



Produkčný proces poľných plodín (*Tvorba úrody*)

© prof. Ing. Vladimír Pačuta, CSc

Katedra rastlinnej výroby

Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre

Úvod

1. Ontogenéza a produkčný proces poárných plodín
2. Obilniny-pšenica, tvorba úrody
3. Repa cukrová, tvorba úrody
4. Rastlinná výroba v SR

Vývoj počtu obyvateľov na planéte Zem

Začiatok nášho letopočtu	150 miliónov
1830	1 miliarda
1930 (100 rokov)	2 miliardy
1960 (30 rokov)	3 miliardy
1978 (18 rokov)	4 miliardy
1987 (9 rokov)	5 miliard
2002 (15 rokov)	6 miliard
2012	7 miliard
2025	8 miliard

Potravinová bezpečnosť ?

(Trvalo ?) Udržitelný rozvoj



*Zem poskytuje dost' na
uspokojovanie potrieb
každého, ale nie dost'
na uspokojovanie
chamtivosti každého*

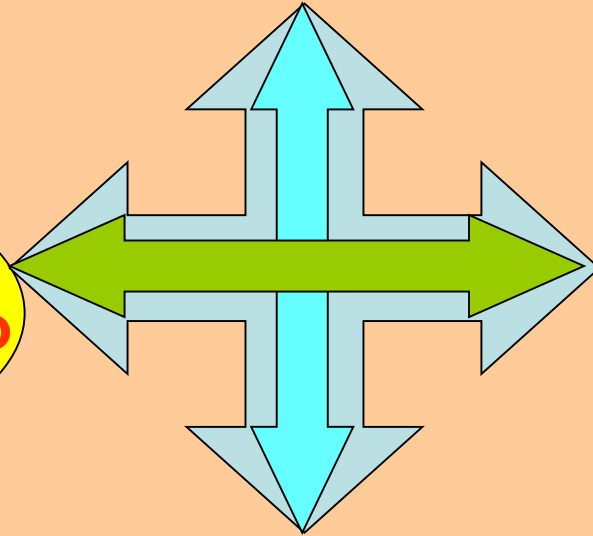
(M. Gandhi).

*20 % obyvateľov vlastní
80 % hmotného
majetku na Zemi*

Civilizácia na križovatke rozhodovania

GMO a moderné biotechnológie ?

**Intenzívne
poľnohospodárstvo**



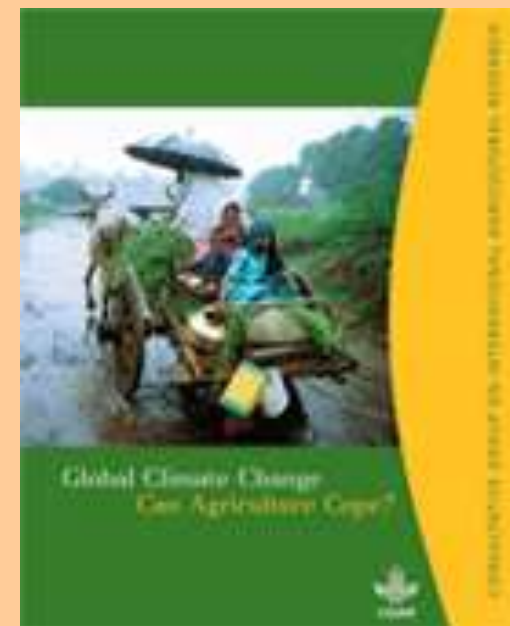
**Ekologické
poľnohospodárstvo
(Alternatívne PS)**

Tradičné agrosystémy



Čo ovplyvňuje vývoj a potenciál pestovateľských systémov?

- *Klimatická zmena*
- Rastliny (odrody)
- Technologické postupy
- Systémy obrábania pôdy



Globálna klimatická zmena.
Môže ju poľnohospodárstvo zvládnuť?

Rastlinná výroba
(rastlinná produkcia)

```
graph TD; A["Rastlinná výroba (rastlinná produkcia)"] --- B["Intenzívna RV (Konvenčná RV)"]; A --- C["Alternatívna RV"]
```

Intenzívna RV
(Konvenčná RV)

Alternatívna RV

Porovnanie IRV (KRV) a ARV

IRV (KRV)	ARV
Priorita kvantity	Priorita kvality
Ekonomická rentabilita nadriadená biologickej a ekologickej rovnováhe	Biologická a ekologická rovnováha je kladená pred požiadavku ekonomiky
Vysoko špecializovaná výroba	Mnohostranná výroba
Jednoduchý oševný postup	Peštrý oševný postup
Použitie anorganických (ľahko rozpustných) hnojív	Použitie organických (pomaly rozpustných) hnojív
Použitie agrochemikálií a regulátorov rastu	Pestovateľský systém reguluje výskyt škodlivých činiteľov

Zmeny potrebné k dosiahnutiu udržateľnosti v rastlinnej produkcii a v poľnohospodárskom využívaní pôdy

1. Zmeny v **obrábaní pôdy**
2. Zmeny v prístupe k **výžive a hnojeniu** rastlín
3. Zmeny v prístupe k **používaniu pesticídov**
4. **Zúrodňovanie pôdy** a zmeny v **spôsobe jej využívania**

Obrábanie pôdy

- *Environmentálne aspekty*
- Zlepšenie chemických, biologických a fyzikálnych vlastností pôdy
- Menšia erózia
- Redukcia zhutnenia pôdy
- Zníženie emisií skleníkových plynov
- Lepší vodný režim v pôde
- Zvyšovanie biodiverzity

- *Na Slovensku používame v súčasnosti triedenie pestovateľských technológií zaužívané v USA. Zohľadňujeme pri ňom objem rastlinných zvyškov, alebo percento pôdy, ktoré je nimi pokryté po sejbe plodiny.*
- **Konvenčné (klasické)** - väčšinou s orbou: rastlinné zvyšky po sejbe pokrývajú **0-15% povrchu pôdy.**
- **Redukované obrábanie (minimalizácia)** s využitím kypričov, alebo technológií, pri ktorých je obrábanie pôdy spojené so sejbou s predchádzajúcou plytkou kultiváciou. Povrch pôdy po sejbe je pokrytý na **15 - 30%.**
- **Pôdoochranné technológie** zanechávajú pôdu pokrytú na **viac ako 30%**

- **Pôdoochranné technológie** zanechávajú pôdu pokrytú na viac ako **30%**

- **Sejba do neobrobenej pôdy (No - till)**

- **Nastielacia technológia (Mulch – till)**

Po sejbe špeciálnymi sejačkami zostáva **30 - 60 %** povrchu pôdy pokrytých rastlinnými zvyškami.

- **Techechnológia sejby do hrobkov (Ridge - till)**

ide o technológiu bez základného obrábania pôdy. Osivo (kukurica, sója) sa seje do tej istej hrobličky (riadku) ako v predchádzajúcom roku.

Medziriadok sa ošetruje plečkami a pri poslednom plečkovaní sa rastliny ohnú. Zvyšky rastlín sa zrezané nechávajú na povrchu pôdy. Po sejbe zostáva **40 - 70 %** povrchu pôdy pokrytých

rastlinnými zvyškami.

- **Pásové obrábanie pôdy (Strip - till)**

pôda sa pred sejbou neobrába. Seje sa do neobrobenej pôdy. V priebehu vegetačného obdobia sa pôda podľa potreby mechanicky obrába v úzkych pásoch.

Ontogenéza a produkčný proces poľných plodín



Ontogenéza

Je to individuálny vývoj organizmu.

Je charakterizovaný: **rastom** a **diferenciáciou** (buniek).

! Rast: *nevratné pribúdanie hmoty spojené s činnosťou živej protoplazmy.*

! Diferenciácia (buniek): *štrukturálne zmeny organizmu, t.j. tvorba jednotlivých pletív a orgánov rastlinného tela (z meristemických buniek sa tvoria bunky špecializované).*

Vývoj: časová následnosť rastových a diferenciačných zmien.

Individuálny vývoj: komplexné zmeny prebiehajúce v individuálnom organizme od jeho vzniku do jeho zániku.

Základná charakteristika vývoja

- Vývoj sa navonok prejavuje morfológickými zmenami od ktorých sú odvodené kritéria jeho hodnotenia pre rastliny v praxi: **fenologické fázy** (makro a mikrofenológia).
- Ak berieme do úvahy *morfológické kritéria vývoja* (*fenologické fázy*) a *fyziológické stavy*, môžeme vývoj rozdeliť do **4 období (etáp)**:
 1. embrionálne
 2. juvenilné (*vegetatívne*)
 3. zrelosť (*generatívne*)
 4. starnutie

1. **Embrionálne obdobie:** obdobie od vzniku zygoty do sformovania embria
2. **Juvenilné (vegetatívne) obdobie:** od klíčenia semien po vytvorenie vegetatívnych orgánov. **Rastlina nie je schopná prejsť do reprodukčnej fázy rastu**

***Regulácia prechodu rastlín do reprodukčného obdobia rastu
(regullačné systémy, kvalitatívne zmeny)***

3. **Zrelosť:** tvorba generatívnych orgánov (kvet, plod), rastlina prechádza do reprodukčnej fázy
4. **Stárnutie:** etapa zániku organizmu

Regulácia prechodu rastlín do reprodukčného obdobia rastu

*Prechod rastliny z vegetatívnej do generatívnej fázy rastu je najvýznamnejšia vývojová **(kvalitatívna)** zmena.*

Je podmienená:

jarovizáciou a fotoperiodickou indukciou

Jarovizácia: dlhodobé pôsobenie nízkych teplôt na rastlinu, ktoré buď bezprostredne vyvoláva iniciáciu kvetov alebo (častejšie) podmieňuje citlivosť rastlín k fotoperiodickému signálu kvitnutia

Nízkym teplotám musí byť vystavený hlavne apikálny meristém a pletivá, ktoré ho obklopujú.

Ozimná forma pšenice: 1-2 mesiace, 0 – 8 °C

Pri jarých formách: 1 – 3 týždne, 8 – 15 °C.

Teplota nad + 25 °C inhibuje jarovizáciu
(dejarovizácia)

Doposiaľ neexistuje všeobecný fyziologický výklad tohto javu.

Je vysvetlený ako vyvolávanie rastových zmien apikálneho meristému chladom, zmenami architektúry a zloženia membrán a ovplyvňovaním syntézy giberelínov

Fotoperiodická indukcia

Rastliny delíme na fotoperiodicky citlivé a neutrálne

Fotoperiodicky citlivé sa delia na:

- a) Rastliny **krátkeho dňa** (menej ako 12 h. - kukurica, proso, sója, topinambur)
- b) Rastliny **dlhého dňa** (nad 12 h. - väčšina obilnín, strukoviny, repa, zemiak)

Spektrum denného svetla :

Viditeľné svetelné žiarenie – (400 – 750 nm) – tvorí **48%** z celkového množstva slnečného žiarenia. Je pre rastliny najdôležitejšie.

Má význam ako zdroj svetla, teda najmä pri fotosyntéze a pri vývine rastlín.

Má podľa svojich vlnových dĺžok rôzne sfarbenie a tvorí spektrum denného svetla (fialová, modrá, zelená, žltá, oranžová, červená farba).



- **Rast** sa môže realizovať:

a/ zväčšovaním počtu buniek (delenie buniek)

b/ zväčšovaním objemu buniek

Rastové a diferenciačné zmeny podliehajú *regulačnému vplyvu podmienok prostredia* (najdôležitejšie sú **žiarenie** a **teplota**)

Aby tieto zmeny neprebiehali chaoticky ale koordinovane (*aby sa rastlina vyvíjala harmonicky*) sú nutné určité **systemy vnútornej regulácie.**

Najznámejšie u rastlín sú: **prirodzené regulátory rastu** (*fytohormóny*): **auxiny, cytokininy, gibbereliny, kyselina abscisová, etylen**

A photograph of a field of blue flowers, likely flax, with a central text box. The flowers are in various stages of bloom, and the background is a dense field of similar plants.

Produkčný proces

poľných plodín
(*všeobecné informácie*)

Pojmy:

▶ **produkčný systém**

▶ **produkčný proces**

Produkčný systém: je porast poľných plodín (umelo vytvorený), ktorý tvorí **počet jedincov na ploche** (základný prvok úrody).

Produkčný proces je integrujúcim procesom: fotosyntézy, dýchania, morfogénézy rastu a veľkosti LAI.

V poraste dochádza ku **konkurencii, antagonizmu alebo synergizmu** medzi rastlinami, resp. burinami, mikroorganizmami, chorobami, škodcami a faktormi prostredia.

Existujú v ňom (v poraste) procesy:

autoregulácie
a
kompensácie

Realizujú sa počas životného
cyklu (ontogenézy)

Produkčný proces:

je integrujúcim procesom:

- **fotosyntézy** • **dýchania** • **morfogenézy rastu**
- **veľkosti LAI.**

Fotosyntéza má primárnu úlohu v produkčnom procese.

- V procese fotosyntézy sa vytvárajú **organické látky - asimiláty**, v ktorých je transformovaná slnečná energia.

Dýchanie v tomto procese **zásobuje energiou** dôležité fyziologické a biochemické pochody, spojené s udržiavaním živých (funkčných) štruktúr a tvorbou nových štruktúr.

Dýchanie

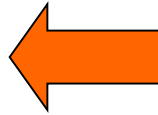
- Je to súbor procesov, pri ktorých sa rozkladom organických látok (hlavne sacharidov) vytvára zlúčenina ATP (*adenozintrifosfat, zdroj energie*) a redukčný ekvivalent $\text{NADPH} + \text{H}^+$.
- Pritom sa redukuje kyslík na vodu a uvolňuje sa oxid uhličitý (CO_2).

The energy cascade

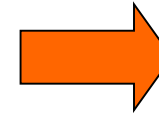


Solar energy

Heat
dissipation



Chlorophyll



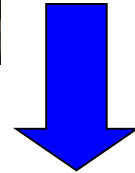
Absorption
fluorescens

Energy conservation

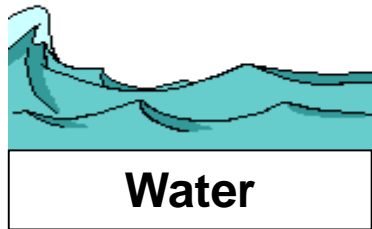


Reaction
centre

*Electron transport
Metabolism*



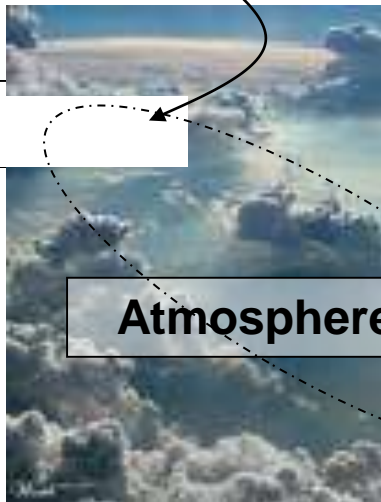
**Biological Activity,
Growth, Biomass**



Water



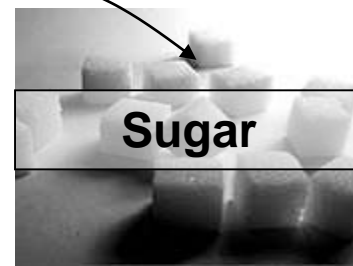
Oxygen



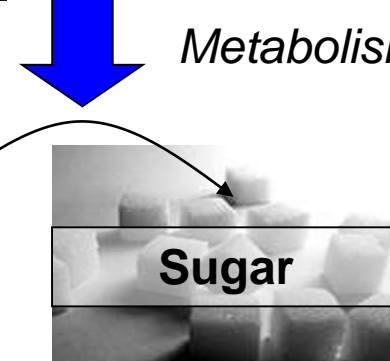
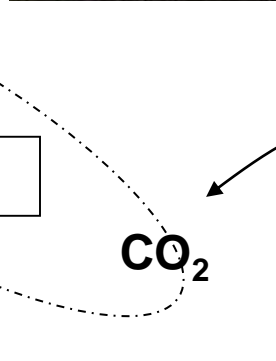
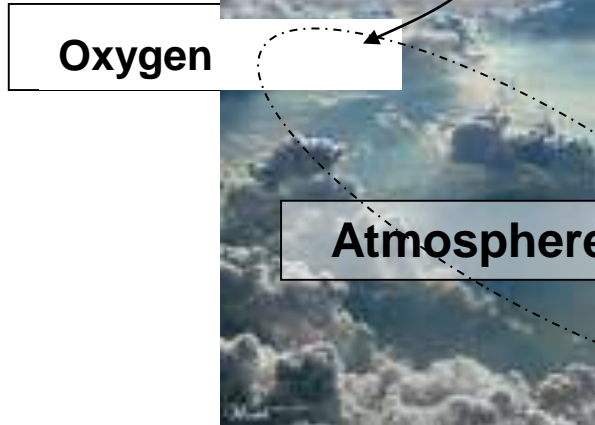
Atmosphere



CO₂



Sugar



Hromadenie asimilátov závisí od vzájomných vzťahov medzi:

▶ rýchlosťou fotosyntézy (*tvorba asimilátov* – zdroj / source)

▶ ich využívania, spotrebou na dýchanie a rast (**akceptor / sink**)

Základ tvorby úrody tvorí:

***Teória fotosyntetickej
produktivity***

Rýchlosť celkovej (hrubej) fotosyntézy listu (P_{gL}) závisí od:

- ▶ množstva absorbovaného FAR (I_a),
- ▶ koncentrácie CO_2 vo vzduchu (C),
- ▶ teploty listu (T),
- ▶ vodného potenciálu (Ψ_w)
- ▶ koncentrácie minerálnych živín v liste

- Rýchlosť čistej fotosyntézy listu (PNL) možno vyjadriť vzťahom:

$$PNL = PgL - RL$$

Kde:

- (PgL) rýchlosť celkovej (hrubej) fotosyntézy listu
- (RL) rýchlosť celkového dýchania listu

Rýchlosť fotosyntézy sa vyjadruje:

prírastkom sušiny alebo spotrebou
 CO_2

- *na jednotku veľkosti listovej plochy,*
- *celkovú asimilačnú plochu porastu,*
- *na m^2 pôdy.*

- Vzťah medzi rýchlosťou čistej fotosyntézy a koncentráciou CO_2 (má nelineárny tvar krivky fotosyntézy) sa označuje ako:

**svetelná krivka fotosyntézy (SK)
alebo CO_2 krivka**

V tme fotosyntéza neprebíha ale dochádza k výdaju CO_2 .

Rýchlosť čistej fotosyntézy porastu je ovplyvňovaná:

- jeho hustotou,
- rozmiestnením rastlín na ploche,
- veľkosťou listovej plochy a jej časovo priestorovými charakteristikami,
- vertikálnou štruktúrou,
- postavením listov,
- architektúrou listového zápoja,
- medzidruhovou a vnútrodruhovou konkurenciou.

Rýchlosť celkového dýchania

- Rast a produktivita okrem PN (fotosyntézy) porastu závisia aj od **celkového dýchania (R)** rastliny a porastu.

Analýzou strát dýchacieho substrátu došlo k rozdeleniu dýchania na:

- ▶ ***rastové dýchanie***: straty spojené s rastom (growth respiration) - R_g
- ▶ ***udržiavacie dýchanie***: straty spojené s udržiavaním biomasy (maintenance respiration) - R_m .

$$\text{Platí vzťah: } R = R_g + R_m$$

- *Po ukončení rastu* (keď je v poraste nahromadené veľké množstvo biomasy) je rozhodujúce **udržiavacie dýchanie.**
- Jeho aktivitu významne ovplyvňujú:
 - *teplota,*
 - *svetlo,*
 - CO_2 ,
 - *voda,*
 - *minerálne živiny*

Kompenzačný bod

Nulový stav, t.j.:

to čo sa *vyprodukuje* v procese fotosyntézy sa *spotrebuje* v procese dýchania

C3 a C4 rastliny

- Na základe spôsobu fotosyntetickej fixácie CO_2 a prvých stabilných produktov tejto fixácie sú rastliny rozdelené do dvoch typov: C3 a C4

C3: *kyselina fosfoglycerová* (3 atomy C)

C4: *oxaloacetát* (4 atomy C)

- Svetelné krivky fotosyntézy majú rozdielny priebeh u C_3 a C_4 rastlín.
- **Pri C_3 type** rastlín architektúra porastu menej vplyvá na efektívnosť využitia žiarenia. Častejšie **trpia stresom**, v dôsledku toho vytvárajú **menšiu listovú plochu**, čo zapríčiňuje **nižšiu absorpciu žiarenia**, s **nižšou účinnosťou jeho využitia**.
- **Typy C_4** rastlín sú **ekologicky prispôsobené na suchšie, aridnejšie podmienky s vyššími teplotami** a **efektívnejším využívaním vyšších príkonov žiarenia**.

K C3 rastlinám patria: väčšina plodín pestovaných na ornej pôde, stále predstavujú až 95 % zemskej rastlinnej biomasy

K C4 rastlinám patria:

Proso - *Panicum sp.*

Mohár - *Setaria italica*

Cirok - *Sorghum sp.*

Láskavec (*Amaranthus sp.*)

Kukurica siata - *Zea mays*

Trstina cukrová - *Sacharum officinarum*

Charakteristiky rastlín s rozdielnym typom fixácie CO₂

Fyziologické charakteristiky	C3	C4
Fotorespirácia (dýchanie na svetle)	vysoká	nízka
Podiel' fotorespirácie na P _N (fotosyntéze)	35%	0-6%
Efektívnosť využitia energie pri -slabom ožiarení -silnom ožiarení	4,7 % 1,2 %	4,0 % 3,4 %
Transport asimilátov	pomalý	rýchly
Kompenzačný bod CO ₂ (nulový stav)	40-60μl.l ⁻¹	5μl.l ⁻¹
Transpiračný koeficient	500	250
Chlorofyl a:b	2,8 ± 0,35	3,9 ± 0,6
Temnostné dýchanie	rovnaké	rovnaké
Teplotné optimum pre fotosyntézu	18 – 25 °C	28 – 32 °C

Vel'kost' listovej plochy

LAI

Index listovej pokrývnosti a jeho optimálne hodnoty (LAI)

Vzt'ah medzi listovou plochou porastu (A) a plochou pôdy, ktorá tomuto porastu pripadá (P) sa nazýva index listovej pokrývnosti LAI.

