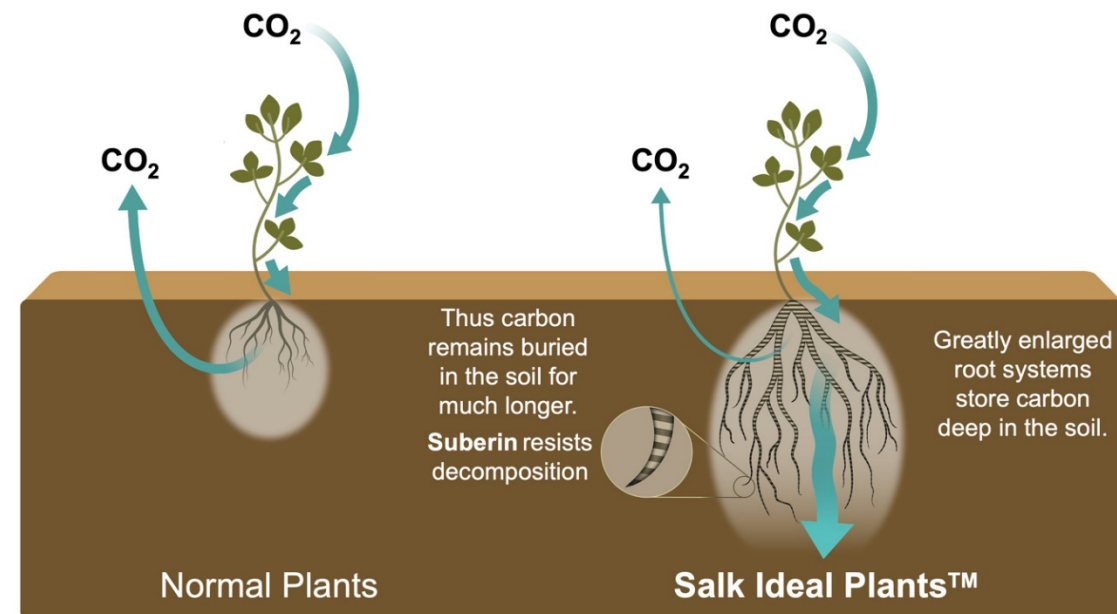
- Rohkem reproduktiivkasvu vegetatiivse kasvu arvelt
  - Kääbussordid (nisu, riis, sorgo, oder).
  - Poolkääbus (raps pildi)
  - On kergelt mõjutatavad keskkonna poolt (väetised, sademed)
  - Lehtede kasvu piiramine
- Rohkem vegetatiivset kasvu reproduktiivkasvu arvelt
  - Täielikult alla surutud (porgand, suhkrupeet)
- Rohkem üht tüüpi vegetatiivset kasvu teise veg. kasvu arvelt
  - Näiteks kartul (rohkem biomassi maa alla)





# Sügav juurestik ja suberiin

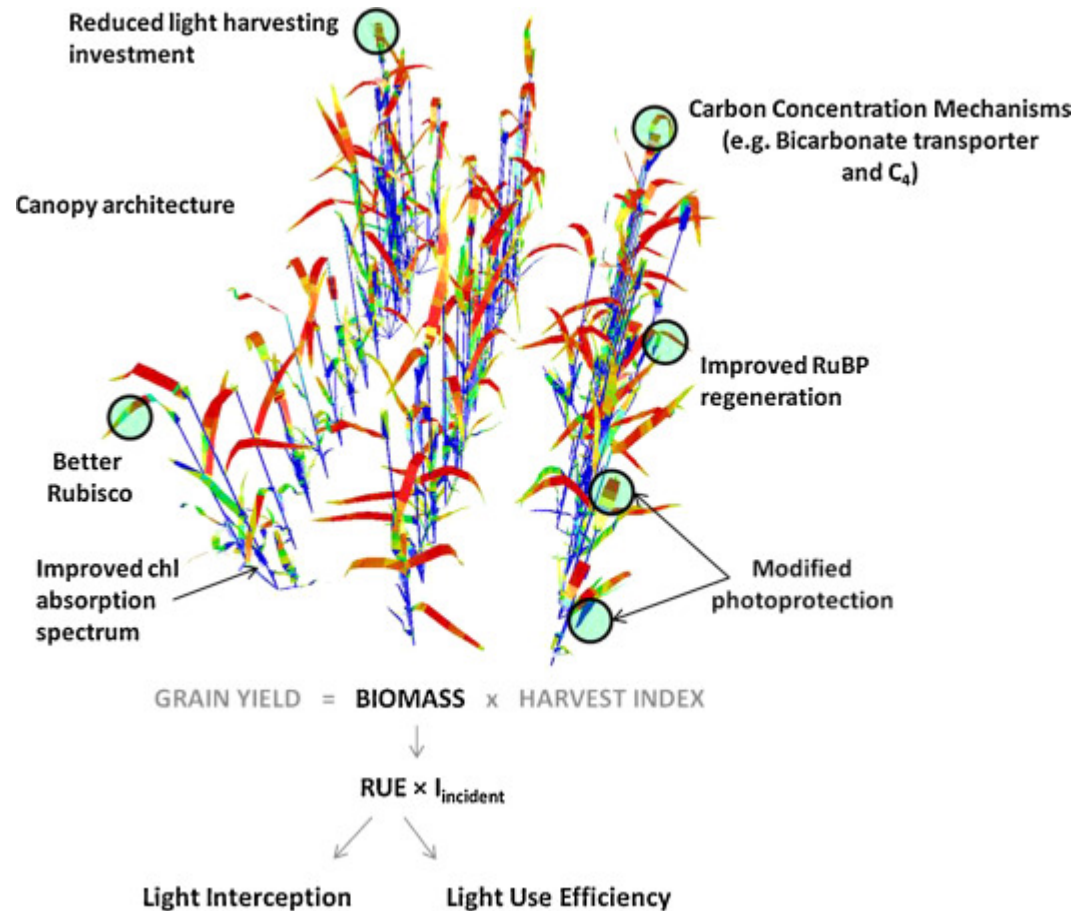
- Sellised sordid võimaldavad taimel siduda rohkem süsinikku ja kohaneda paremini kliimaga.
- Suberiin – makromolekul, mis samuti seob süsinikku (*Salk Institute for Biological Studies, La Jolla, California ja Harnessing Plants Initiative (HPI)*)



