



Cik augam izmaksā simbioze

Ina Alsiņa



Simbioze

Ilgstoša dažādu sugu organismu kopdzīve, kas parasti ir abpusēji izdevīga.

Simbiozei ir raksturīgi parazitisma elementi, jo vismaz viens no komponentiem izmanto otra saražotās organiskās vielas.



Simbiozes veidi



Mutuālisms



Komensālisms

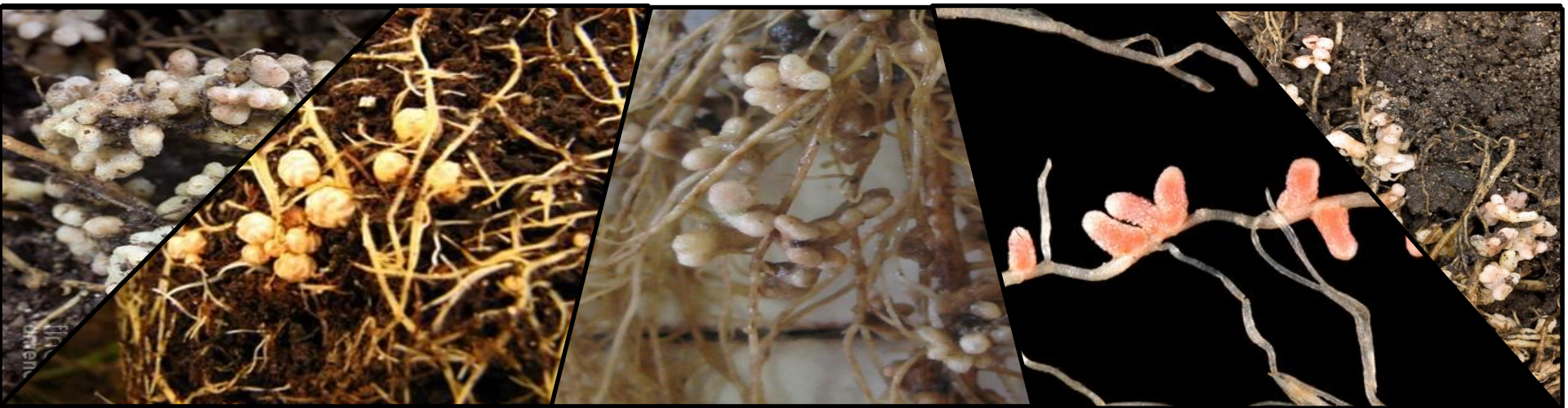


Parazītisms





Tauriņziežu un gumiņbaktēriju simbioze



Atmosfērā slāpeklis 78%.

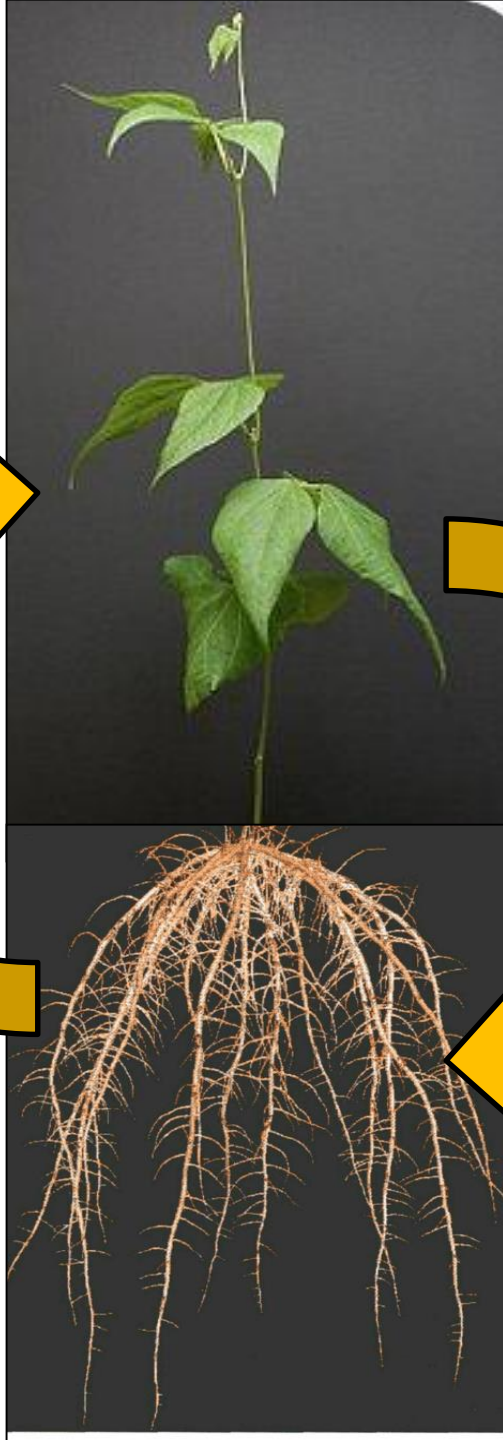
Augam slāpeklis ir viens no
augšanu limitējošiem faktoriem.