- Pri hodnote LAI 2 porast má *na 1 m² pôdy vytvorené 2 m² listovej plochy*
- *Hodnoty LAI sa najľahšie regulujú hustotou porastu, vyjadrenou počtom rastlín na jednotku plochy. Počiatočnú hustotu porastu regulujeme hustotou sejby alebo výsadby.*

- Od veľkosti LAI závisí absorbcia žiarenia v poraste.
- Zvyšovaním veľkosti indexu listovej pokrývnosti (LAI), zvyšuje sa aj množstvo absorbovaného žiarenia.
- Porast po dosiahnutí **LAI 4 až 6 m² .m⁻²** absorbuje 70 až 80% dopadajúceho žiarenia na jeho vrchnú časť.
- *Ďalšie zvyšovanie veľkosti listovej plochy už podstatne nezvyšuje množstvo absorbovaného žiarenia.*

Optimálna hodnota veľkosti LAI závisí:

- *od druhu pestovanej plodiny,*
- *od agroekologických podmienok (hustota toku žiarenia, teplota, voda, úrodnosť pôdy),*
- *od pestovateľských podmienok.*

Jeho hodnota v poraste väčšiny poľných plodín sa pohybuje v intervale

od 4 do 6 m².m⁻²

Source / Sink

/ vzťahy /

Výsledná úroda je určená komplexom troch fyziologických procesov:

- produkciou asimilátov, t.j. veľkosťou a aktivitou aparátu, ktorý produkuje asimiláty (**source**, zdroj, producent)
- kapacitou, t.j. počtom, veľkosťou a aktivitou zásobných orgánov ukladajúcich asimiláty (**sink**, akceptor, konzument)
- rýchlosťou transportu asimilátov od zdroja k akceptoru (**source – sink**).

(Každý z týchto procesov môže rovnocenne ovplyvniť konečnú produkciu)

Source / Sink

- Všeobecne platí:
tok asimilátov (produktov fotosyntézy)
smeruje zo **zdroja (source, napr. list)** do
**akceptora (sink, napr. rastový vrchol,
kvet, plod, koreň)**.

**Presun asimilátov (napr. cukrov, aminokyselín,
amidov) sa realizuje v špecializovanom pletive -
floéme**

Spätno-väzbová regulácia

Medzi zdrojom a akceptorom existujú úzke vzťahy: *spätno - väzbová regulácia*, prostredníctvom ktorej sa uskutočňuje vzájomná *koordinácia činnosti jednotlivých orgánov.*

Source / Sink

Spätno - väzbová regulácia

je realizovaná prostredníctvom rôznych fyziologických pochodov ako sú:

- *difúzne odpory pre CO₂,*
- *aktivita karboxylačných enzýmov,*
- *absorpcia energie,*
- *mechanizmus transportu cez membrány chloroplastu,*
- *mechanizmus floémového transportu a iné.*

- Pre vyjadrenie **mohutnosti zdroja asimilátov** je zavedený termín **sila zdroja**, alebo **potenciálna kapacita zdroja**.
- **Sila akceptora** alebo **potenciálna kapacita (sinku)** je daná:
*súčinom **veľkosti** akceptora a jeho **aktivity** (ako **intenzity**, tak **dĺžky jej trvania**),*

Podľa spôsobu **utilizácie asimilátov** rozlišujeme:

- ▶ ***rastový typ*** konzumenta (**sinku**)- asimiláty sa využívajú v raste, napr. koreňový vrchol, rašiaci list, výhonok, delivý meristém,
- ▶ ***akumulačný typ*** konzumenta (**sinku**)- asimiláty sa hromadia do zásoby, napr. semeno, plod, buľva, hľuza a pod.
- ▶ prechodný ***rastovo - akumulačný*** typ (napr. mladý plod)



**Biologická, úroda,
hospodárska úroda,
zberový index**

Biologická úroda

Biologická úroda (BÚ)
vyjadruje celkové množstvo
vyprodukovanej suchej hmoty.

Biologická úroda

Biologickú úrodu (BÚ) určujú vzťahy medzi:

- produkciou asimilátov (PA),
- ich transportom (TA),
- dýchaním (R),
- rezervou (RA) vo fonde asimilátov (FA).

Hospodárska úroda

Hospodárska úroda (HÚ) je úroda niektorého orgánu, ktorý tvorí len časť vyprodukovanej hmoty a zberáme ho ako hospodársky významnú biomasu:

semená, plody, hl'uzy, bul'vy atd'.

Zberový index (ZI)

- Výsledkom transportu, distribúcie a akumulácie asimilátov na konci vegetácie je určitá hodnota podielu hmotnosti sušiny hospodársky cennej k celkovej sušine.

Tento podiel sa nazýva:

Zberový index (ZI) / (*Harvest Index*)

Zberový index (ZI)

- Pomer medzi HÚ a BÚ vyjadrujeme zberovým indexom (ZI).
- Medzi HÚ, BÚ a ZI platí vzťah:

$$\text{ZI} = \text{HÚ} / \text{BÚ}$$

Zberový index (ZI)

- Zberové indexy porastov vybraných plodín:
- *obilniny* : **0,35 - 0,50**
- *kukurica*: **0,30 do 0,60**
- *bôb*: 0,30 - 0,60
- *cukrová a krmna repa*: **0,5 - 0,9.**
- *krmoviny, silážna kukurica, trávne porasty*: 1,0
(zberá celá biologická úroda ako hospodárska)

Zberový index (ZI)

Hodnoty ZI vybraných druhov plodín

Botanický druh	Krajina	ZI
<i>Triticum aestivum</i>	UK	0,43 – 0,54
	USA	0,31 – 0,51
	Kanada	0,38 - 0,41
	Austrália	0,37 – 0,47
<i>Hordeum vulgare</i>	UK	0,43 – 0,63
	Kanada	0,33 – 0,49
<i>Triticosecale</i>	UK	0,45 – 0,47
<i>Zea mays</i>	USA	0,42 – 0,49
	Kanada	0,47 – 0,57

Zberový index (ZI)

Hodnoty ZI vybraných druhov plodín


Botanický druh	Krajina	ZI
Oriza sativa	Filipíny	0,55 – 0,62
	India	0,35 – 0,59
Glycine max	USA	0,35 – 0,53
<i>Cicer arietinum</i>	Austrália	0,28 – 0,36
<i>Brasica napus</i> (convar. napus)	Nemecko	0,22 – 0,38
Solanum tuberosum	Kanada	0,47 – 0,62

Vzťahy medzi HÚ, BÚ a ZI

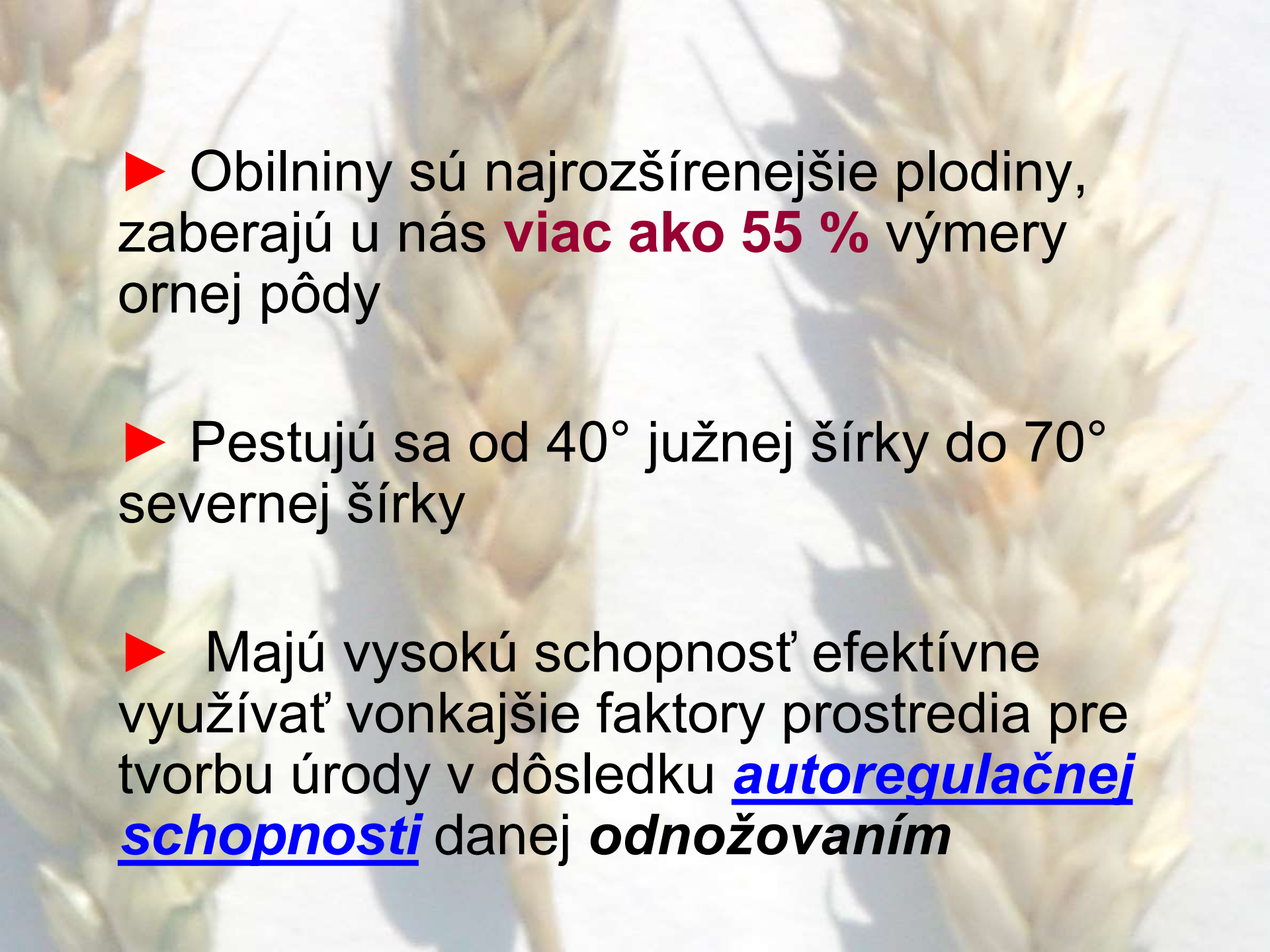
- vysoká BÚ a HÚ pri nezmenenom ZI,
- vysoká BÚ a nízka HÚ, znižujú sa hodnoty ZI
- **nízka BÚ a vysoká HÚ, ZI sa zvyšuje,**
- nízka BÚ a HÚ, zberový index sa nemení.

Vzťahy medzi HÚ, BÚ a ZI

- Popísané vzťahy sa menili v procese tvorby nových odrôd a zohľadňujú sa aj dnes. (Např. ZI pri hybridoch kukurice kolísal v rozmedzí 0,19÷0,55).
- Veľmi často sa môže vyskytnúť genotyp s vysokým ZI, ale nízkou hospodárskou úrodou, čo nie je optimálny trend.
- Požiadavka na nové odrody: ***nižšia biologická úroda bez zmeny hospodárskej úrody, pričom by sa zvýšil významne ZI.***

A close-up photograph of several wheat spikes, showing the golden-brown grains and the structure of the panicle. The spikes are arranged in a row, with some in sharp focus and others blurred in the background. The lighting is bright, creating soft shadows on a light-colored surface.

Obilniny - pšenica

- 
- ▶ Obilniny sú najrozšírenejšie plodiny, zaberajú u nás **viac ako 55 %** výmery ornej pôdy
 - ▶ Pestujú sa od 40° južnej šírky do 70° severnej šírky
 - ▶ Majú vysokú schopnosť efektívne využívať vonkajšie faktory prostredia pre tvorbu úrody v dôsledku autoregulačnej schopnosti danej **odnožovaním**

Botanická a biologická charakteristika pšenice

Najviac pestované druhy pšenice

Pšenica letná forma ozimná a jarná (*Triticum aestivum* L.)

Pšenica tvrdá (*Triticum durum* L.)

Pšenica špaldova (*Triticum spelta* L.)

Požiadavky na teplo v priebehu rastu

- najnižšia teplota potrebná na *klíčenie* je **3 - 4 °C**
- znáša mrazy do **- 20 °C**,
- v období *vzchádzania* a *odnožovania* potrebuje **12 - 14 °C**,
- na prechode z jesene do zimy najlepšie **10 – 12 °C**, ktoré môžu v noci poklesnúť až na **0 °C**,
- na jar vyžaduje **12 - 15 °C**; vo fáze *steblovania*, max. do **25°C**,
- v období *klasenia* **18 - 20 °C**,
- vo fáze *dozrievania* najpriaznivejšie pôsobia teploty **22 – 25 °C**,
- *celková* \sum *teplôt* je **2 563 - 3 078 °C** !



Požiadavky na pôdu

- najlepšie jej vyhovujú pôdy: *hlinité, ílovitohlinité až ílovité* s *pH od 6,2 do 7,2*,
- pôdny typ - *najvhodnejšie*: **černozeme, hnedozeme na sprašiach a sprašových hlinách aj ilimerizované, lužné pôdy (čiernice), nivné pôdy**,
- **nevhodné sú**: veľmi ľahké, piesočnaté, kyslé pôdy s pH pod 5,5 bez vápnenia, kde je hladina spodnej vody nad 1,1 m,
nevhodné sú aj pôdy s obsahom skeletu nad 25 %, plytké pôdy, zamokrené, rašelinové.

Požiadavky na vodu

- optimálny úhrn zrážok „sejba - zber“
320 - 360 mm,
- na 1 kg zrna je potreba vody **550 l (TK),**
- najväčšia spotreba: **steblovanie - tvorba zrna**
(koniec apríla - začiatok júna).



Rast a vývin obilnín

- ▶ Formovanie vysoko produktívneho porastu obilnín sa viac ako u iných plodín realizuje prostredníctvom **veľkého počtu parametrov určujúcich** biologickú (BÚ) a hospodársku úrodu (HÚ).

Hospodársku úrodu obilnín tvorí:

- **počet klasov na jednotku plochy** je daný počtom rastlín a počtom plodných (produktívnych) stebiel (odnoží),
- **počet zrn v klase** je určený počtom kláskov a počtom plodných kvietkov v klase,
- **hmotnosť zrna z klasu**,
- **Hmotnosť 1000 zrn** (HTZ).

- Parametre úrody v priebehu ontogenézy sa tvoria postupne a na seba nadväzujú.
- Majú fázy:
 - zakladania,**
 - rýchleho zväčšovania,**
 - maximálnej úrovne,**
 - kvantitatívnej redukcie.**

Časová následnosť týchto fáz s ohľadom na konkurenčné vzťahy umožňuje ich kvantitatívnu **kompensáciu a autoreguláciu**, tým aj určitú stabilitu hospodárskej úrody.

Dôležitým indikátorom hospodárskej úrody zrna (aj akumuláčnej kapacity klasu) je počet zrn na jednotke plochy.

Dobrý akumuláčny potenciál je 15 000 zrn/m² s HTZ 45 g a viac.

Slabý akumuláčny potenciál je 11 000 zrn/m² a menej s HTZ 35 g a menej.

- Kombinácia viac ako 15 000 zrn/m² a menej ako 35 g (zahorenie zrna, choroby, deficit N) a opačne menej ako 11 000 zrn/m² a viac ako 45 g nedostatočné odnožovanie (riedky porast) predstavujú dôležité parametre pre riadenie produkčného procesu obilnín.

Z hľadiska regulácie tvorby HÚ je potrebný pre každú jej úroveň *správny pomer* medzi mohutnosťou a výkonnosťou produkčného procesu porastu ako producenta asimilátov (LAI, LAD, NAR, CGR) a veľkosťou akumuláčného potenciálu charakterizovaného počtom zrn na ploche, HTZ a ZI.

ONTOGENÉZA obilnín

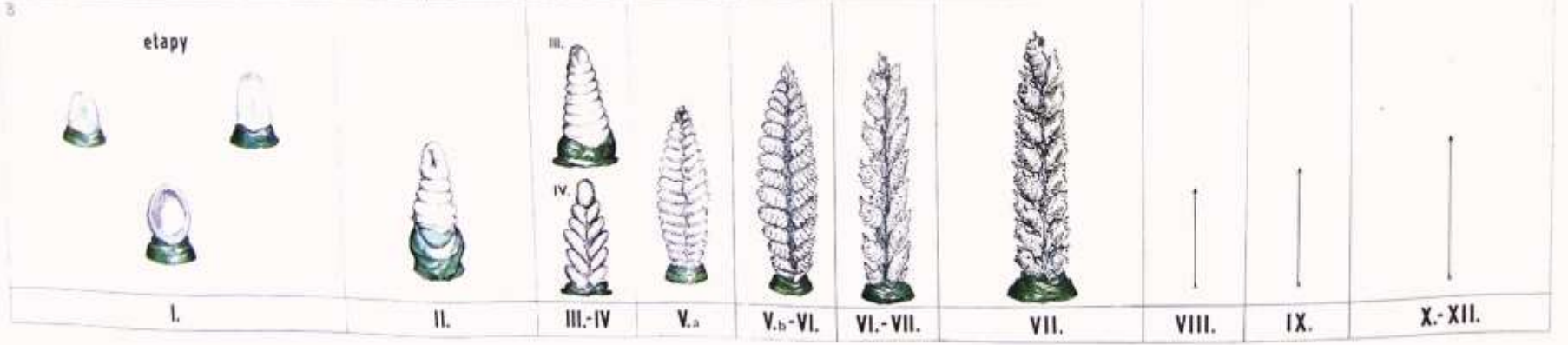
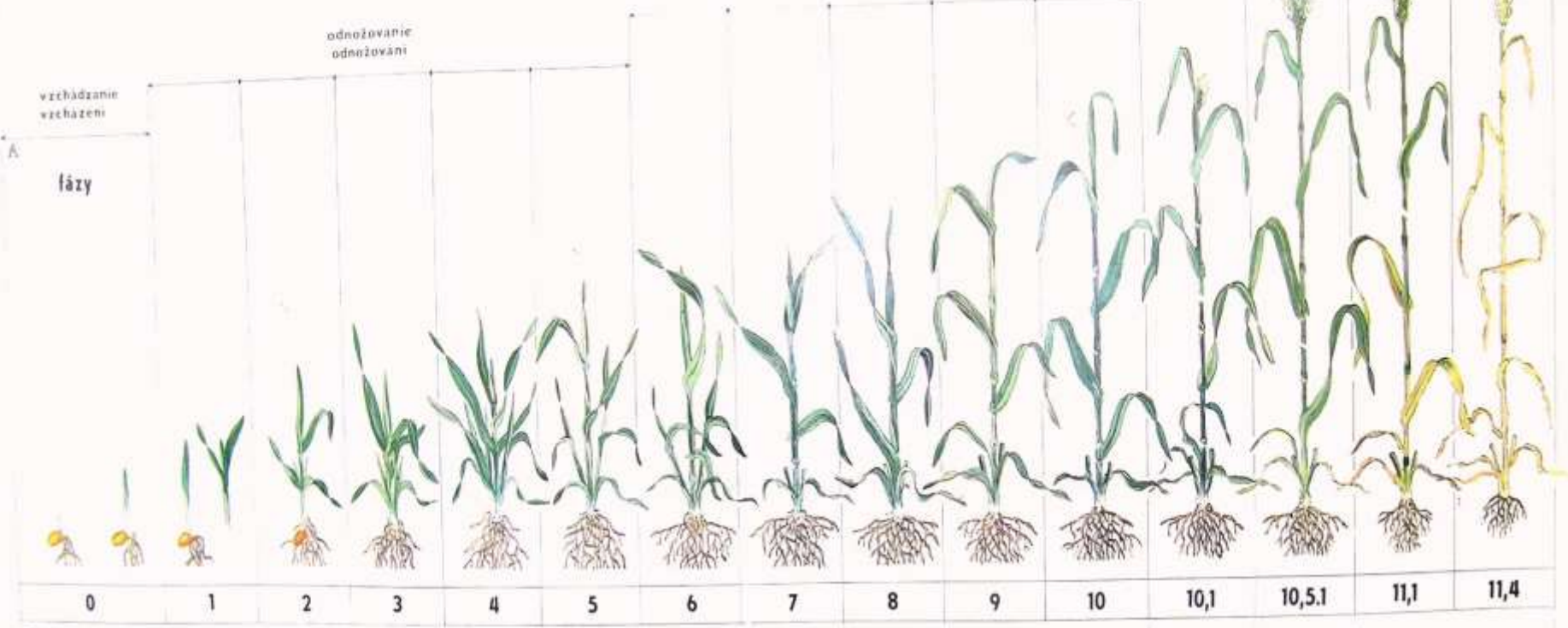
Rast a vývin

Indikátorom rastových zmien sú **fenologické fázy rastu**, charakterizované typickými **morfológickými zmenami** príslušného druhu a časovým obdobím, v ktorom prebiehajú.

RASTOVÉ FÁZY A ORGANOGENÉZA PŠENICE

A, WAKOŠENĽODKA - KOŠKA - PŠENICA
 B, WAKOŠENĽODKA - KOŠKA - KVEČENČEK

zrelosť
zralosť



Rastová fáza - klíčenie a vzchádzanie

- rast novej rastliny začína klíčéním, ktorému predchádza napučíavanie,

- na klíčenie je potrebných minimálne **50 - 60 % H₂O** hmotnosti suchého zrna,

enzýmy: najskôr v klíčku a potom v ďalších častiach zrna

rozkladajú zložité zásobné látky na jednoduchšie, ktoré sú privádzané pomocou šítka z *endospermu* do klíčka,

zrno môže klíčiť až po ukončení dormancie tzv. pozberového dozrievania (schopnosť klíčenia už v mliečnej zrelosti, dokonale klíčivé vo fyziologickej zrelosti), pri klíčení zrna vyrastajú najskôr

zárodočné korene a chránený prvý klíčny list, ktorý preráža povrch pôdy - rastlina vzchádza.



Rastová fáza - odnožovanie

- odnožovanie je tvorba vedľajších stebiel,
- významný prvok **autoregulácie** porastu,
- časť rastliny, z ktorej sa vytvárajú odnože sa nazýva **odnožovacie kolienko (uzol)** - z odnožovacieho kolienka hlavného stebľa sa vytvárajú odnože I. poradia, z ich kolienok vznikajú odnože II. poradia, resp. III. poradia atď.,
- každá odnož má vlastný vegetačný vrchol, koreňovú sústavu, listy, steblo a klas.