SALK INSTITUTE FOR BIOLOGICAL STUDIES

# Efektiivsem fotosüntees

- Rubisco ensüüm
- Ksantofülli tsükli valkude taseme tõstmine (tasakaalustab fotosünteesi liigse valguse tingimustes (katsetused sojaoas))



<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.04.009>

<https://ripe.illinois.edu/press/press-releases/ripe-researchers-prove-bioengineering-better-photosynthesis-increases-yields-0>



# Lehtede pind, paksus ja asend



- Taliotra maailmarekordiomanik Tim Lamyman 14,2 t/ha



# Fotosünteesida suudab roheline leht



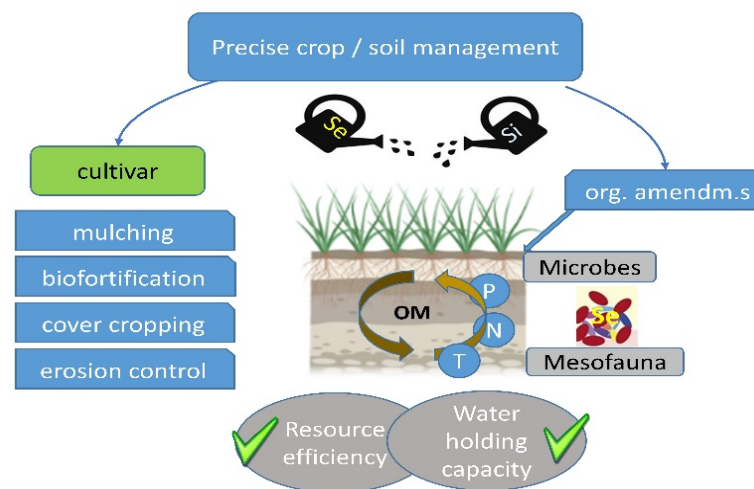
+ Si



Kontroll

Sõltub temperatuurist, sademetest ja toitainetest ja haigustest.

Pildil katse lehekaudse preparaadiga lehte kauem rohelisena hoida



<https://projects.au.dk/facesurplus/research-projects-3rd-call/biofoodonmars/>  
[www.biofoodonmars.com](http://www.biofoodonmars.com)

# Süsiniku kasvatamine ehk töö põllul

- Maakasutuse muutus (mitmeaastased kultuurid versus üheaastased kultuurid; talvine taimkate)
- Mullaharimine (minimeeritud harimine, otsekülv)
- Agrotehnilised võtted, mis suurendavad biomassi, suurendavad ka süsinikusisaldust
  - Tasakaalustatud väetamine
  - Integreeritud taimekaitse
  - Mitmekesised liigid ja sordid
  - Veekasutus

Peen tasakaal üldise biomassi ja koristatava biomassi vahel.







Kui sort, keskkond ja põllumees hästi koos töötavad, siis on tulemuseks rekord.



[www.emu.ee](http://www.emu.ee)  
**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences



# Kokkuvõtteks

- Edukas taimekasvatuse on keskkonna, agrotehnoloogia ja geneetika eduka koostöö tulemus.
- Sordiaretuse eesmärgid teenivad ka süsiniku sidumise huve.
- Kõige tähtsam on toiduga kindlustatus.



100 aastat  
EMAKEELSET  
PÕLLUMAJANDUSLIKKU  
KÕRGHARIDUST EESTIS

# Täna tähelepanu eest!

 VIRU SEEME

 Dotnuva | BALTIC

 SCANDAGRA

 **Baltic Agro**  
ESTONIA

 **FACCE SURPLUS**  
SUSTAINABLE AND RESILIENT AGRICULTURE  
FOR FOOD AND NON-FOOD SYSTEMS



Täname kõiki koostööpartnereid ning  
toetajaid!

[evelin.loit@emu.ee](mailto:evelin.loit@emu.ee)

“The project **BioFoodOnMars** was initiated under the **ERA-NET CofundFACCE SURPLUS (Grant N°652615)**, being part of the Joint Programming Initiative on Agriculture, Food Security and Climate Change (**FACCE-JPI**). FACCE SURPLUS has received funding from the **European Union's Horizon 2020 research and innovation programme** under grant agreement No **652615**. ”



TEADUSE TIPPKESKUS  
**ECOLCHANGE**  
CENTRE OF EXCELLENCE



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)