Slāpekļa
savienojumi

Fotosintēzes
produkti

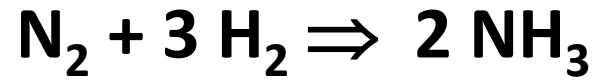
Saista līdz 400
 kg ha^{-1} slāpekļa

Gumiņbaktērijas saņem
no auga 4 – 16% no
fotosintēzes produktiem

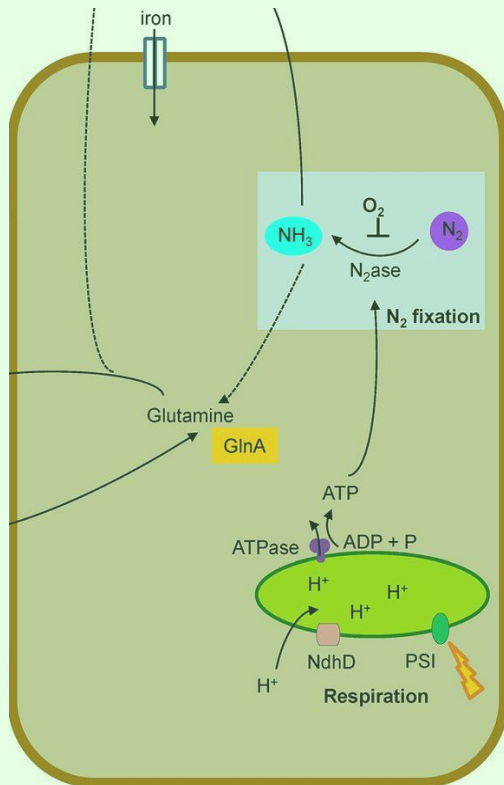


Saistītā slāpekļa daudzums

| Pākšaugi | Asimilētā slāpekļa daudzums | |
|----------|-----------------------------|-----------|
| | kg ha ⁻¹ | |
| | vidēji | maksimāli |
| Lucerna | 300 | 400 |
| Āboliņš | 150 | 300 |
| Lupīna | 100 | 150 |
| Zirņi | 50 | 100 |
| Pupas | 50 | 150 |
| Soja | 60 | 115 |

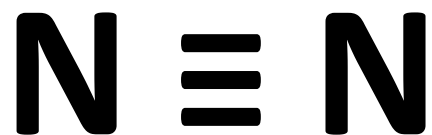


Gumiņš



Hābera – Boša process





945 kJ mol⁻¹

Gumiņš

Nitrogenāzei reakcijas veikšanai nepieciešami ~16 moli ATP katras N₂ molekulas reducēšanai līdz NH₃,

Patērē līdz 20% no fotosintēzes produktiem.

Viens no energoietilpīgākajiem procesiem Dabā.