V poľných podmienkach sa na 1 rastline vytvorí v priemere **2 – 5 plodných odnoží**, **z toho do zimy 2 – 3** - optimálne. Vyvinutý porast obilnín I. skupiny má **700 – 1100 ks/m²** produktívnych stebiel.



Rastová fáza - steblovanie

- **objavenie prvého kolienka** hlavného stebľa nad povrchom pôdy,
- prechod rastlín z vegetatívneho obdobia do generatívneho a **(nástup IV. etapy organogenézy)**,
- prejavuje sa **predlžovaním článkov stebľa** (internódií), ktoré spôsobujú intenzívne delenie buniek na báze každého článku,
- úplne vyvinuté steblo: **4 – 6 internódií**,
- porast potrebuje: dostatok vlahy, živín a nižšie teploty, **produkčná dávka dusíkatého hnojenia.**

Rastová fáza - klasenie a kvitnutie

- **klasenie (metlenie)** nastáva po uvoľnení klasu (metliny) z listovej pošvy posledného listu,
- najskôr klasí hlavné steblo, po ňom postupne ďalšie odnože,
- pre optimálny priebeh sú žiaduce **nižšie teploty (18 - 20 °C)** a **dostatok vlahy**. Príliš vysoké teploty a sucho môžu byť príčinou nevykласenia,
- po vykласení začína **kvitnutie**, u niektorých plodín ešte pred vykласením (jačmeň) a u niektorých až po vykласení (raž),
- podľa povahy kvitnutia a opel'ovania rozdeľujeme rastliny na **samoopelivé** (pšenica, jačmeň, ovos) a **cudzoopelivé** (raž, kukurica, cirok, pohánka).

Rastová fáza - tvorba zrna a dozrievanie

Tri etapy:

formovanie zrna (prechod asimilátov z listov do klasu),

nalievanie zrna (premiestňovanie asimilátov od začiatku mliečnej zrelosti do začiatku voskovej zrelosti),

dozrievanie zrna (zrno je dostatočne vyvinuté, prerušuje sa prívod látok z rastliny do zrna).

Rastová fáza - tvorba zrna a dozrievanie

Mliečna zrelosť: 18 - 22 dní po oplodnení. Zrno má najväčší objem, obsah H₂O cca 50 %. Je zelené, obsah tekutý a mliečny.

Vosková zrelosť: 14 dní po mliečnej zrelosti. Zrno má polotuhý, mazľavý obsah, pri hnetení pripomína guľôčku voskovej konzistencie. Obsah H₂O je cca 25 - 30 %.

Žltá zrelosť: **koncom voskovej zrelosti.** Dochádza k prerušeniu spojenia zrna s rastlinou a tým sa končí transport zásobných látok. Steblo a listy sa vyfarbujú do slamovo - žltá.

Plná zrelosť: 3 - 5 dní po žltej zrelosti. Zrno je odrodovo vyfarbené, lesklé, tvrdé s obsahom H₂O 14 - 16 %.

(Vo výrobnnej praxi sa rozlišuje ešte **vynútená (núdzová)** zrelosť, ktorá je spôsobená nepriaznivými poveternostnými podmienkami v období nalievania zrna.)

Vývin

Proces nevyhnutných **kvalitatívnych**, fyziologických zmien odohrávajúcich sa v rastlinnom organizme v jeho životnom cykle od oplodnenia vajíčkovej bunky až do prirodzeného odumretia organizmu.

Nemožno ho oddeliť od rastu, nakoľko vývinové zmeny prebiehajú len v rastúcich rastlinách.

Jarovizácia

- reakcia rastlín, pri ktorej nízke teploty vyvolávajú v rastovom vrchole stav bezprostredne vedúci k fotoperiodickej reakcii, zakladaniu a diferenciacii kvetných orgánov.
- ozimné obilniny: po prebudení semien,
- kapusta repková pravá: *mladé rastliny*,
- repa cukrová: *rastový púčik bulvy*.



Jarovizácia

- stupeň ozimnosti - na základe stupňa jarovizačných teplôt a dĺžky obdobia jarovizácie.

Oziminy:

1. **typicky ozimné:** jarovizačné teploty 0 – 5°C, dĺžka jarovizácie 60 dní.
2. **ozimné:** jarovizačné teploty 0 – 10°C, dĺžka jarovizácie 30 -60 dní.
3. **poloozimné:** jarovizačné teploty 3 – 20 °C, dĺžka jarovizácie 15 - 30 dní.

Fotoperiodická reakcia

- *prirodzené nároky na svetlo, resp. obdobie svetla a tmy*
- **rastliny fotoperiodicky citlivé:**
 - dlhého dňa:** pšenica, raž, jačmeň...
 - krátkeho dňa:** kukurica, proso...

Charakteristika jednotlivých etáp organogenézy - mikrofenologická stupnice podľa Kupermanovej

I. Etapa

Rastový vrchol je jednoduchý, diferencovaný, vytvárajúci pologuľovitý tvar. Veľkosť je asi **0,3 - 0,6 mm**. V jeho základoch sa tvoria prvé listy. Nachádzame ho od klíčenia cez vzchádzanie až do odnožovania.



Charakteristika jednotlivých etáp organogenézy - mikrofenologická stupnice podľa Kupermanovej

II. Etapa

Rastový vrchol sa začína predlžovať, má jednoduchý tvar a jeho veľkosť je **0,5 - 0,8 mm**. Nastáva diferenciácia delivého pletiva na budúce články a kolienka stbla, formujú sa základy listov. *V úžľabí každého listu sa tvorí nový rastový vrchol - základ budúcej odnože.*



Charakteristika jednotlivých etáp organogenézy - mikrofenologická stupnice podľa Kupermanovej

III. Etapa

Vrchol sa značne predlžuje,
nastáva ryhovanie -
vytváranie valov. Dĺžka
vrcholu môže byť **0,7 - 1,5**
mm. V závislosti na
podmienkach (dĺžka
obdobia, výživa, vlaha,
teplota) sa formuje dĺžka
budúceho klasu.



Charakteristika jednotlivých etáp organogenézy - mikrofenologická stupnice podľa Kupermanovej

IV. Etapa

Je charakterizovaná tvorbou kláskových hrbolčekov.

Rastový vrchol sa sploštuje.

Rozoznávame v ňom tvar budúceho klasu. V závislosti od genetického základu a podmienok rastu a vývinu sa

formuje určitý počet kláskov. Uvedená etapa je indikátorom prechodu z vegetatívneho do generatívneho obdobia.



Charakteristika jednotlivých etáp organogenézy - mikrofenologická stupnica podľa Kupermanovej

V. Etapa

Je charakterizovaná formovaním
kvietkov - zakladaním
kvietkových hrbolčekov a ich
diferenciáciou. Etapu

rozdeľujeme na pod etapy:

- V. a: na kláskovom hrbolčeku sa začína tvoriť pologuľovitý útvar ohraničený ryhou. Ten sa neskôr delí na základy kvietkov a ryha je základom budúcej plevy.



- **V.b** – podľa ďalšej diferenciácie kláskového hrbolčeka rozoznávame tri a viac menších pologuľovitých útvarov. **V tejto etape sa formuje počet zrn v klase.**
- **V.c** – tvoria sa základy tyčiniek a piestikov,



Charakteristika jednotlivých etáp organogenézy - mikrofenologická stupnica podľa Kupermanovej

VI. Etapa

Nastáva d'alšia
diferenciácia tyčiniek
a piestikov, pokračuje
tvorba obalových
zložiek kláskov a
kvietkov.



Charakteristika jednotlivých etáp organogenézy - mikrofenologická stupnica podľa Kupermanovej

VII. Etapa

Dokončuje sa
formovanie
pohlavných orgánov.

Predlžujú sa články
klasového vretena a

pri ostenných
varietach rastú osti.
Dokončujú sa skryté
procesy
organogenézy.



Charakteristika jednotlivých etáp organogenézy - mikrofenologická stupnica podľa Kupermanovej



VIII. Etapa: **klasenie**

IX. Etapa: **kvitnutie**

X. Etapa: **tvorba zrna**

XI. Etapa: **mliečna zrelosť**

XII. Etapa: **žltá a plná zrelosť**



Produkční proces pšenice



Produkčný proces

- Rastliny využijú zo slnečného žiarenia len 2-7 %,
- z FAR (fotosynteticky aktívneho žiarenia, čo je asi 45 % z celkového) len 2-4 %.

- **Produkčný potenciál porastu** spolu s dynamikou narastania hmotnosti sušiny vo vegetatívnej a generatívnej fáze rastu je určený:
 - veľkosťou LAI,
 - výkonnosťou asimilačného aparátu ,
 - dĺžkou aktívnej činnosti asimilačného aparátu

Pre tvorbu BÚ a HÚ obilnín má veľký význam:

- *postavenie listov,*
- *ich priestorová distribúcia,*
- *celková architektúra porastu*

Ovplyvňujú absorpciu slnečného žiarenia, základné prvky mikroklimy porastu a následne čistú rýchlosť fotosyntézy listu a porastu.

Maximálna rýchlosť čistej fotosyntézy sa dosahuje v období, keď list dosahuje **50-80% svojich rozmerov**
- je fotosynteticky dospelý.

Porast obilnín: maximálne hodnoty **LAI:**

8 - 10 m² . m⁻²

Maximálne hodnoty LAI sa u pšenice dosahujú po ukončení vegetatívneho rastu – **na začiatku kvitnutia**. Potom nasleduje opäť pokles LAI.

Optimálne hodnoty sú o polovicu nižšie:

4 – 6 m². m⁻²

Porast by mal **čo najskôr** dosiahnuť hodnotu **LAI 4-6 m². m⁻²** a **čo najdlhšie** si ju udržať.

▶ Čo ovplyvňuje veľkosť **LAI**:

počet vysiatych zrn, pestovateľské, klimatické a biologické faktory.

• Z hľadiska veľkosti listovej plochy je rozhodujúci:

- ▶ počet listov (*je genotypovou vlastnosťou*),
- ▶ postavenie jednotlivých listov,
- ▶ dĺžka funkčnej činnosti, najmä na hlavnom stebľe.

Vo fáze klasenia má byť čo najväčší počet listov na stebľe

- Veľký význam sa prikladá **zástavkovému listu**. Jeho aktivita je **rozhodujúca pre proces naplňovania zrn**, preto by mal mať dostatočnú veľkosť a vysokú fotosyntetickú aktivitu.

Produkčný proces

- **Prehustený porast** – rastliny trpia nedostatkom vlahy, živín a svetla – **časť asimilačného aparátu odumiera**.
- **Riedky porast** využije len časť slnečného žiarenia, druhá časť dopadá nevyužitá na pôdu.



Produkčný proces

- V hustejších porastoch býva LAI väčší, ale maximum dosahuje neskôr (koniec steblovania), v redších porastoch je LAI menší (maximum na začiatku steblovania).



- ▶ Veľký význam pre formovanie produkčného procesu (vo vzťahu k biologickej a hospodárskej úrode) má:

fotosyntetický potenciál (LAD).

LAD zahrnuje celkovú veľkosť, rýchlosť utvárania a dĺžku trvania aktívnej činnosti listového (asimilačného) aparátu.

- ▶ Vzťahy medzi hodnotami LAI, LAD a úrodou sú ovplyvnené aj ďalšími produkčnými ukazovateľmi ako je:

NAR - čistý výkon fotosyntézy

CGR - rýchlosť prírastku sušiny na plochu

ZI - hodnotami zberového indexu.

Vysoké hodnoty LAI spôsobujú zníženie NAR, CGR a ZI.

- Vysokú HÚ a BÚ je možné dosiahnuť za predpokladu:

vysokých hodnôt CGR a NAR v jarnom období vegetácie pri nižších hodnotách LAI.

Vysoká akumulácia sušiny v tomto období vytvorí dostatok asimilátov pre diferenciáciu štruktúr budúceho klasu a tým aj morfológické predpoklady pre ich ukladanie do zrna.

Vysoké hodnoty NAR a CGR ku koncu vegetácie sa prejavujú vo väčšej akumulácii celkovej sušiny a znížením zberového indexu.

▶ Veľkosť a dobu aktívnej funkcie asimilačného aparátu po kvitnutí najviac ovplyvňuje: **teplota** a **hnojenie**.

▶ Teplota:

› **25°** pri nedostatku vlahy (urýchľuje starnutie, žltnutie a odumieranie asimilačných orgánov)

▶ Hnojenie:

Veľký vplyv má hnojenie, najmä neskoršie prihnojovanie N ku koncu steblovania a začiatku klasenia.

Hnojenie dusíkom

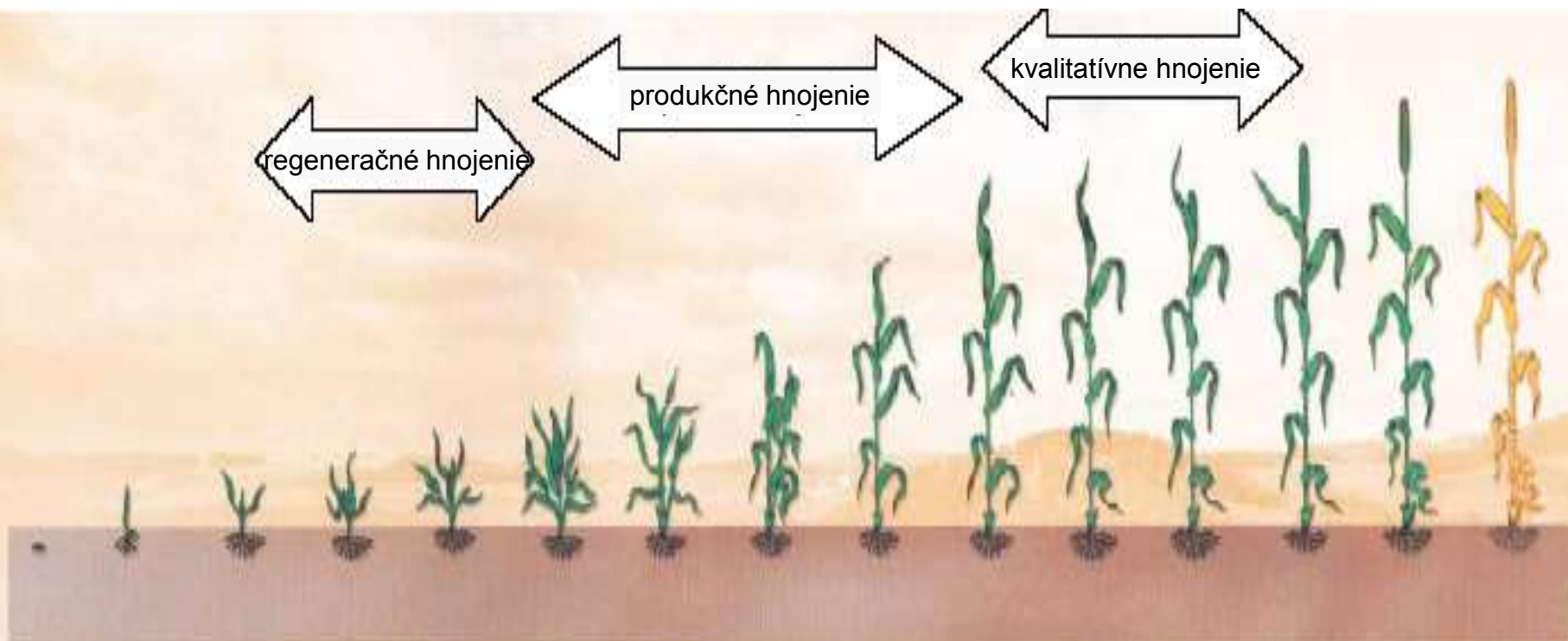
základné hnojenie (pred sejbou)

regeneračné hnojenie (pri obnovení jarnej vegetácie)

produkčné hnojenie (začiatok steblovania)

kvalitatívne hnojenie (steblovanie až kvitnutie)

Fenologické fázy pšenice letnej



	A-D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P-O	R-W
	10-13	21	25	29	30	31	32	37	39	49	51	59	61-69	71-92
seť	Vzrážanie až do štádia 3. listu	Počátek odnožování	Hlavní odnožování	Koniec odnožování	Počátek sloupkování	Stadium 1. kolénka	Stadium 2. kolénka	Objavení se posledního listu	Objavení se jazyčku posledního listu	Objavení listové pochvy	Počátek mečení	Koniec metání	Počátek a koniec květu	Tvorba zrna až absolútny zriaden

Základné hnojenie dusíkom

- príjem dusíka rastlinami do nástupu zimy ($10 - 20 \text{ kg. ha}^{-1}$),
- agrochemický rozbor pôdy, na základe obsahu N_{an} v hĺbke pôdy 0,3 m (max. 1/5 celkovej dávky: $0 - 45 \text{ kg. ha}^{-1}$),
- obsah $N_{an} > 13 \text{ mg. kg}^{-1}$ pôdy sa hnojenie neodporúča,
- amónna a amidická forma hnojív.

Regeneračné hnojenie dusíkom

- obnovenie jarnej vegetácie rastlín (II. – III. etapa organogenézy podľa Kupermanovej, resp. začiatok až koniec odnožovania),
- pri aplikácii regeneračnej dávky sa zohľadňuje:
 - zásoba N_{an} v pôde do hĺbky 0 - 0,3 m, 0,3 - 0,6 m
 - hustota porastu po prezimovaní
 - rastová a vývinová pokročilosť porastu
 - vlastnosti odrôd (odnožovacia schopnosť)
 - doba obnovenia jarnej vegetácie
- max. 2/5 celkovej dávky (30 - 45 kg. ha⁻¹),
- podpora odnožovania v riedkych porastoch.

Produkčné hnojenie dusíkom

- rastová fáza od ukončenia odnožovania po začiatok steblovania (III. - IV. etapa organogenézy podľa Kupermanovej),
- zásoba N_{an} v pôde do hĺbky 0 - 0,3 m, 0,3 - 0,6 m,
- max. 2/5 celkovej dávky (30 - 40 kg. ha⁻¹) vo forme liadkov, močoviny, DAM - 390,
- dávka N : 45 kg. ha⁻¹ - hlboký deficit
 - 30 kg. ha⁻¹ - stredný deficit
 - 20 kg. ha⁻¹ - malý deficit
 - nehnojiť - optimálny stav

Kvalitatívne hnojenie dusíkom

- na základe termínu aplikácie: rastová fáza plné steblovanie, klasenie, resp. kvitnutie,
- zvyšuje sa HTZ, obsah bielkovín a lepku,
- anorganický rozbor rastlín ($15 - 25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$),
- výživa cez list - kvapalné formy hnojív (DAM - 390), resp. kombinácia s aplikáciou herbicídov.



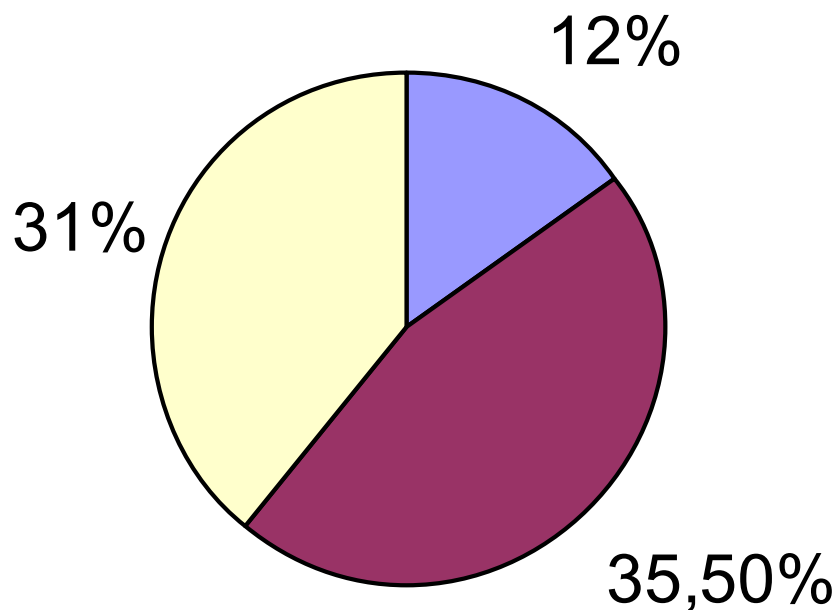
Obdobie tvorby zrna obilnín:

Prevažná časť zásobných látok uložených v zrne je produktom fotosyntézy z hornej časti rastliny (klas, ostiny, pošvy horných listov a horných internódií stebľa).

Podiel jednotlivých asimilačných orgánov na celkovom množstve zásobných látok:

klas 45%, horné internódium, čepeľ a pošva horného listu 45%, čepeľ a pošva druhého listu **8%** a spodná časť rastliny len **2%** z celkového množstva uložených asimilátov v zrne.

Podiel jednotlivých častí na úrode zrna v %



-  Zelené časti klasu
-  Vlajkový list
-  Steblo

- **Napíňanie zrna** podlieha zákonitostiam súvisiacim s **distribúciou asimilátov**

Transport asimilátov je usmernený k centráam aktívneho rastu:

- Vo vegetatívnej fáze rastu to môžu byť **mladé listy, výhony, korene a internódia stebľa.**
- V generatívnej fáze je to **klas**, ale značné množstvo asimilátov zostáva aj v tzv. prechodných sinkoch.

- *Vo formujúcich zrnách sú z hormonálneho hľadiska určujúce nasledovné obdobia:*
- po kvitnutí, v čase tvorby zygót, keď je maximálna hladina **cytokinínov**,
- intenzívny rast a napíňanie zrna, kedy je dominantný obsah **giberelínov**,
- koniec translokačných procesov v zrne, ktorý je sprevádzaný vysokou hladinou **auxínov**,
- obdobie dozrievania a starnutia, sprevádzané maximálnou hladinou **kyseliny abscisovej**.

Kritéria hodnotenia porastov pšenice letnej formy ozimnej pred zimou

Kategória porastu	Počet rastlín na 1 m ² vo výrobnjej oblasti	
	repnej	kukuričnej, zemiakovej a horskej
hustý optimálny riedky nevyhovujúci	nad 500 301 – 450 201 – 300 pod 200	nad 550 351 – 500 251 – 350 pod 250



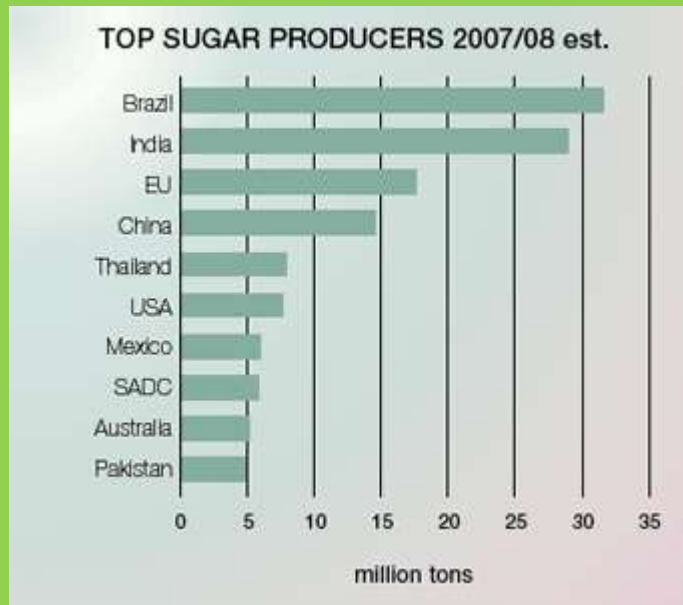




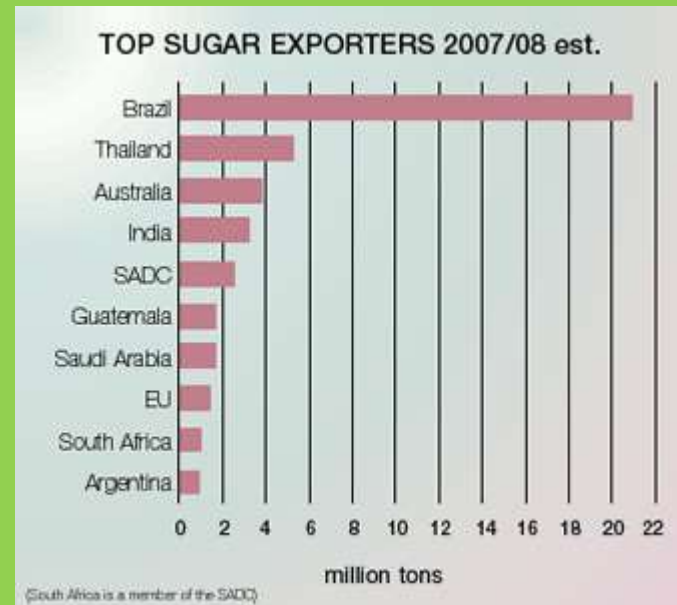
Repa cukrová

Beta vulgaris prov.altissima (Doell)

Produkcija cukru vo svete (mil. t)



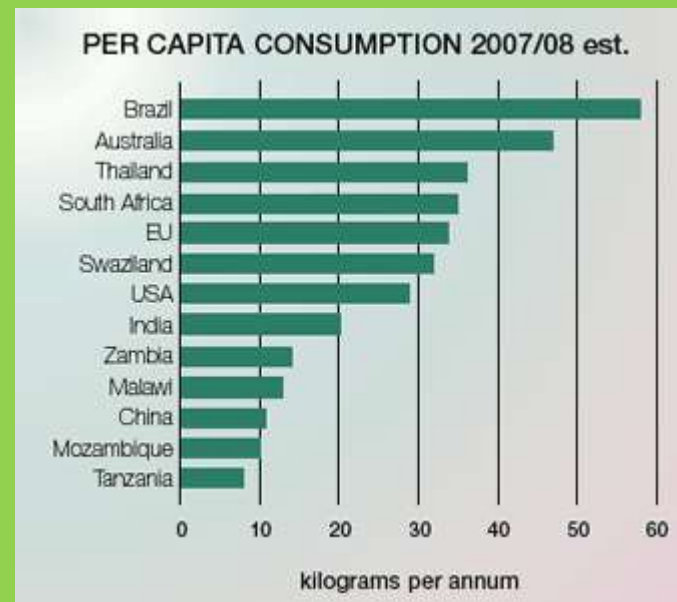
Export cukru vo svete (mil. t)



Spotreba cukru vo svete (mil. t)



Spotreba cukru (obyv./rok//kg)



Repa cukrová

Beta vulgaris prov.altissima (Doell)



- Čel'ad' **mrlíkovité (Chenopodiaceae)**. Základná vlastnosť rastlín tejto čel'ade je schopnosť vytvárať väčší počet cievnych zväzkov v kolovitom koreni a časti stonky;
- **Viacročná rastlina** (z biologického hľadiska), **jednoročná** (z hospodárskeho hľadiska), **dvojročná** (produkcia osia);
- **Zber** v čase intenzívneho produkčného procesu (**v technologickej zrelosti**, neukončená ontogenéza);
- **C3 rastlina** (**nízka tolerancia sucha a vysokých teplôt**, ale vysoká efektívnosť fotosyntézy v podmienkach mierneho pásma);
- Nemá autoregulačnú schopnosť, iba čiastočne **kompENZAČNÚ**;
- Medzi obsahom sušiny a úrodou negatívna závislosť.

Repa klíči **epigeicky** (2 klíčne listy) pri nižších teplotách prostredia a pôdy. Rýchlym klíčením aj pri nižších teplotách podporí sa počiatočná fáza rastu a predĺženie vegetačnej doby.

Rast je spočiatku veľmi pomalý, s pomalým procesom tvorby pravých listov. Trvá najmenej mesiac kým vytvorí **4-6 pravých listov**.

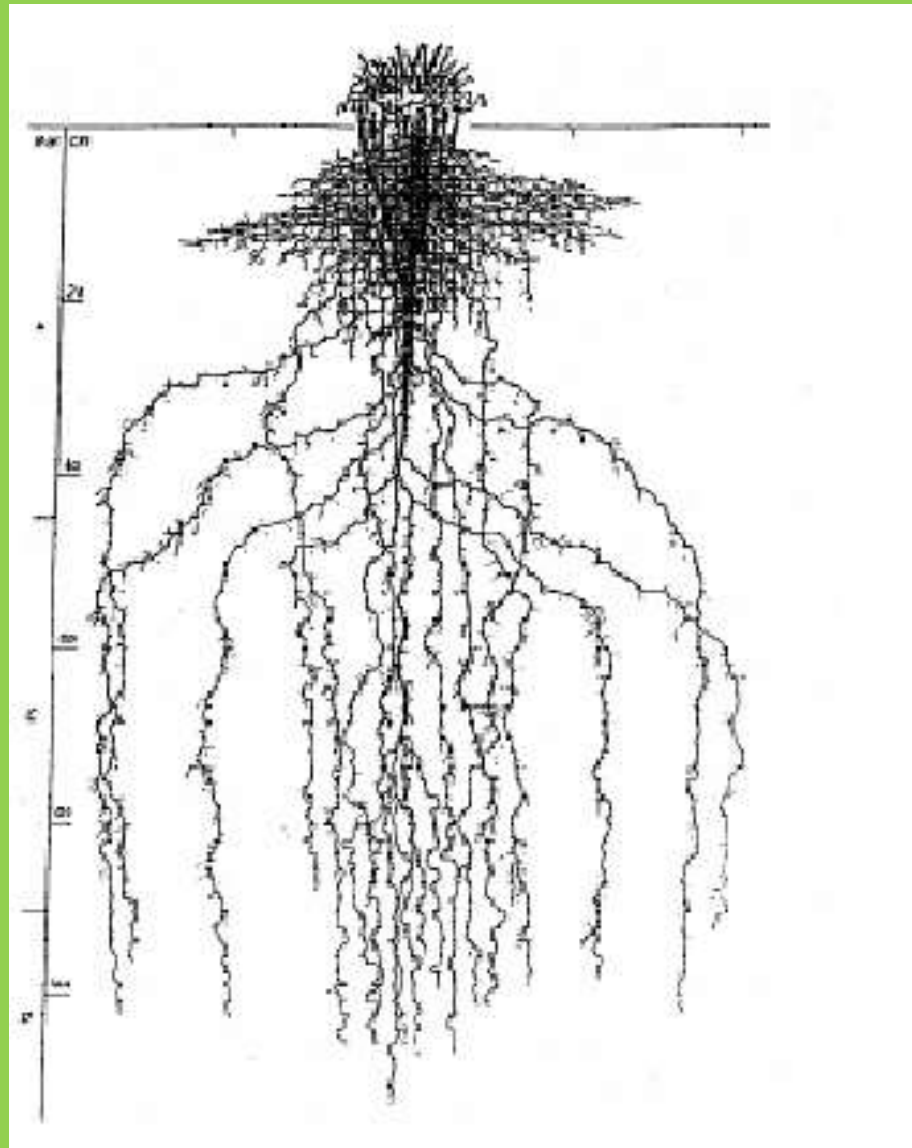
Postupne sa tvoria ďalšie listy vo forme ružice. Prvých 20 listov považuje sa za juvenílnu skupinu listov, pri ktorej veľkosť plochy listovej čepele a listovej stopky postupne vzrastá.

Najväčšie listy môžu dosiahnuť plochu **0,01 - 0,02 m⁻²** a dĺžku spolu so stopkou 0,5 m.

Dĺžka a plocha listov sú silne geneticky kontrolované,
ale závisia aj od podmienok prostredia a výživy.

Rýchlosť iniciácie listov po juvenilnej fáze je v priaznivých podmienkach pomerne vysoká a dosahuje **2 až 5 listov za týždeň**.

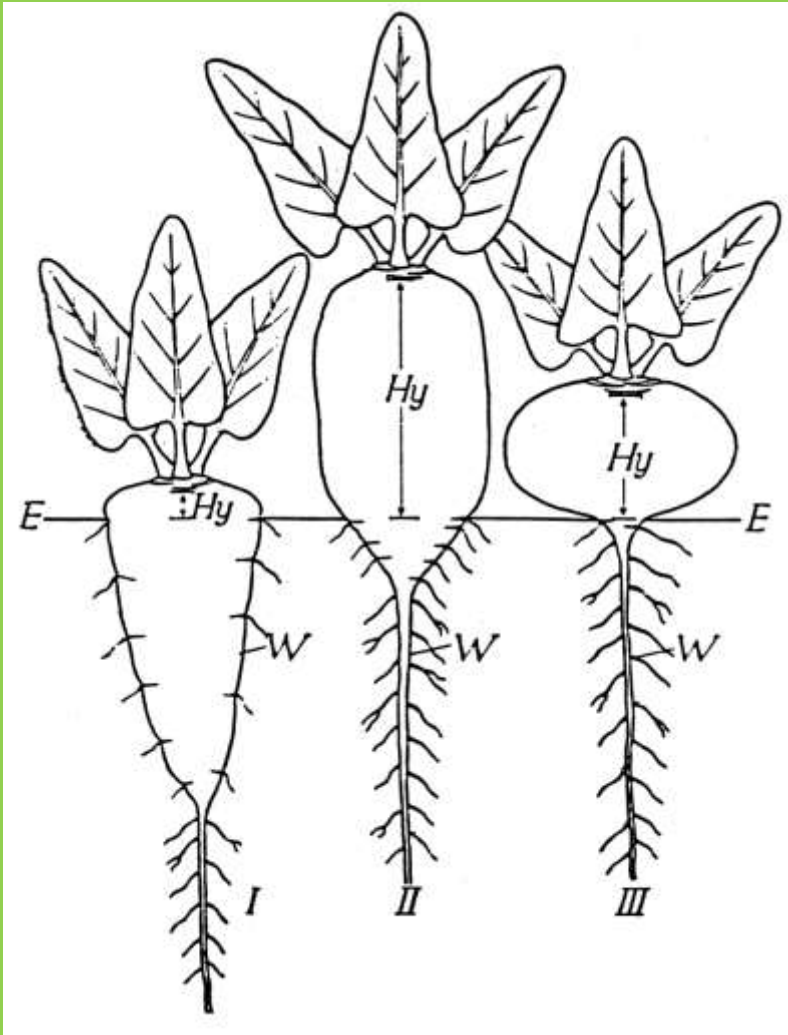
Koreňový systém repy



Buřva repy



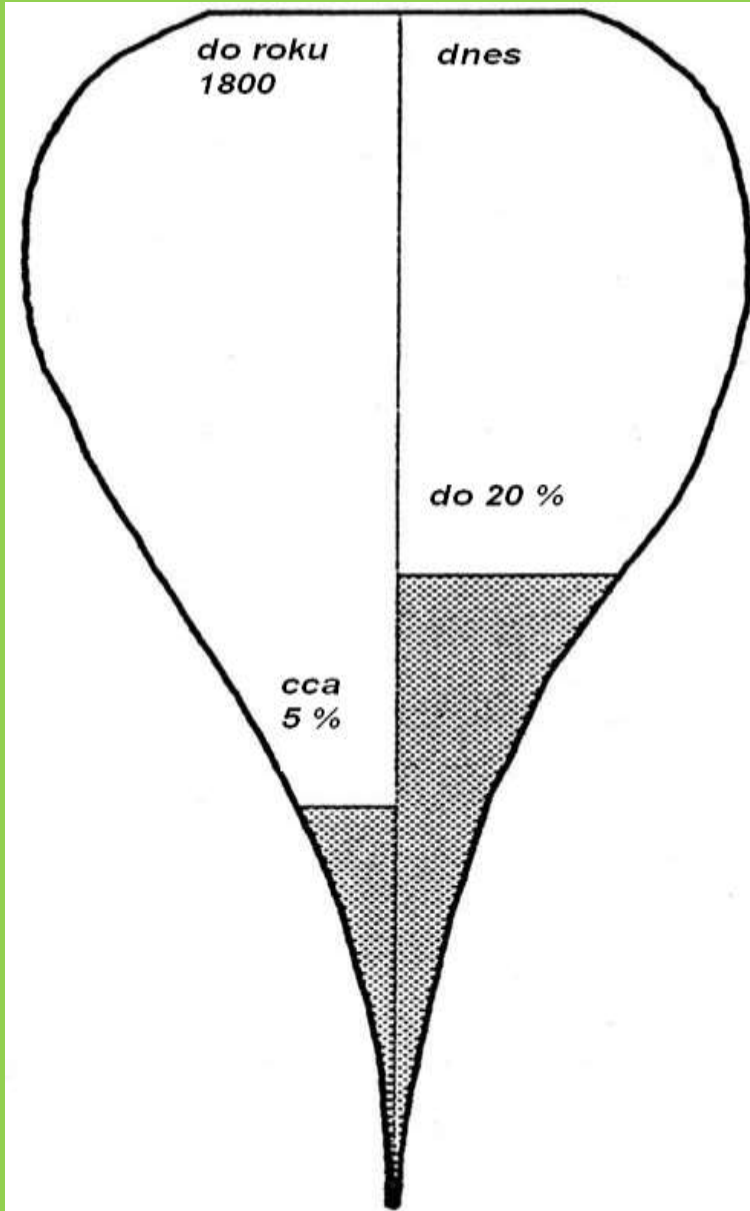
hlava – epikotyl, krk – hypokotyl, koreň - radix



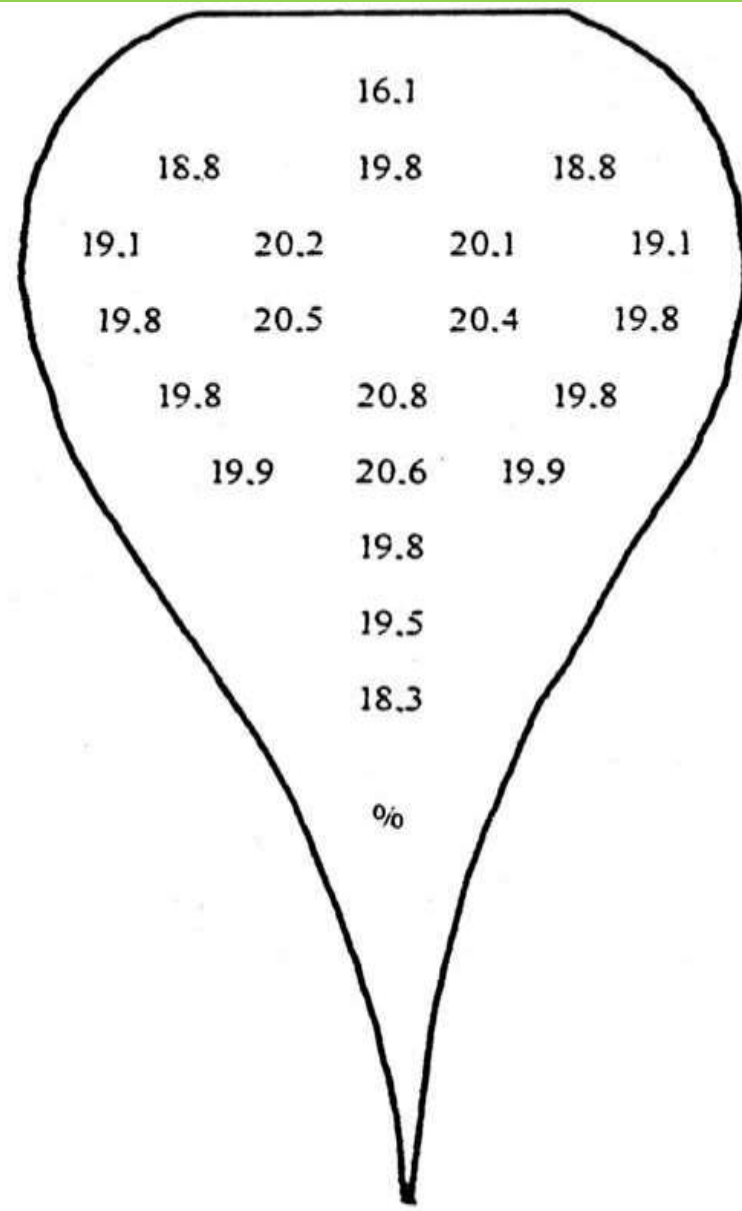


vľavo: cukrová repa s 9 kruhmi cievných zväzkov
vpravo: kŕmna repa so 4 kruhmi cievných zväzkov

Obsah cukru v buľve



Rozmiestnenie cukru v buľve



Makrofenologická stupnica rastu repy

BBCH – rastové fázy (štádiá ontogenézy)

- **B**iologische **B**undesanstalt,
Bundessortenamt and **CH**emical industry
- **Rastové fázy jedno a dvojkličnolistých rastlín** -
monografia nemeckého federálneho výskumného
centra pre poľnohospodárstvo a lesníctvo, v angličtine
dostupná na
<http://www.bba.de/veroeff/bbch/bbcheng.pdf>

Štádiá ontogenézy (stupnica BBCH)

00	<i>Suché semeno</i>
01	<i>Začiatok bobtnania semena – semeno prijíma vodu</i>
03	<i>Konec bobtnania, otváranie kľbôčka</i>
04	<i>Objavenie sa kľička</i>
07	<i>Rast kľička</i>
09	<i>Vzchádzanie, kľičok preráža povrch pôdy</i>
10	<i>Rozloženie kľíčnych listov</i>
11	<i>Objavenie prvého páru pravých listov</i>
12	<i>Prvý pár pravých listov</i>
14	<i>Druhý pár pravých listov</i>
15	<i>5 pravých listov</i>
16	<i>6 pravých listov</i>
17	<i>7 pravých listov</i>
18	<i>8 pravých listov</i>
19	<i>9 a viac pravých listov</i>

Štádiá ontogenézy (stupnica BBCH)

31	<i>Začiatok uzatvárania porastu (10% rastlín sa dotýka)</i>
33	<i>Uzatváranie porastu (30% rastlín sa dotýka)</i>
39	<i>Kompletné uzatvorenie porastu</i>
42	<i>Zapojený porast</i>
46	<i>Obdobie znižovania počtu listov</i>
47	<i>Technologická zrelosť buliev</i>
49	<i>Buľva v zberovej veľkosti</i>
51	<i>Jarné rašenie buliev, počiatok predlžovania hlavného výhonu</i>
52	<i>Hlavný výhon dlhý cca 20 cm</i>
53	<i>Na hlavnej stonke náznaky bočných výhonov</i>
54	<i>Postranné výhony jasne viditeľné</i>
55	<i>Prvý kvetný puk na bočnom výhonku</i>
59	<i>Viditeľné prvé listene, kvety uzatvorené</i>
60	<i>Otvorenie prvých kvetov</i>
61	<i>10 % kvetov otvorených</i>

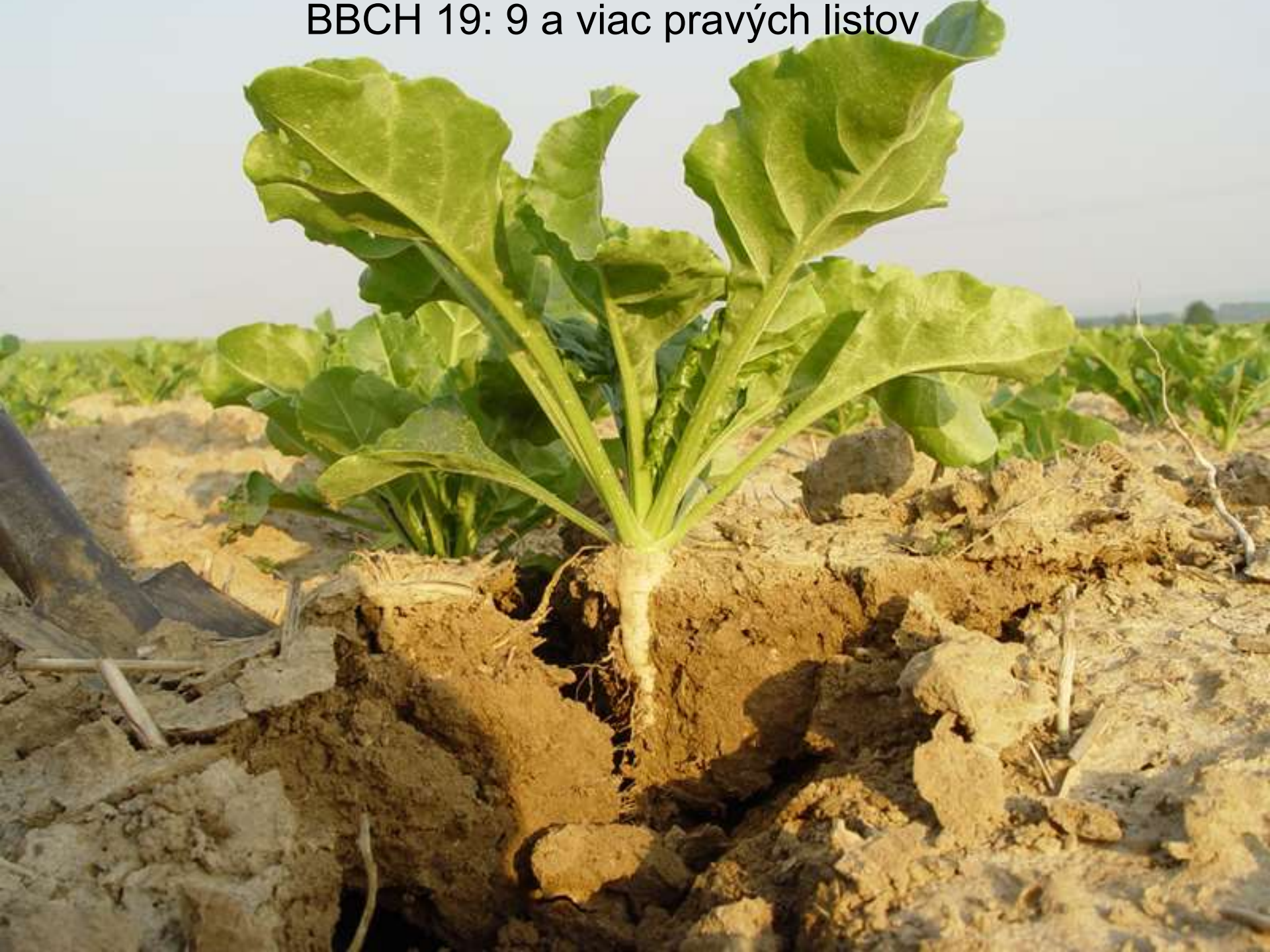
Štádiá ontogenézy (stupnica BBCH)