Tauriņzieži parādījās 60 miljonus gadus atpakaļ (Schrire et al., 2005a)

Hābera – Boša process

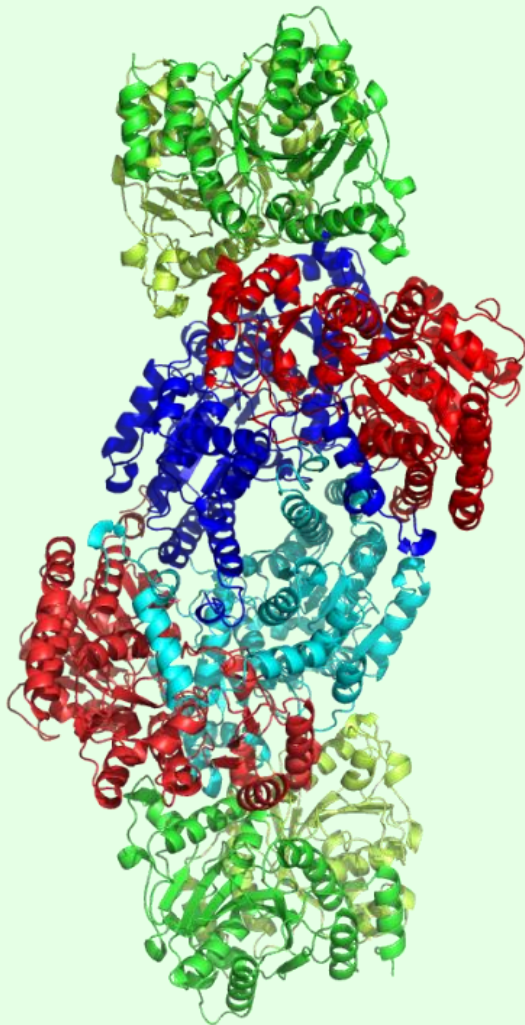
1t NH₃ ieguvei vajag 30 GJ enerģijas.

Patērē 1.4% no kopējās patērētās fosilās enerģijas

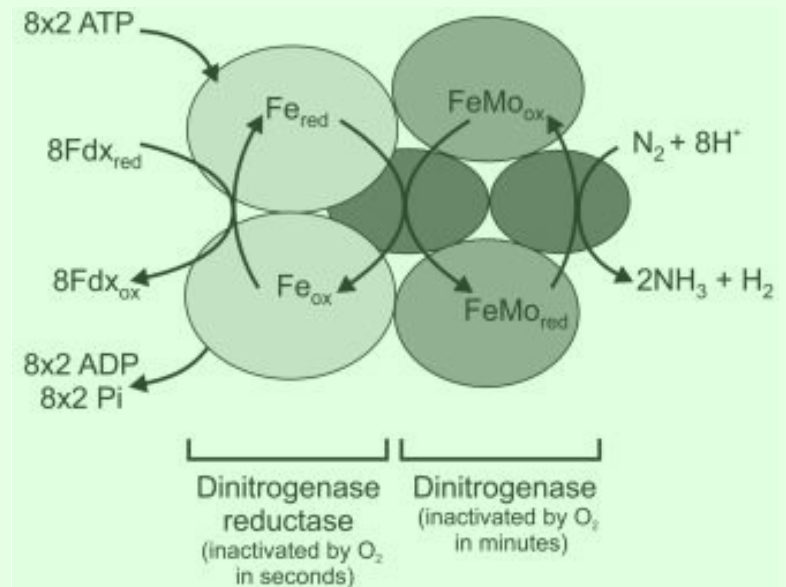
Visekonomiskākais N₂ fiksēšanai, ko modifikācijām turpina izmantot kā vienu no galvenajiem ķīmiskās rūpniecības procesiem pasaulē.