63	<i>30 % kvetov otvorených</i>
65	<i>50 % kvetov otvorených - kvitnutie</i>
67	<i>Vädnutie kvetov (70 % kvetov zvädnutých)</i>
69	<i>Koniec kvitnutia porastu – všetky kvety zvädnuté</i>
71	<i>Začiatok tvorby semena – viditeľné klobôčka</i>
75	<i>Vývoj semena, perikarp zelený, klobôčka svetlé</i>
81	<i>Začiatok dozrievania klobôčok, sú zelené, mäkkej konzistencie</i>
85	<i>Zelená zrelosť klobôčok – svetlohnedý perikarp</i>
87	<i>Hnedá zrelosť – fyziologická zrelosť klobôčok,</i>
89	<i>Plná zrelosť klobôčok, tvrdý perisperm, odrodové sfarbenie klob.</i>
91	<i>Listy začínajú strácať zelenú farbu</i>
93	<i>Väčšina listov žltá</i>
95	<i>50% listov hnedých</i>
97	<i>Rastlina odumiera, zaschnuté listy a výhony ležia na zemi</i>
99	<i>Zber osiva</i>

BBCH 10 – klíčne listy, začiatok mája 2003



BBCH 19: 9 a viac pravých listov



BBCH 47 – technologická zrelosť buliev, začiatok októbra



Kvet







Kvantitatívne a kvalitatívne
parametre produkcie repy
cukrovej a hlavné faktory,
ktoré ich formujú



Hlavné kvantitatívne a kvalitatívne parametre produkcie repy cukrovej

Úroda buliev (t.ha⁻¹)

Cukornatosť (digescia) (°S)

Obsah α – amino N (mmol.100 g⁻¹ repy)

Obsah Na a K (mmol.100 g⁻¹ repy)

Na základe týchto parametrov je možné vypočítať:

Výťažnosť rafinády

Úrodu rafinády

Úrodu polarizačného cukru



Výslednú produkciu a jej kvalitu
ovplyvňujú:

- fyziologické parametre rastliny a porastu
- agrotechnické opatrenia



Vybrané fyziologické parametre rastliny a porastu

Cukornatosť repy dosahuje hodnoty **15,5 až 16,5 %**.
Potenciál cukornatosti môže byť až **20-25 %** (existujú genotypy, ktoré majú až 30 % cukornatosť).

Vysoká cukornatosť je spojená s veľkosťou asimilačnej plochy a s vysokou fotosyntetickou aktivitou listov v poraste.

V optimálnych podmienkach môže cukrová repa v priemere za vegetačné obdobie dosiahnuť hodnoty čistého výkonu fotosyntézy:

NAR 8,58 g.m-2d-1 (maximálne 13,19 g.m-2d-1)

a priemernú rýchlosť prírastku sušiny:

CGR 12,75 g.m-2d-1 (maximálne 25 g.m-2d-1).



V optimálnych podmienkach môže repa cukrová v priemere za vegetačné obdobie dosiahnuť hodnoty čistého výkonu fotosyntézy:

NAR 8,58 g.m⁻²d⁻¹

(maximálne 13,19 g.m⁻²d⁻¹)

a priemernú rýchlosť prírastku sušiny:

CGR 12,75 g.m⁻² d⁻¹

(maximálne 25 g.m⁻² d⁻¹).



Priemerná doba **fotosyntetickej aktivity listov** cukrovej repy:

od 60 do 80 dní

Porast cukrovej repy by mal mať hodnotu:

LAI 3 - 6 m².m⁻²

Tvorba biologickej úrody a produkcia cukru

Produkcia repy sa tvorí **počtom rastlín** na jednotke plochy pôdy a ich **hmotnosťou**, resp. **množstvom cukru** v jednej repe.

BÚ jednej rastliny je tvorená:

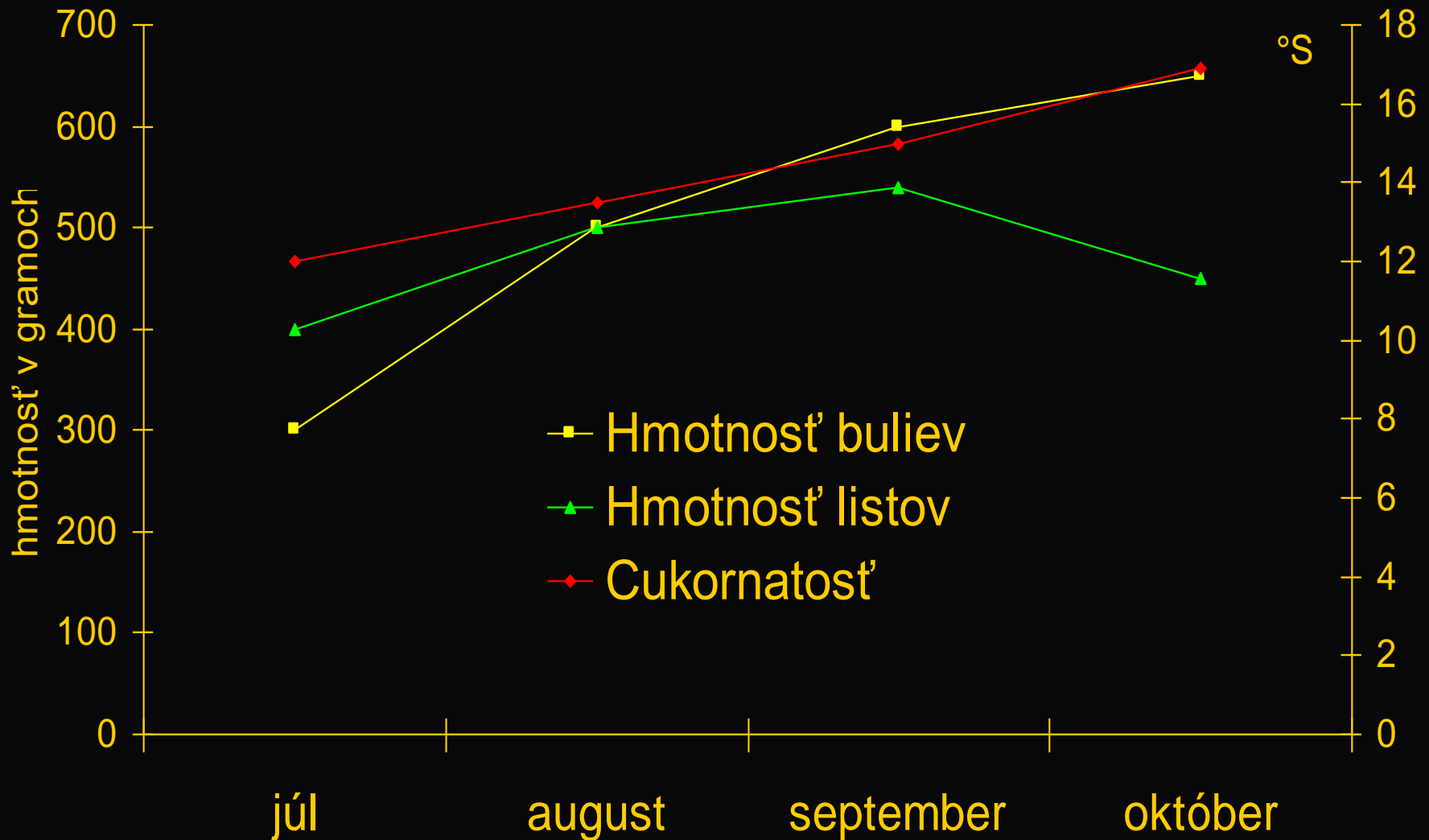
$$BÚ = LAD \cdot NAR \cdot S$$

LAD - *fotosyntetický potenciál,*

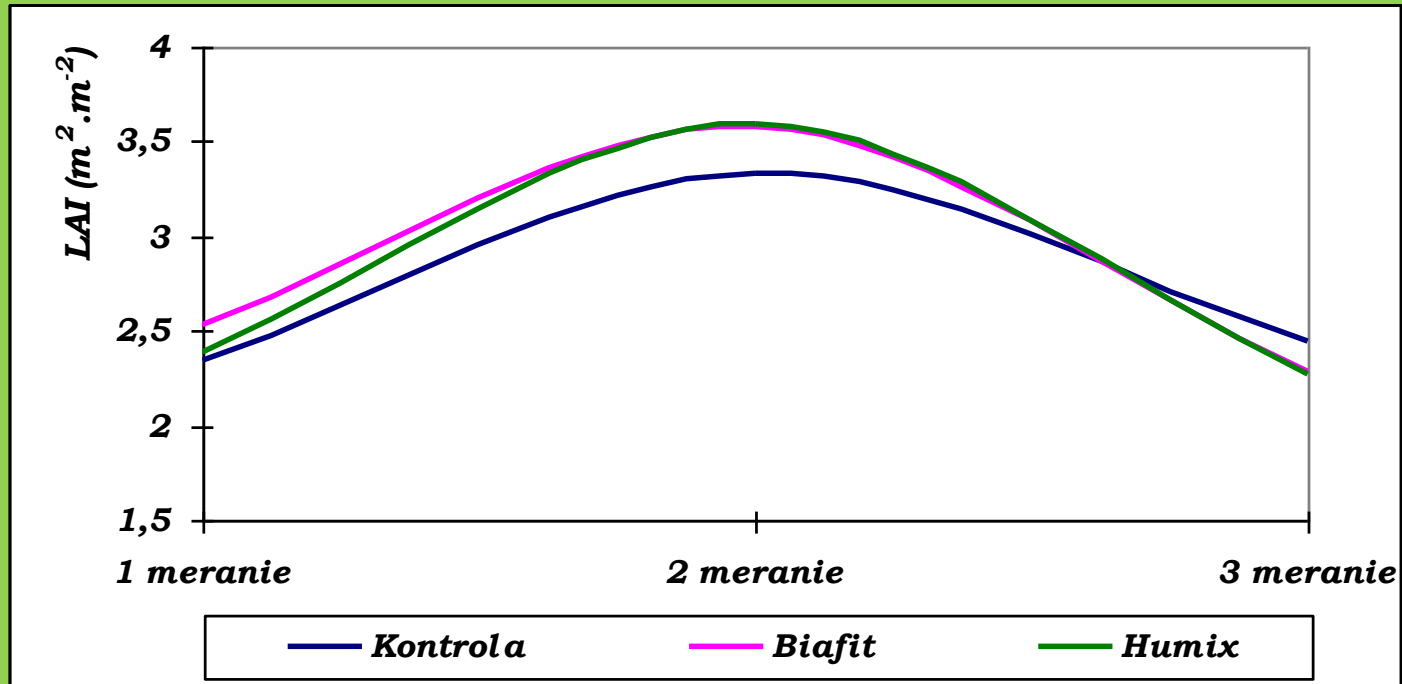
NAR - *čistý výkon asimilácie na jednotku listovej plochy,*

S - *schopnosť ukladania asimilátov do bulvy.*

Tvorba úrody buliev, listov a cukornatosti cukrovej repy



Narastanie listovej plochy



Meranie	Rastová fáza repy
1	19 BBCH - rozvinutých 9 a viac listov (aplikácia pri 11 rozvinutých listoch)
2	33 BBCH - uzatváranie porastu (30% rastlín sa dotýka)
3	45 BBCH - porast dosahuje zberovú zrelosť

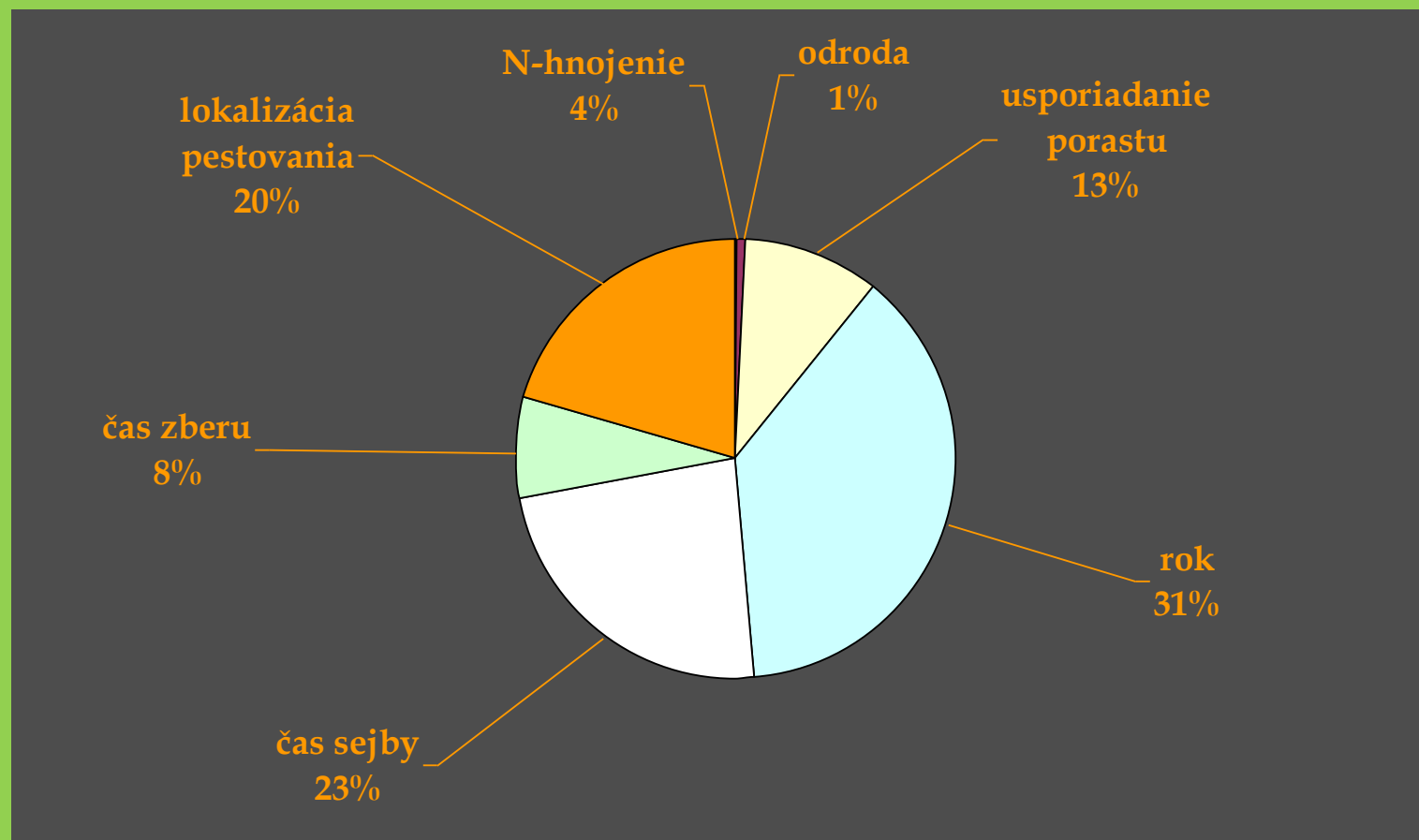


Vybrané agrotechnické opatrenia

Odhad vplyvov znižujúcich využitie úrodovného potenciálu cukrovej repy

Vplyvy obmedzujúce potenciál	Úroda buliev	Cukornatosť
• Potenciál 7 najlepších odrôd v ŠOP	57,8 t.ha ⁻¹	18 °S
• <i>Pôdna úrodnosť</i> (pH, zásoba živín, humus, utuženie, erózia, imisie a pod.)	-7,1 %	-0,35
• Krátkodobé pôdne vplyvy (zásoba N, reziduá herbicídov, poškodená štruktúra)	-4,7 %	-0,5
• Odroda	-4,5 %	-0,5
• <i>Využitie priestoru a času</i> (medzerovitost, rozmiestnenie rastlín na ploche, zhluky, vegetačná doba, buriny)	-8,3 %	-0,65
• Nedokonalá ochrana (skočky, vírusové a hubové choroby, fytotoxicita herbicídov)	-2,3%	-0,2
• <i>Nedokonalý zber</i> (straty, zrez)	-7,3 %	-0,2
• Redukovaná úroda/ cukornatosť (pestovateľská prax)	38,1 t.ha₁	15,5 °S

Vplyv agrotechnických faktorov na úrodu a kvalitu repy cukrovej (Märländer, 2001)





Poveternostné podmienky ročníka

- Nároky na teplo

- klíči pri t min 5 °C, optimum pre rast 25 °C, maximum 30 °C
- vzchádzajúca repa vydrží mrazy do -5 °C (Chochola a kol. 1992)
- pred zberom max -4 °C

- Nároky na svetlo

- *repa je rastlina dlhého dňa*
- *hustý porast – znižovanie úrod*

Technológie pestovania CR



- tradičná technológia pestovania
- technológia pestovania so zníženým podielom ľudskej práce
- technológia pestovania s minimálnym podielom ľudskej práce
- technológia pestovania s výsevom na konečnú vzdialenosť – bez priamej ľudskej práce



Odroda

Výber odrody



- Podľa úrodovosti:
 - N-typ: normálny typ (36)
 - C-typ: cukornatý typ (11)
 - N/C- typ (10)
 - U/N (1)
- Tolerancia chorôb
 - jedno - , dvoj - , trojtolerantné (rizománia, rizoktónia, cercospóra)
- Vhodnosť do podmienok prostredia (suchovzdornosť)
- Tolerancia neselektívnych herbicídov – glyphosatov (transgénné rastliny - GMO)

Pre r. 2015:

registrovaných 85 odrôd

***Kant, Fred, Predator, Antek,
Jambus, Caruso, Victor,
Signum, Continental,
Galanta, Fatra, Elvíra***



Organizácia porastu

Počet rastlín na jednotke plochy ovplyvňuje



- ✓ organizácia porastu
(spon sejby)
- ✓ poľná vzchádzavosť
osiva



Organizácia porastu – sejba na konečnú vzdialenosť



0,45 m x 0,18 – 0,22 m



BBCH 10 – klíčne listy (začiatok mája 2003)







1 VJ = 100 000 klbôčok

$$V = \frac{0,1}{m \times r} \quad (VJ)$$

m = medziriadková
vzdialenosť (m)

r = vzdialenosť klbôčok v
riadku (m)

Cena osiva:

- základná cena 123 €
- 5 % rabat
- cena moridla (Gaucho 55 €, Force Magna 29,80 € Montur 30 €)