Fricis Hābers saņēma Nobela prēmiju ķīmijai 1918. gadā

Nitrogenāze

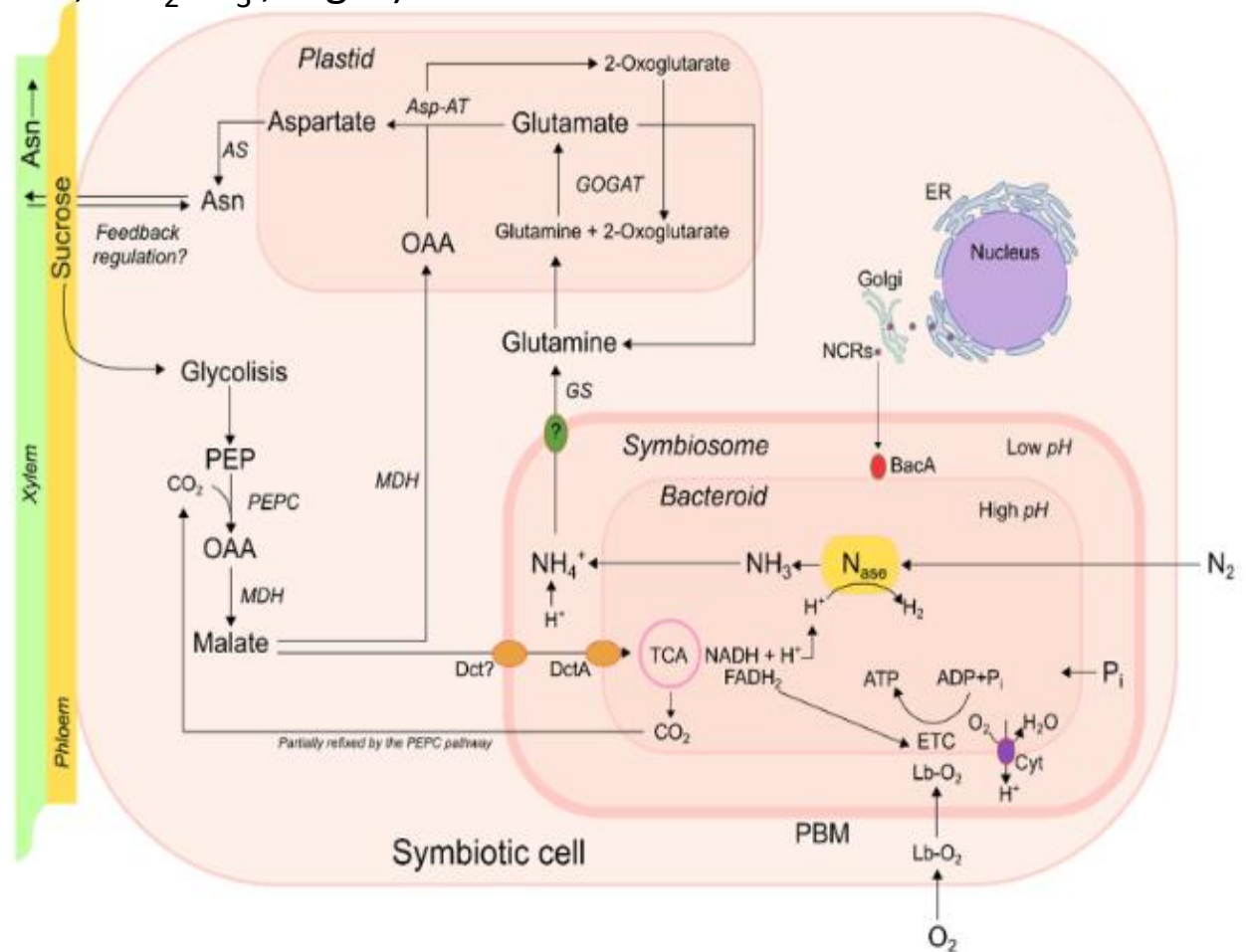


Molekulmasa 220-260 kDa.
Sastāv no sešām subvienībām.
Satur 32 Fe un 2 Mo.