Obalované osivo



rastové látky

ochranná vrstva

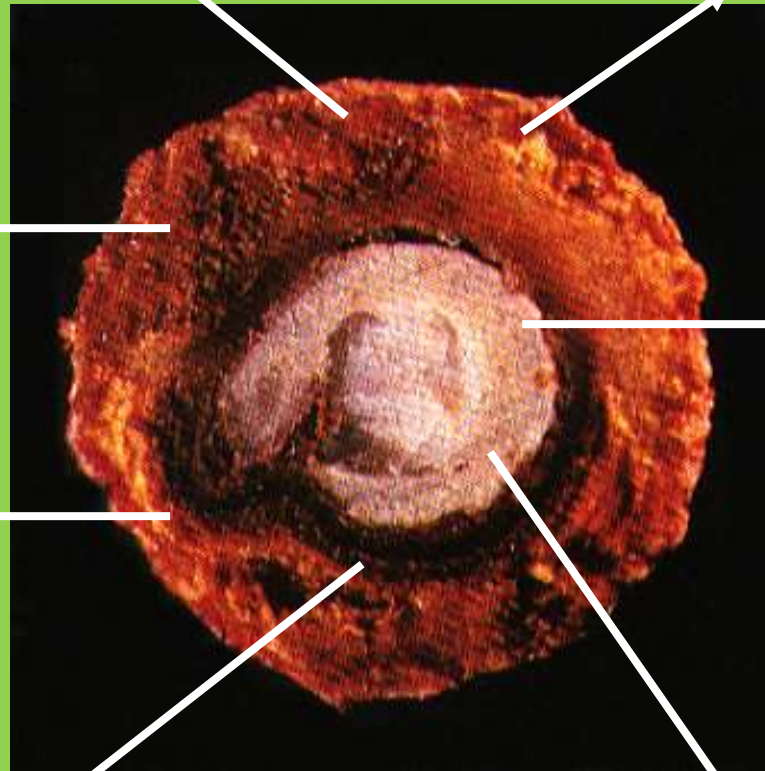
mikroživiny

embryo

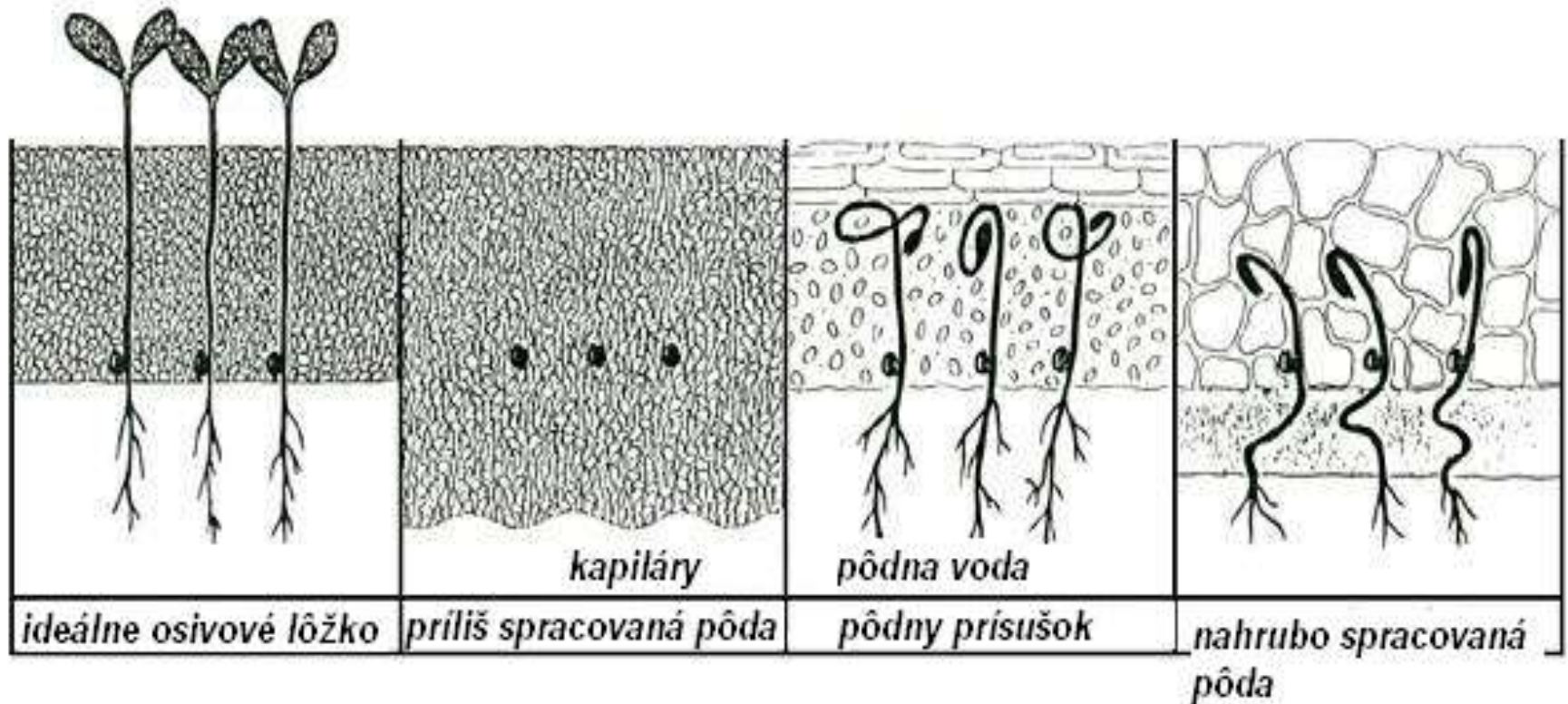
insekticídy

fungicídy

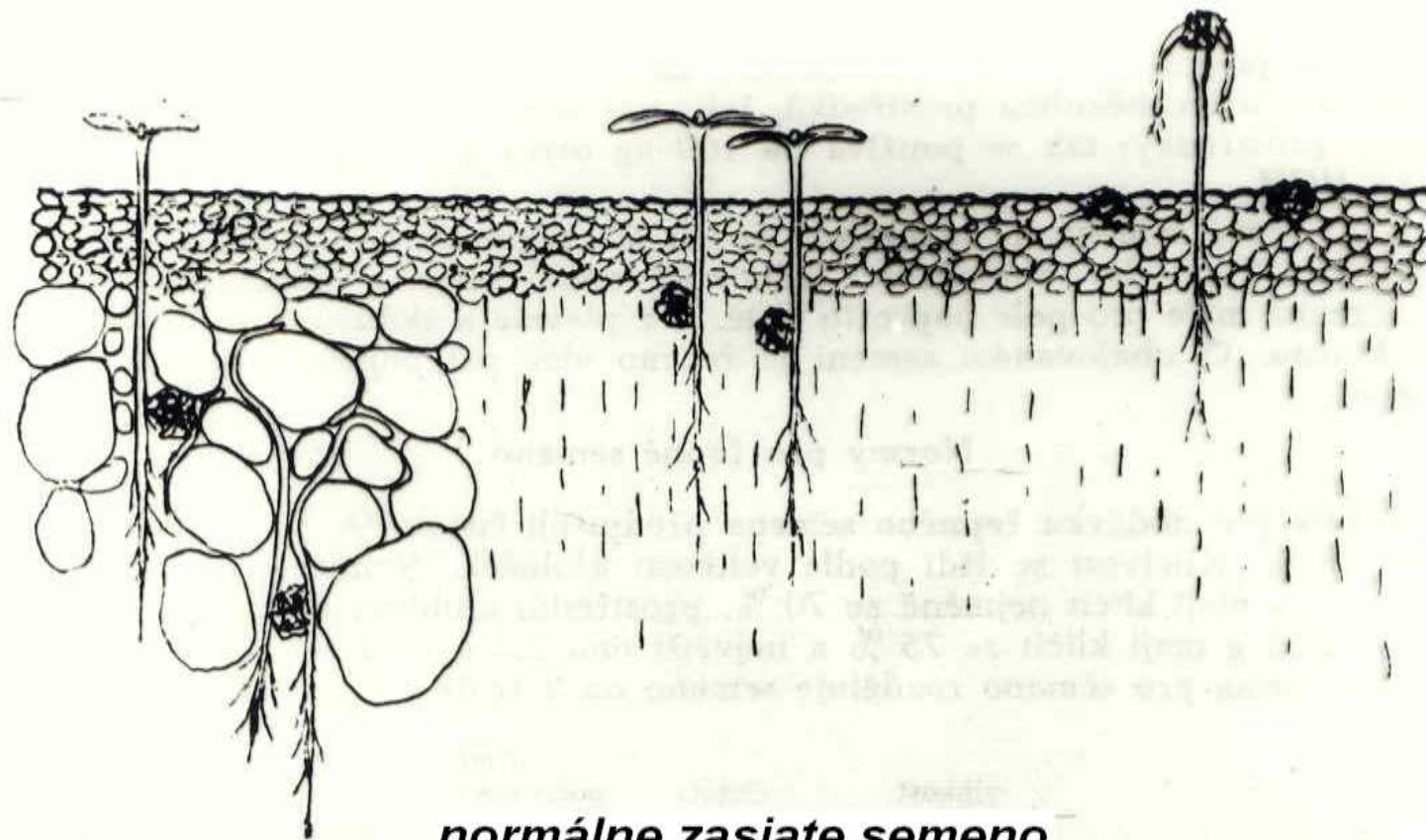
obalová hmota



Príprava osivového lôžka



Príprava osivového lôžka



hlboko zasiate semeno

normálne zasiate semeno

plytko zasiate semeno

Sejba do mulča – špeciálna sejačka



Sejba do mulča – bezorbový systém (No-till)



Cukrová repa v mulči

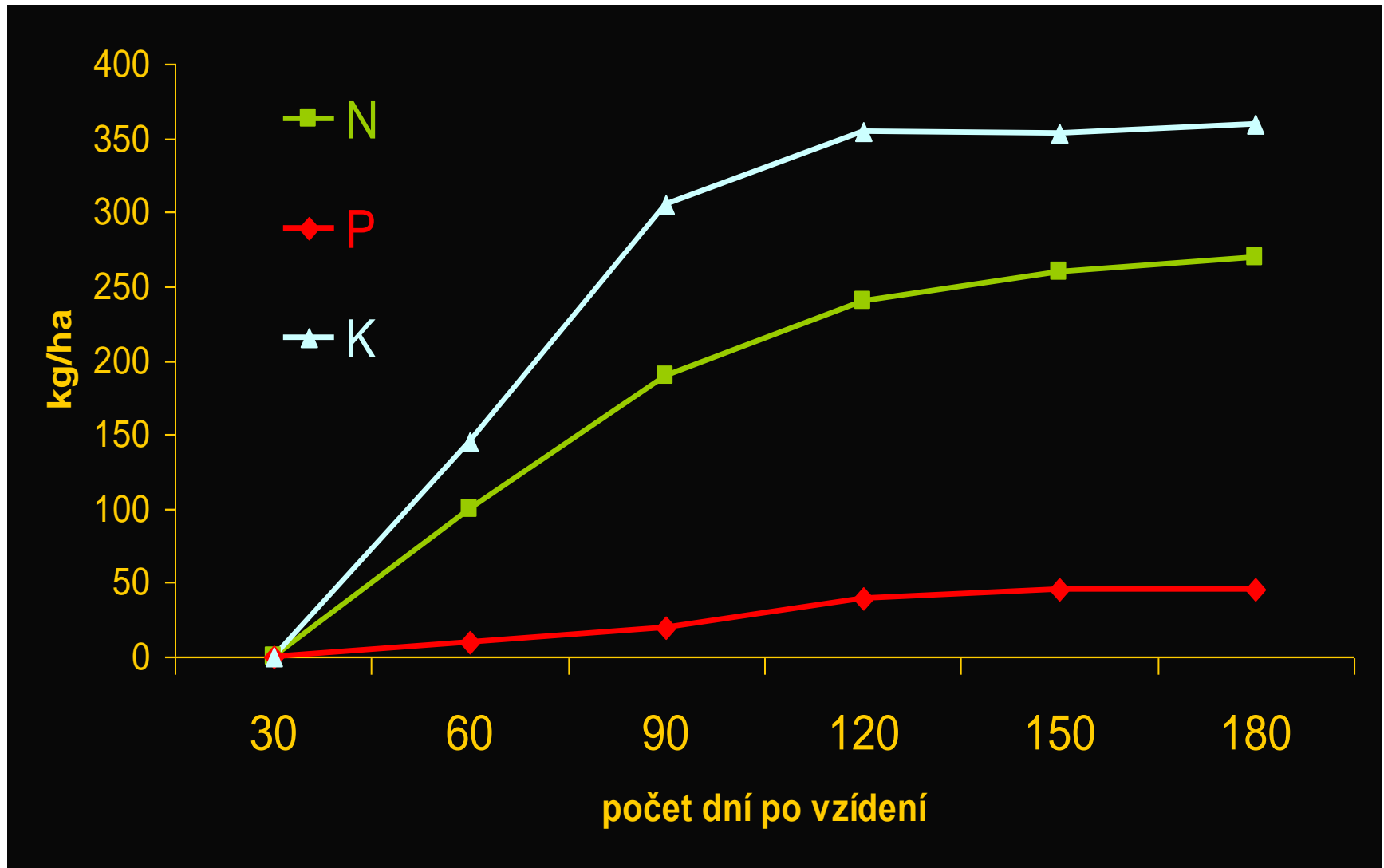


Výživa a hnojenie

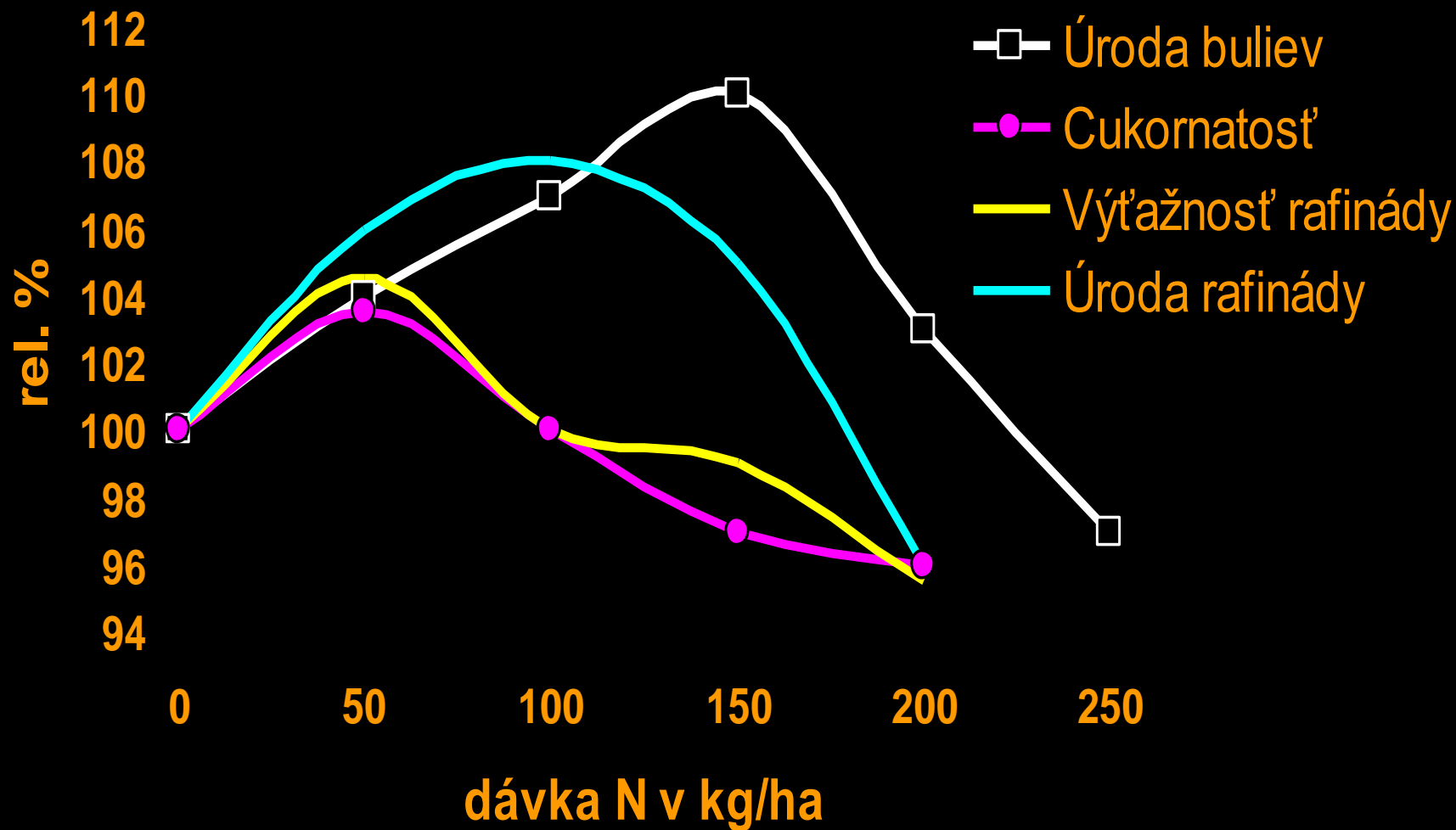


1. Repa cukrová je plodina **„starej pôdnej sily“**
(priame hnojenie len doplnkové)
2. Dusičnanová rastlina **(NO₃⁻)** (NH₄⁺ poškodzuje vzchádzajúce rastliny)
3. Vyžaduje **neutrálnu pôdnu reakciu**
4. Vysoká koncentrácia pôdneho roztoku znižuje poľnú vzchádzavosť
5. Vyžaduje **organické hnojenie**
6. Vyžaduje **uplatnenie racionálnych metód** hnojenia

Odber živín repou cukrovou



Tvorba úrody a úrody cukru v repe cukrovej vo vzťahu k hnojeniu dusíkom (Fecenko, 2000)





Hnojenie na list



V systéme hnojenia sa využívajú rôzne tekuté listové hnojivá a preparáty (ako doplnkové)

Vyrobené na báze prírodných bioaktívnych látok, rastlinných stimulátorov:

(humáty, chelatačné činidlá, močovina, organické kyseliny a živice a i.)



Avit 35

- **ureasalicylát**
(v nízkych koncentráciách, ovplyvňuje hospodárenie rastliny s vodou)
- **močovina**
- **etanolamín**

- N 4,4 %
- Mg 3,9 %
- C 5,8 %
- S 5,1 %

Biafit Gold

preparát na báze organickej živice s obsahom bioaktívnych prírodných látok:

živice, cukry, urónové kyseliny, vitamíny

N 10 %
P₂O₅ 9 %
K₂O 6 %
S 0,4 %

Humix univerzál plus

preparát na báze humínových kyselín s obsahom **4 % humátu draselného**

N	4,5 %
P	0,53 %
K	3,23 %

Mikroelementy: Fe, Mg, Zn, Cu, Mo, B

Dávka	Rastová fáza repy
1. 10 l.ha⁻¹	19 BBCH - rozvinutých 9 a viac listov (aplikácia pri 11 rozvinutých listoch)
2. 10 l.ha⁻¹	33 BBCH - uzatváranie porastu (30% rastlín sa dotýka)

Avit 35

jeden krát za vegetáciu

- (19 BBCH)
- 18 l.ha⁻¹

Humix univerzál plus

dva krát za vegetáciu

- (19, 33 BBCH)
- 8 + 8 l.ha⁻¹

Príčiny vyššieho obsahu melasotvorných látok v CR

1. Vysoká zásoba K, Na a N v pôde
2. Nesprávne hnojenie k cukrovej repe
3. Krátka vegetačná doba (pod 180 dní)
4. Veľká medzerovitost' porastu a veľký podiel solitérnych riep
5. Pestovanie nevhodnej odrody

Crop production in Slovak republic

Present situation in growing of main crops in Slovakia (harvested area, production and yield)

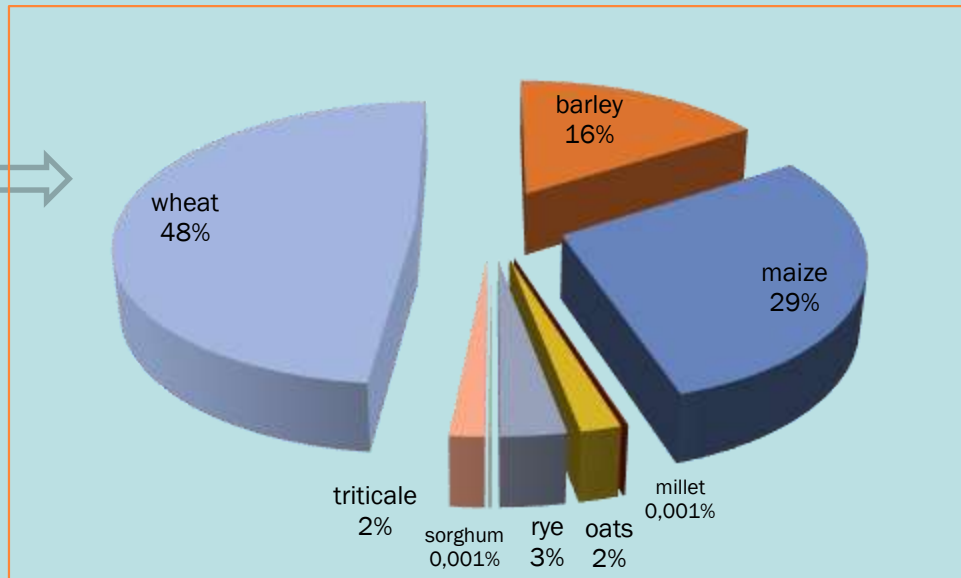
- wheat
- barley
- maize
- oilseed rape
- sunflower
- soybean
- sugar beet
- potatoes
- pea

Cereals

	1980	1994	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Area harvested *	2559	860	835	820	794	818	794	736	784	799	769	700	739	793	761
Yield (t.ha ⁻¹)	4,18	4,3	4,09	3,9	3,14	4,64	4,51	3,97	3,56	5,18	4,33	3,76	4,94	3,96	4,5
Production *	10701	3701	3413	3195	2490	3797	3585	2928	2793	4137	3332	2632	3654	3139	3415

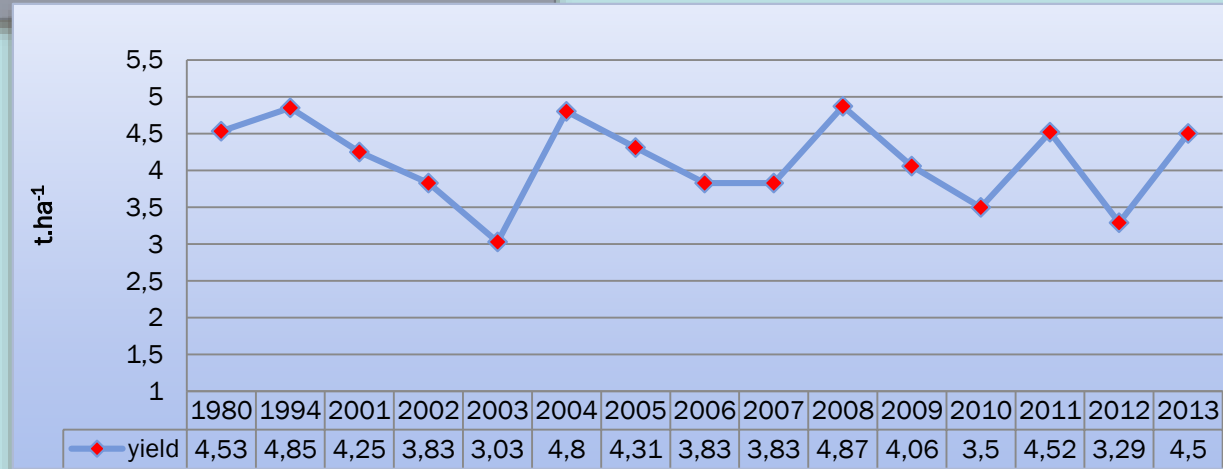
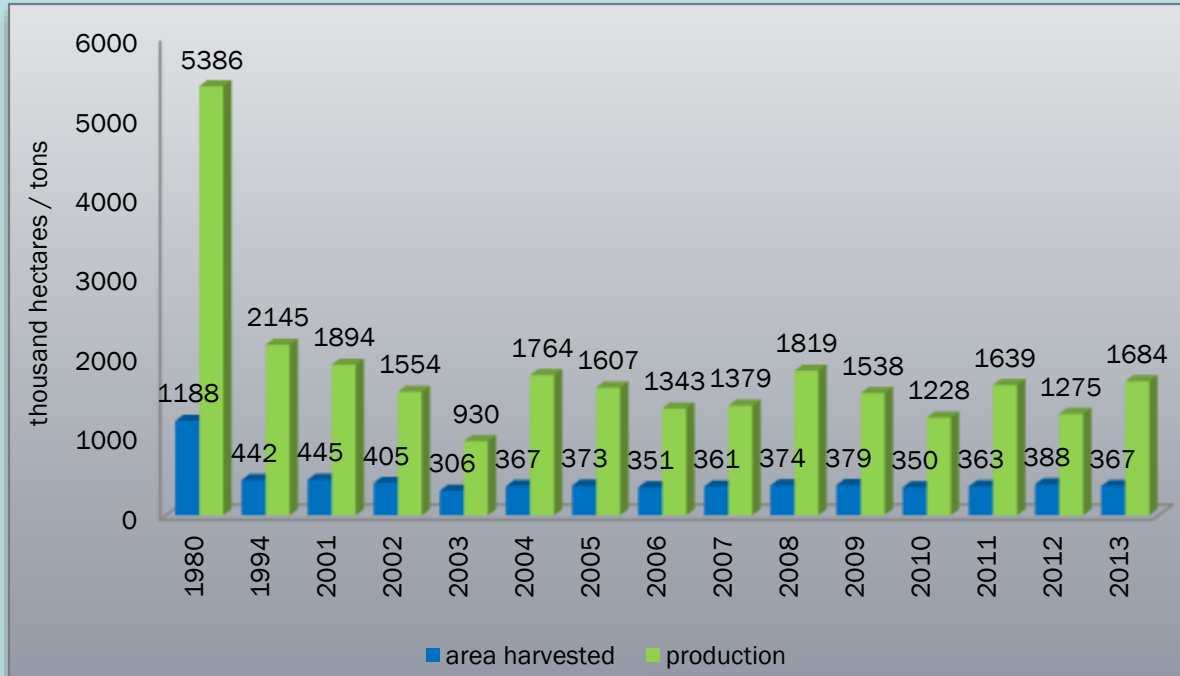
* thousand hectares /tons

Area harvested of cereals in the year 2013



Wheat (*Triticum aestivum*)

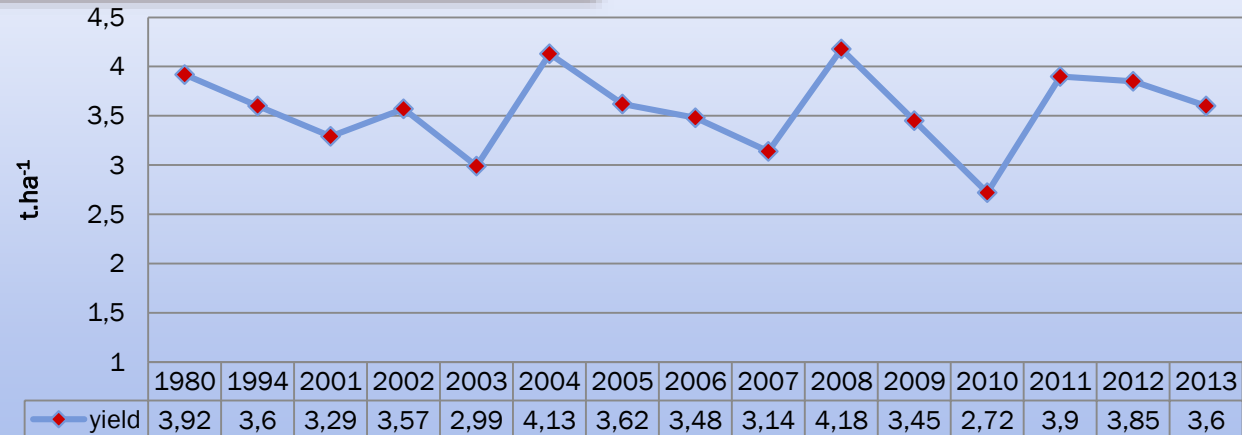
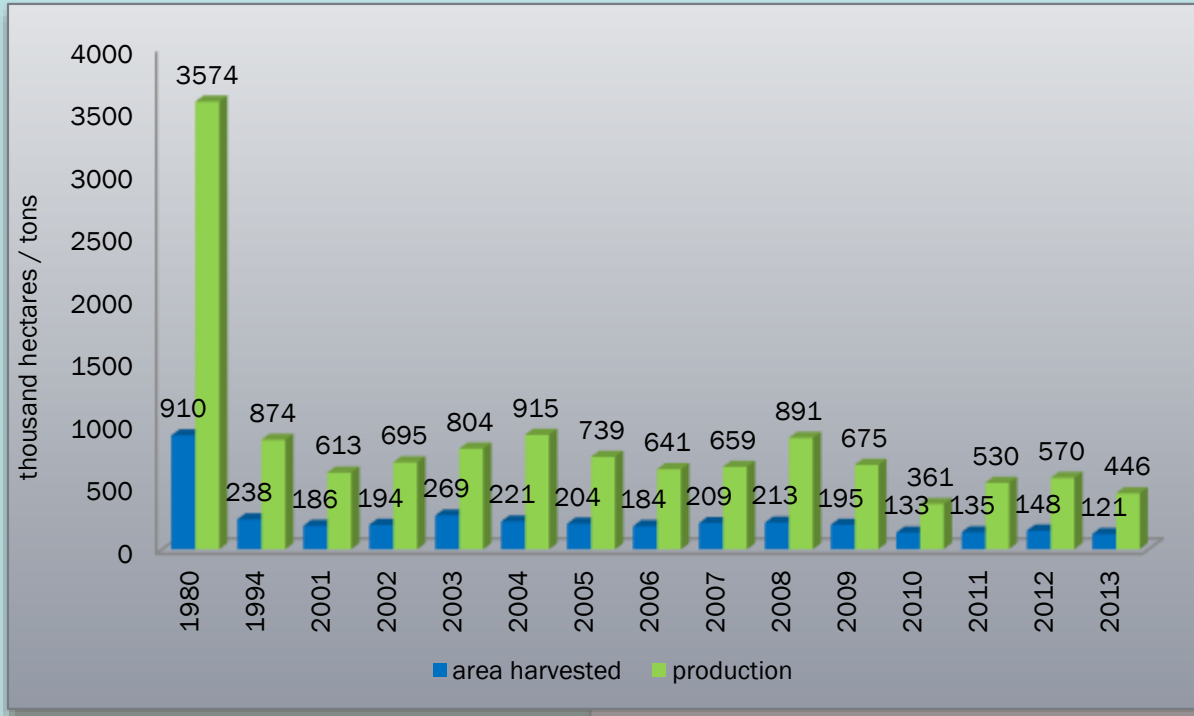
Area harvested, production and yield of wheat in the years 1980, 1994 and 2001-2013 in Slovakia



Source: <http://faostat.fao.org>

Barley (*Hordeum distichon*, *hordeum vulgare*)

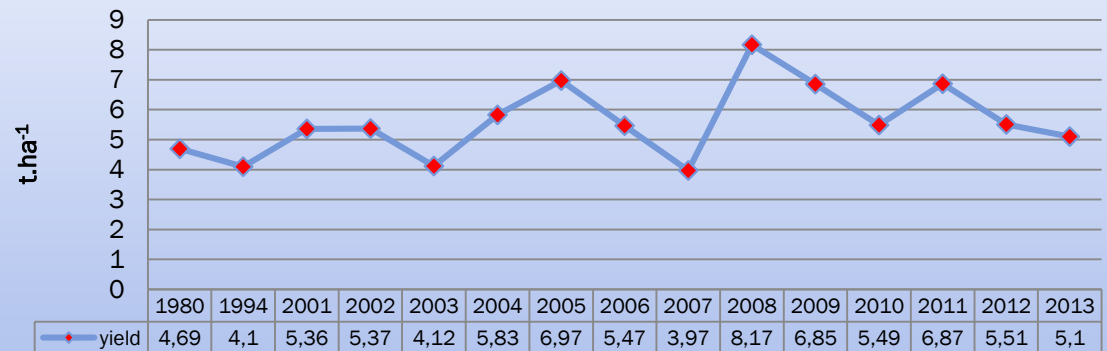
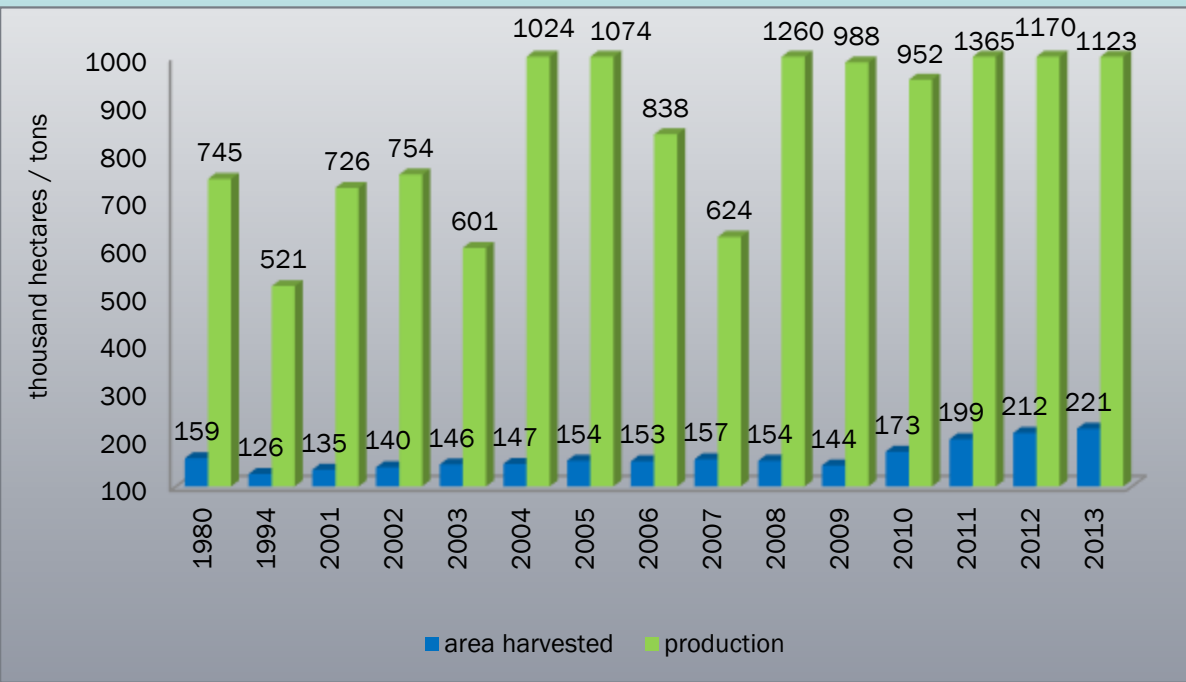
Area harvested, production and yield of spring barley in the years 1980, 1994 and 2001-2013 in Slovakia



Source: <http://faostat.fao.org>

Maize (*Zea mays*)

Area harvested, production and yield of maize in the years 1980, 1994 and 2001-2013 in Slovakia

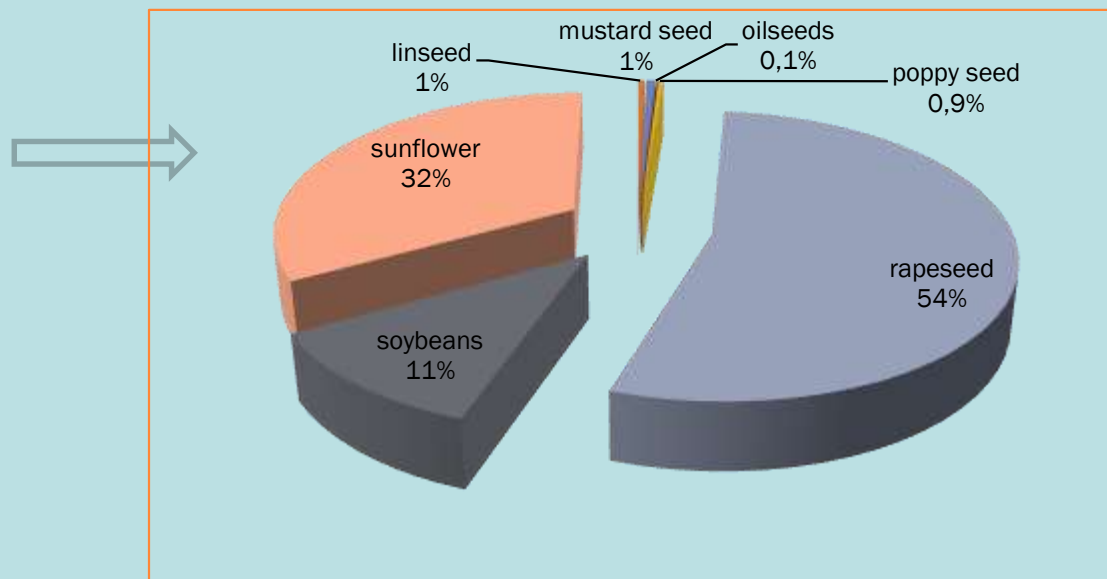


Oil crops

	1980	1994	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Area harvested *	158	89	181	203	210	198	215	252	234	252	270	270	257	226	253
Yield (t.ha ⁻¹)	0,68	0,69	0,79	0,72	0,61	0,93	0,81	0,78	0,76	0,97	0,84	0,71	0,84	0,75	0,91
Production *	101	62	143	151	129	185	174	199	180	245	229	190	217	171	231

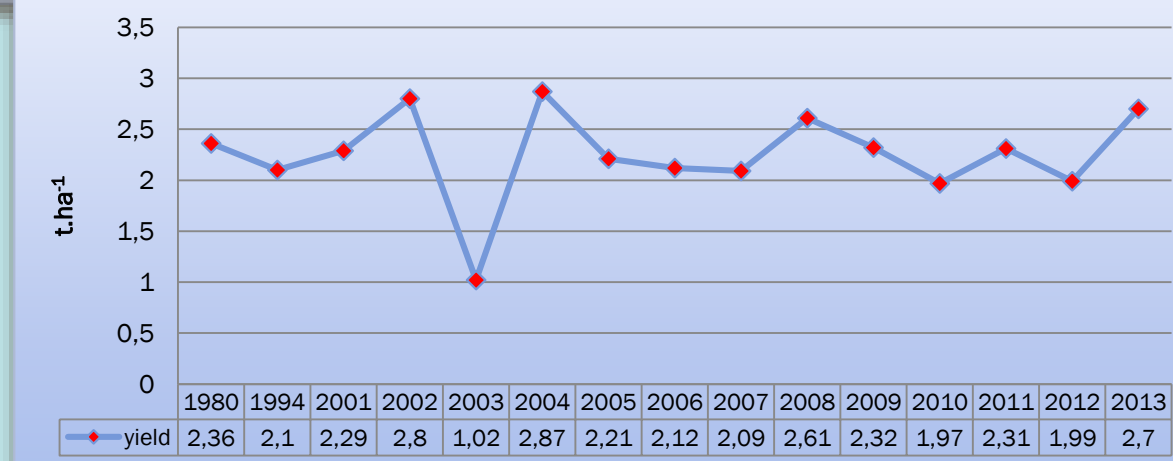
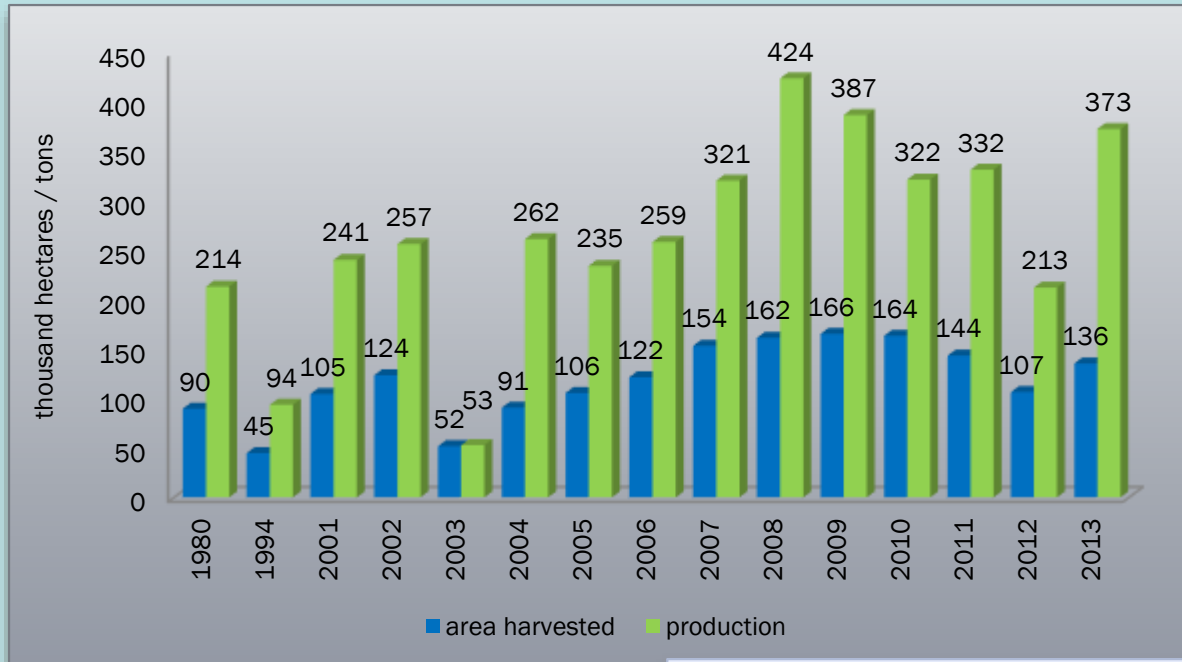
* thousand hectares /tons

Area harvested of oilcrops in the year 2013



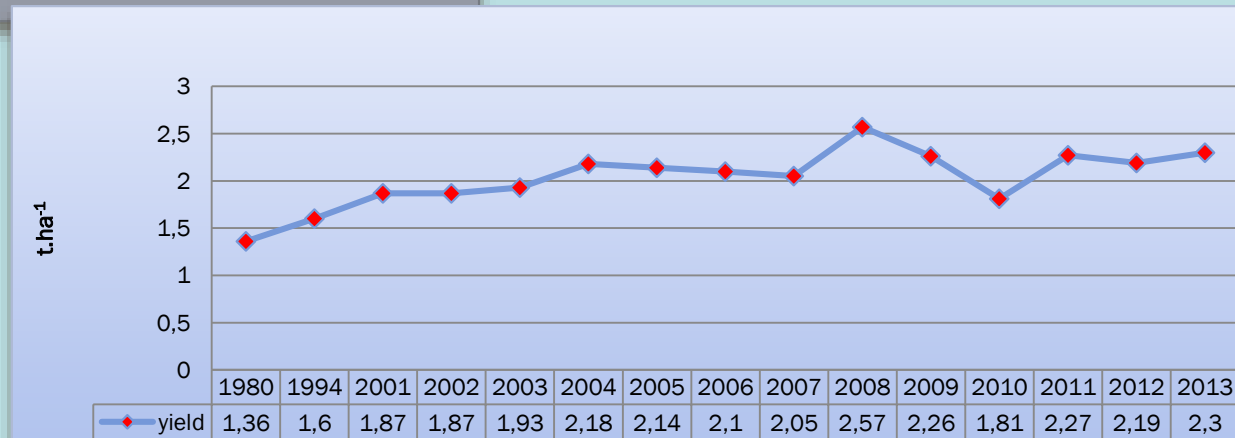
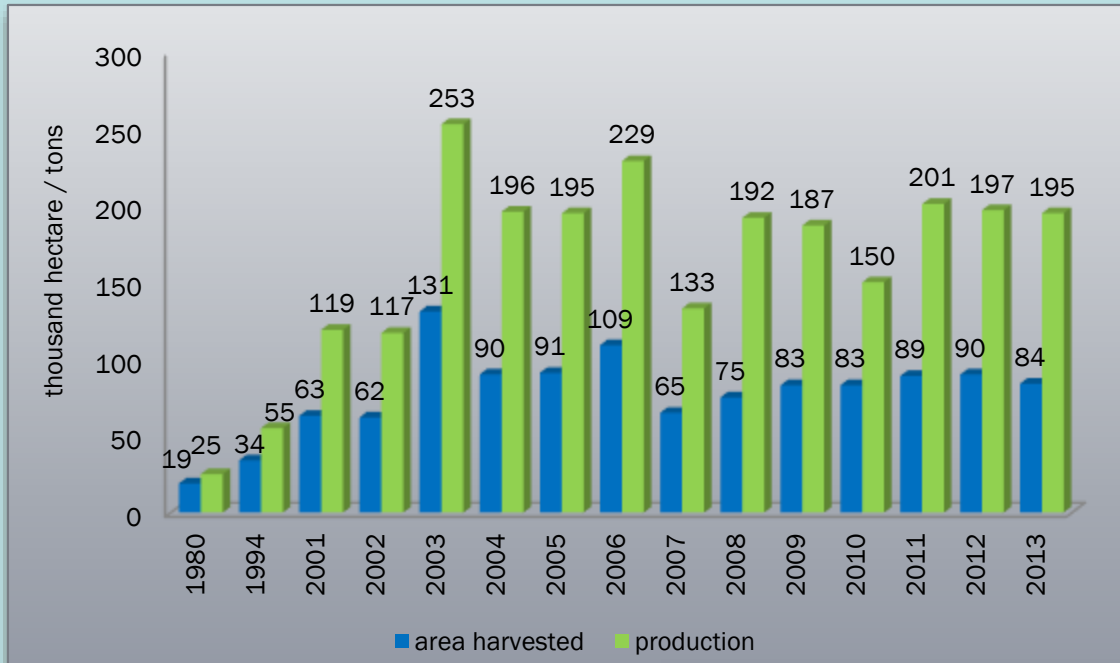
Oil seed rape (*Brasica napus conv. napus*)

Area harvested, production and yield of oilseed rape in the years 1980, 1994 and 2001-2013 in Slovakia



Sunflower (*Heliantus annus*)