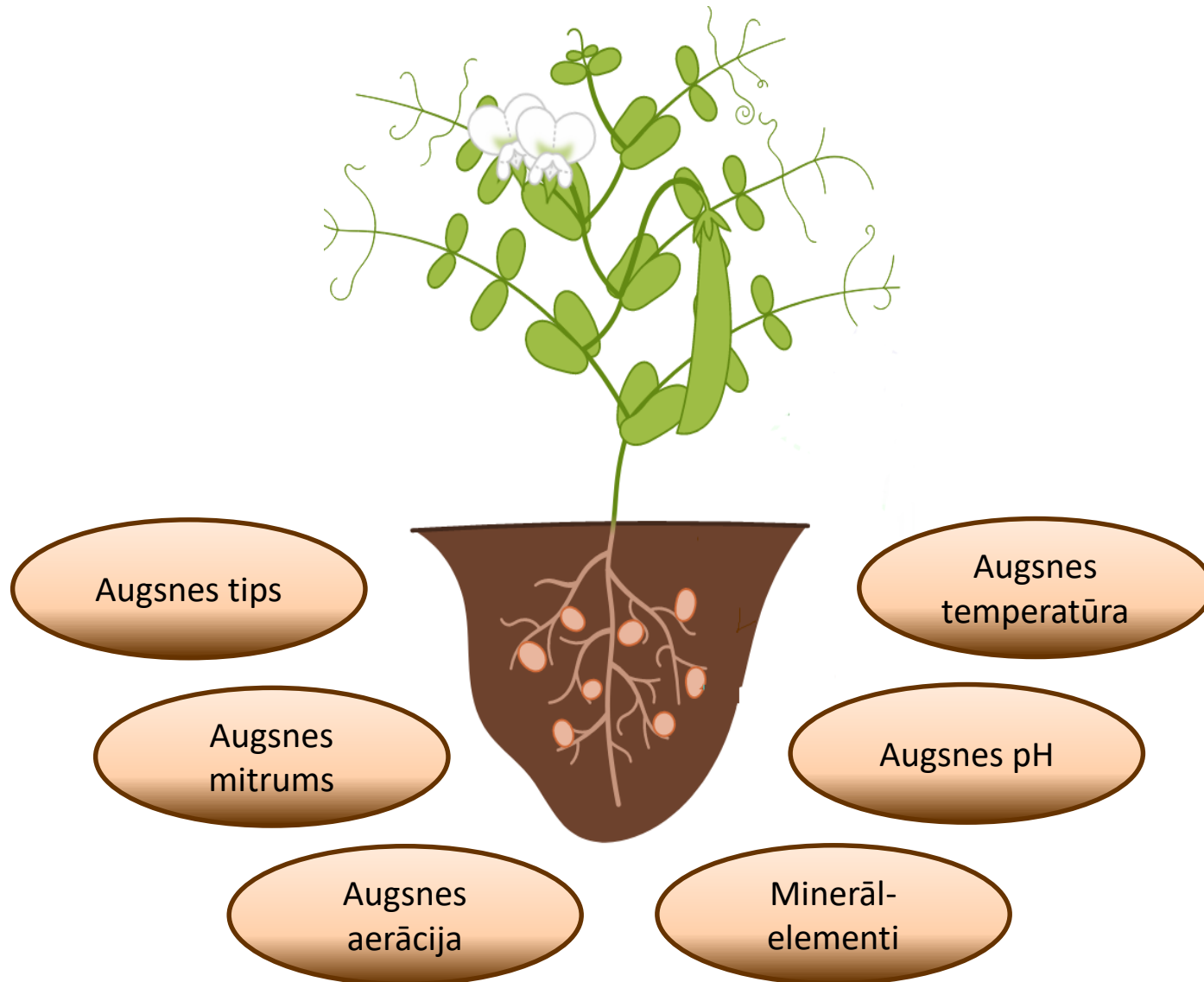


Pamatprasības slāpekļa fiksācijai

- Nitrogēnāze un hidrogēnāze
- Aizsargmehānisms pret skābekli
- Ferrodoksīns
- Ūdeņraža un elektronu donors (piruvāts vai glikoze/ saharoze)
- ATP
- Kofermenti un kofaktori (CoA, n H_2PO_3^- , Mg^{2+})
- Kobalts un molibdēns



Vides faktoru ietekme



Auga un baktēriju savstarpējā atpazīstamība
Atbilstošs gumiņbaktēriju celms



| | $g_C g_N^{-1}$ | Simbiotiski saistīts | Nitrātu redukcija |
|--------|----------------|----------------------|-------------------|
| Zirņi | | 5.9 | 6.2 |
| Galega | | 7.1 | 4.3 |
| Lupīna | | 10.2 | 8.1 |
| Vigna | | 12.3 | 3.7 |

| | mol C uz mol N, | Sausnas uzkrāšanās,% |
|------------------|-----------------|----------------------|
| Efektīvs celms | 5.9 | 100 |
| Neefektīvs celms | 9.4 | 121 |