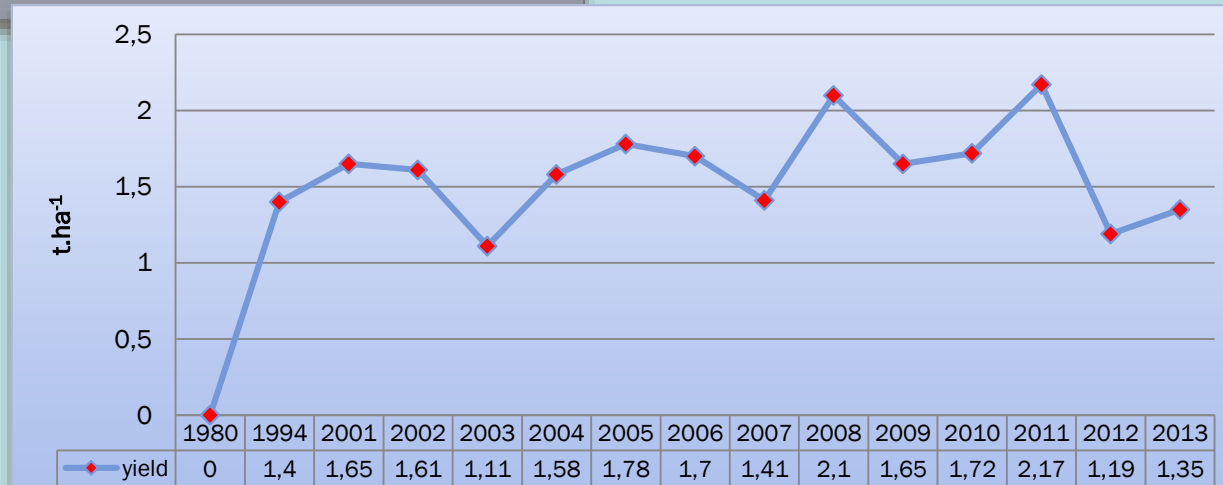
Area harvested, production and yield of sunflower in the years 1980, 1994 and 2001-2013 in Slovakia



Source: <http://faostat.fao.org>

Soybean (*Glycine soya*)

Area harvested, production and yield of soybean in the years 1980, 1994 and 2001-2013 in Slovakia



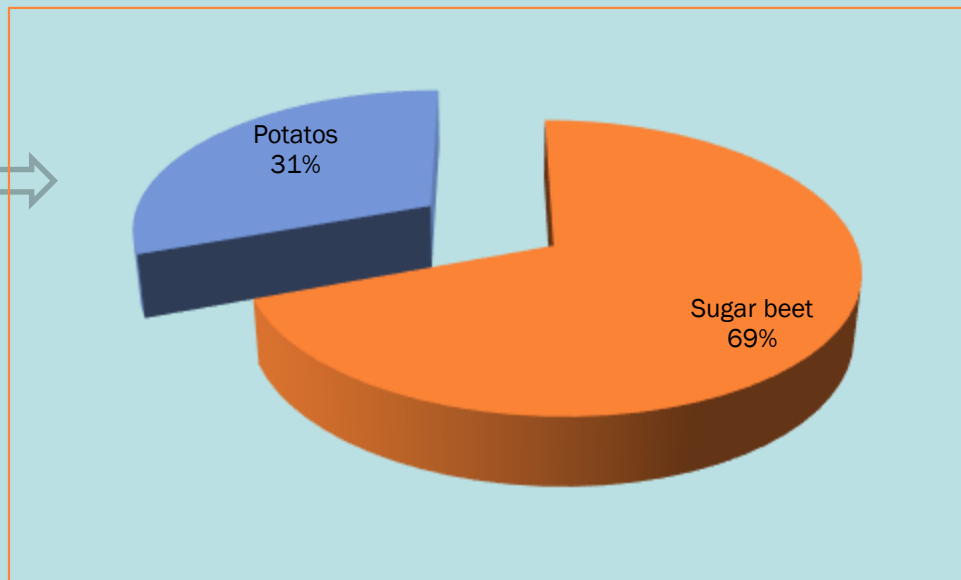
Source: <http://faostat.fao.org>

Roots and tuber crops

	1980	1994	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Area harvested *	410	73	57,5	57	57	59	52	46	36	25	28	29	28	28,5	29,3
Yield (t.ha ⁻¹)	23,78	22,09	26,58	31,11	25,95	30,56	34,09	31,91	30,54	39,12	37,47	32,98	42,54	32,09	37,31
Production *	9750	1612	1528	1773	1479	1803	1773	1468	1099	978	1048	956	1191	915	1038

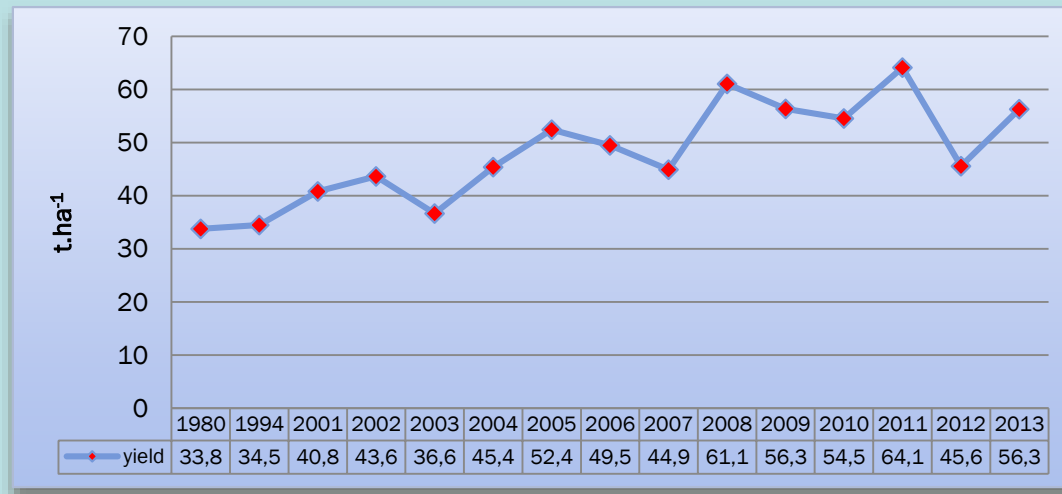
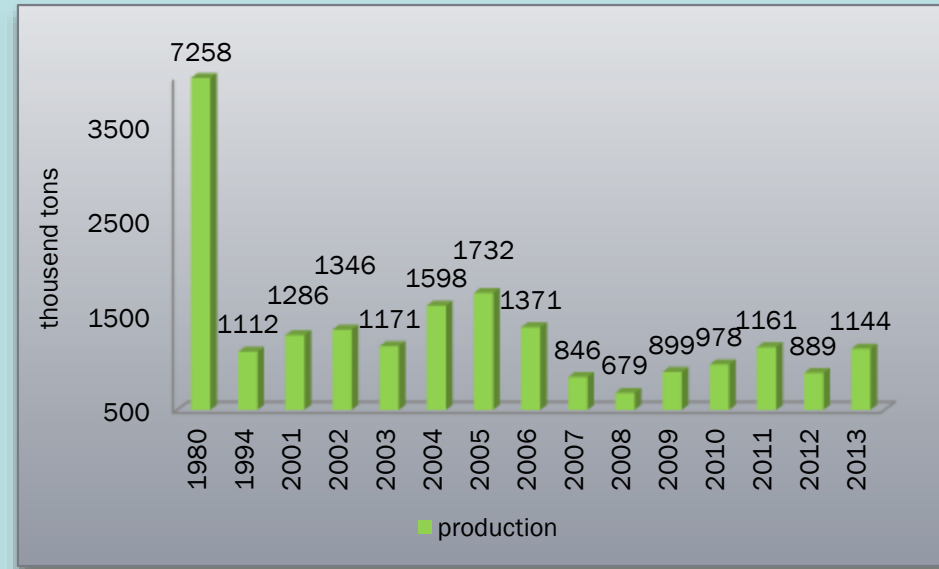
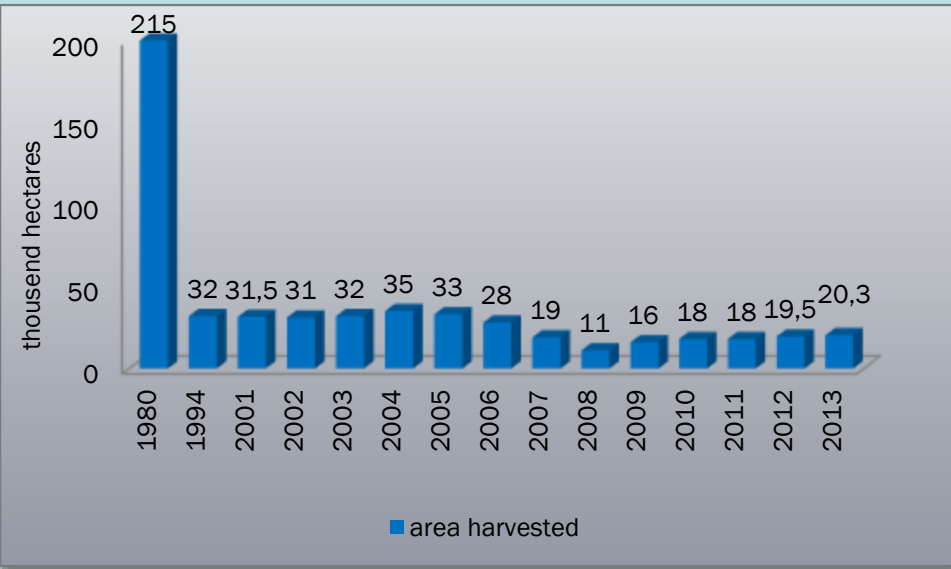
* thousand hectares /tons

Area harvested of roots and tubers in the year 2013



Sugar beet (*Beta vulgaris* prov. *alissima*)

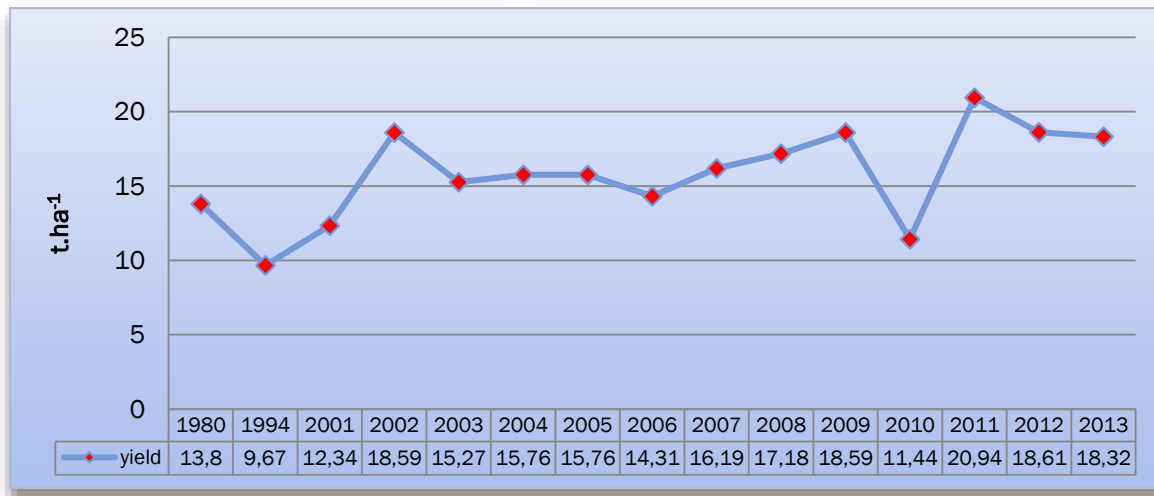
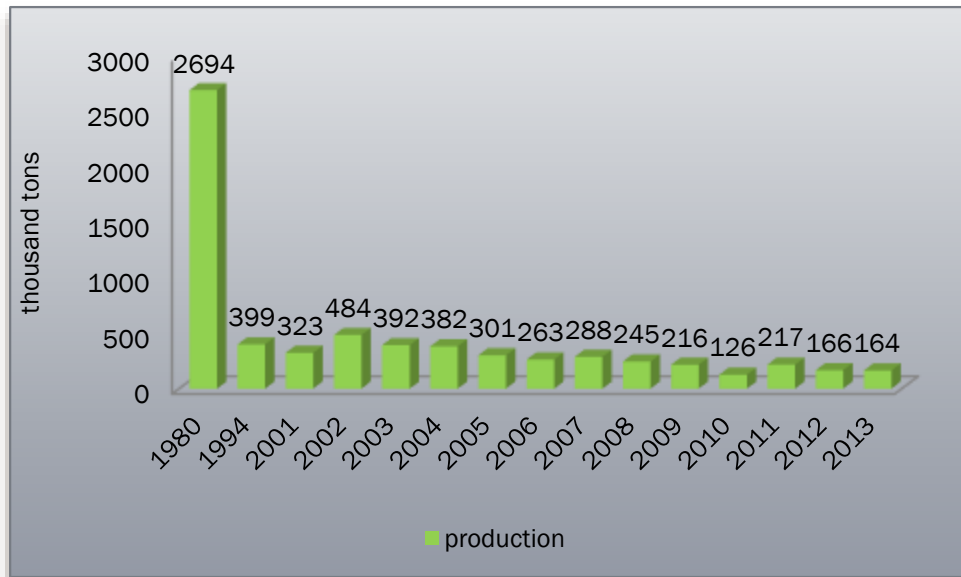
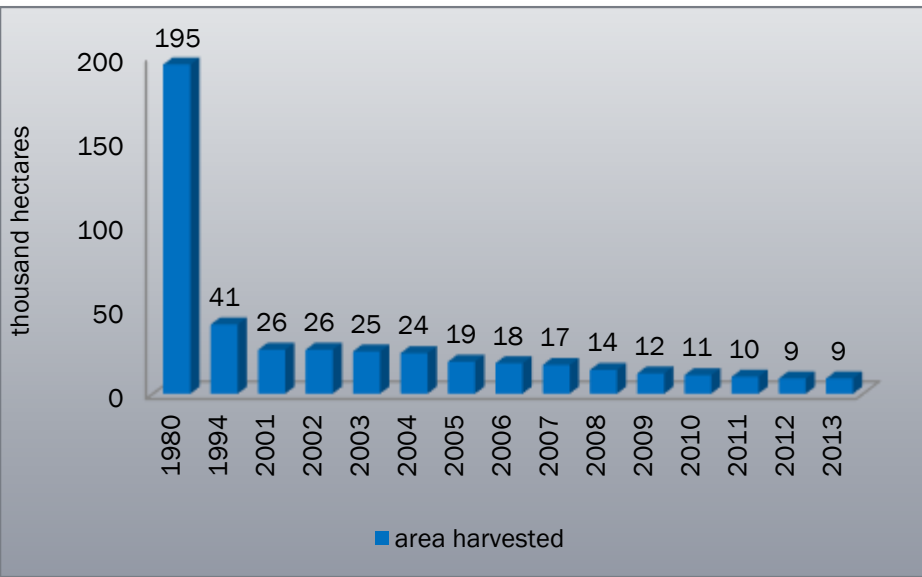
Area harvested, production and yield of sugar beet in the years 1980, 1994 and 2001-2013 in Slovakia



Source: <http://faostat.fao.org>

Potato (*Solanum tuberosum*)

Area harvested, production and yield of potatoes in the years 1980, 1994 and 2001-2013 in Slovakia



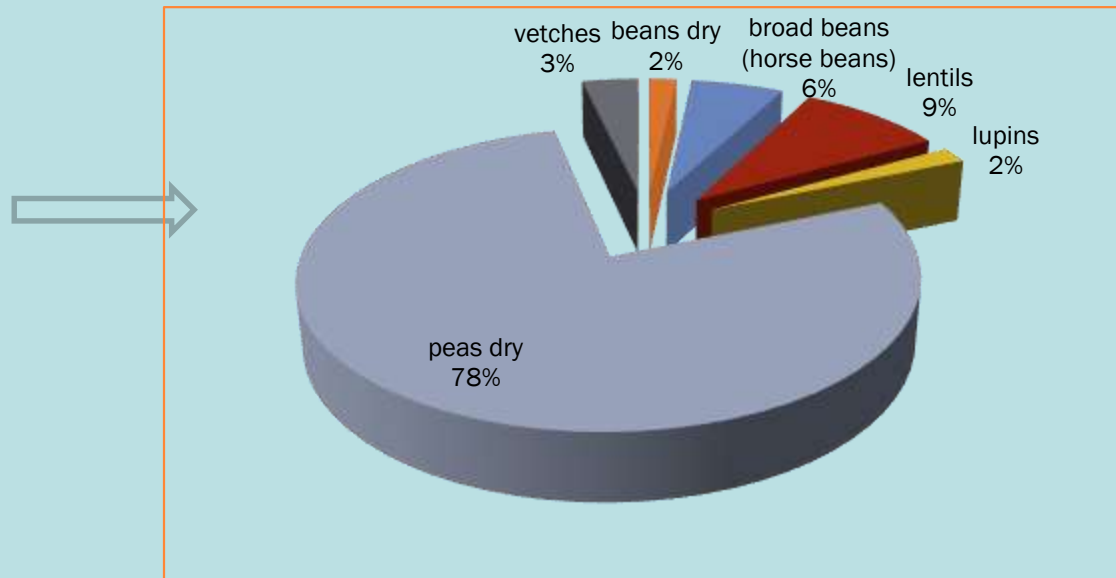
Source: <http://faostat.fao.org>

Pulses

	1980	1994	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Area harvested *	82	68	13	14	18	16	16	17	14	10	9	13	8	8	5
Yield (t.ha ⁻¹)	1,94	2,75	1,92	1,76	1,96	1,67	2,07	1,98	2,36	2,31	1,41	1,56	1,56	1,79	1,87
Production *	159	187	25	24,6	35,3	26,7	33,1	33,7	33	23,1	12,7	20,28	12,48	14,32	9,35

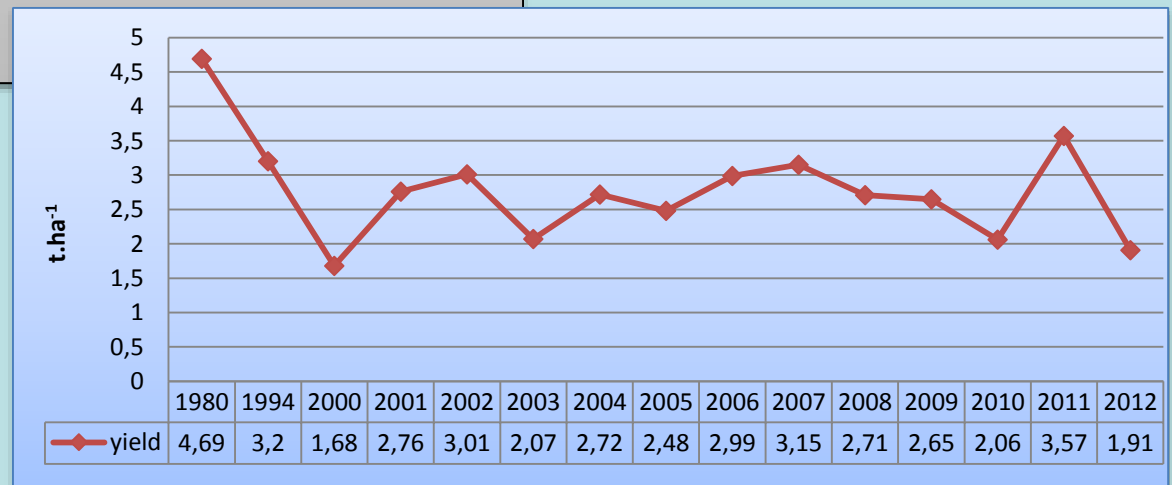
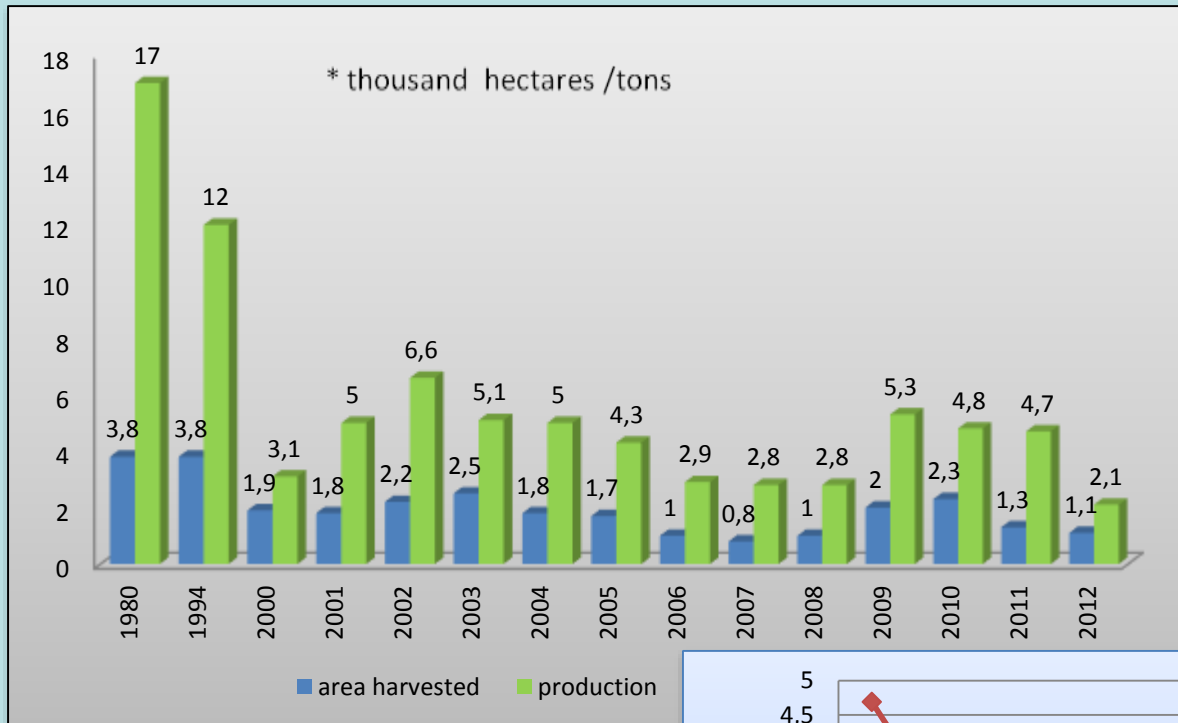
* thousand hectares /tons

Area harvested of pulses in the year 2013



Green pee (*Pisum sativum*)

Area harvested, production and yield of pee in the years 1980, 1994 and 2000-2012 in Slovakia



Ďakujem za pozornosť

Thank you for your attention