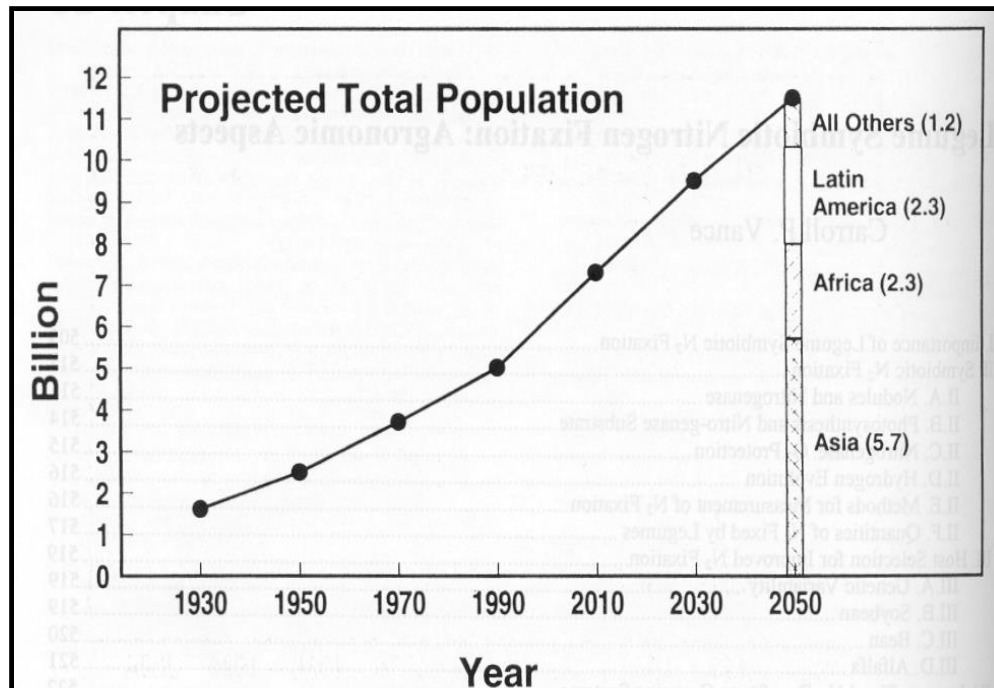


1 kg NH_3 ražošana rada 2.16 kg CO_2

- 2019. gadā pasaulē saražoja 235 miljonus tonnas NH_3
- 40–60% no pasaules pārtikas tiek ražota izmantojot minerālmēslus.
- NH_3 ražošana rada 3% no CO_2 emisijām.
- Apmēram 1.2% no saražotās enerģijas uz Zemes tiek izmantota minerālmēslu ražošanai, no kā 93% slāpekļa minerālmēsliem
- Hābera –Boša procesa efektivitāte ir 15%
- 90% no minerālā slāpekļa nenasniedz auga saknes un piesārņo gruntsūdeņus



Cilvēce grib ēst!



- Slāpeklis ir augu ražu limitējošais faktors
- Aprēķināts, ka 90% cilvēku populācijas dzīvos tropiskajā un subtropiskajā reģionā, kur pākšaugi sastāda 80% no dienas pārtikas enerģētiskās vērtības.
- 1910. g. cilvēki patērēja 10% no oglekļa, kas saistīts fotosintēzes procesā, 2030. g. plānoti 80%.

Katru gadu no atmosfēras iegūst:

- 25×10^{10} kg NH_3 bioloģiski saistot,
- 8×10^{10} kg NH_3 industriāli,
- 1×10^{10} kg NH_3 zibens spērienu laikā.

2 kg industriāli sintezētā slāpekļa
ir tikpat efektīvas kā
1 kg bioloģiski saistītā.

**Bioloģiskās slāpekļa fiksācijas ir videi draudzīga, tāpēc tā ir
ideāli piemērota ilgtspējīgai lauksaimniecībai.**



A wide-angle photograph of a vast field of flowers, likely clover, in full bloom. The flowers are a mix of light pink and white, with green foliage interspersed. The field extends to the horizon under a bright blue sky filled with scattered white clouds. In the distance, a line of trees is visible, including a prominent, dark green tree in the center. The overall scene is bright and cheerful.

Paldies par uzmanību!