

Katedra experimentální biologie rostlin Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze
Letní semestr 2012/2013

Rostliny a rozkvět a pád civilizace

*„Kam nás vývoj
zemědělství dovedl...“*

Lubomír Nátr

Pravděpodobný obsah:

Jedinečný rozvoj civilizace a zemědělství v 19. a 20. století

Historický přehled od vývoje parního a spalovacího motoru

Biologické základy produktivity plodin

Faktory, které zajistily růst produkce v 19. a 20. století

Současné možnosti dalšího růstu produkce plodin

Příště:

Sporné a negativní důsledky intenzivní produkce plodin.

Sporné a negativní důsledky zajištění potravin pro všechny???

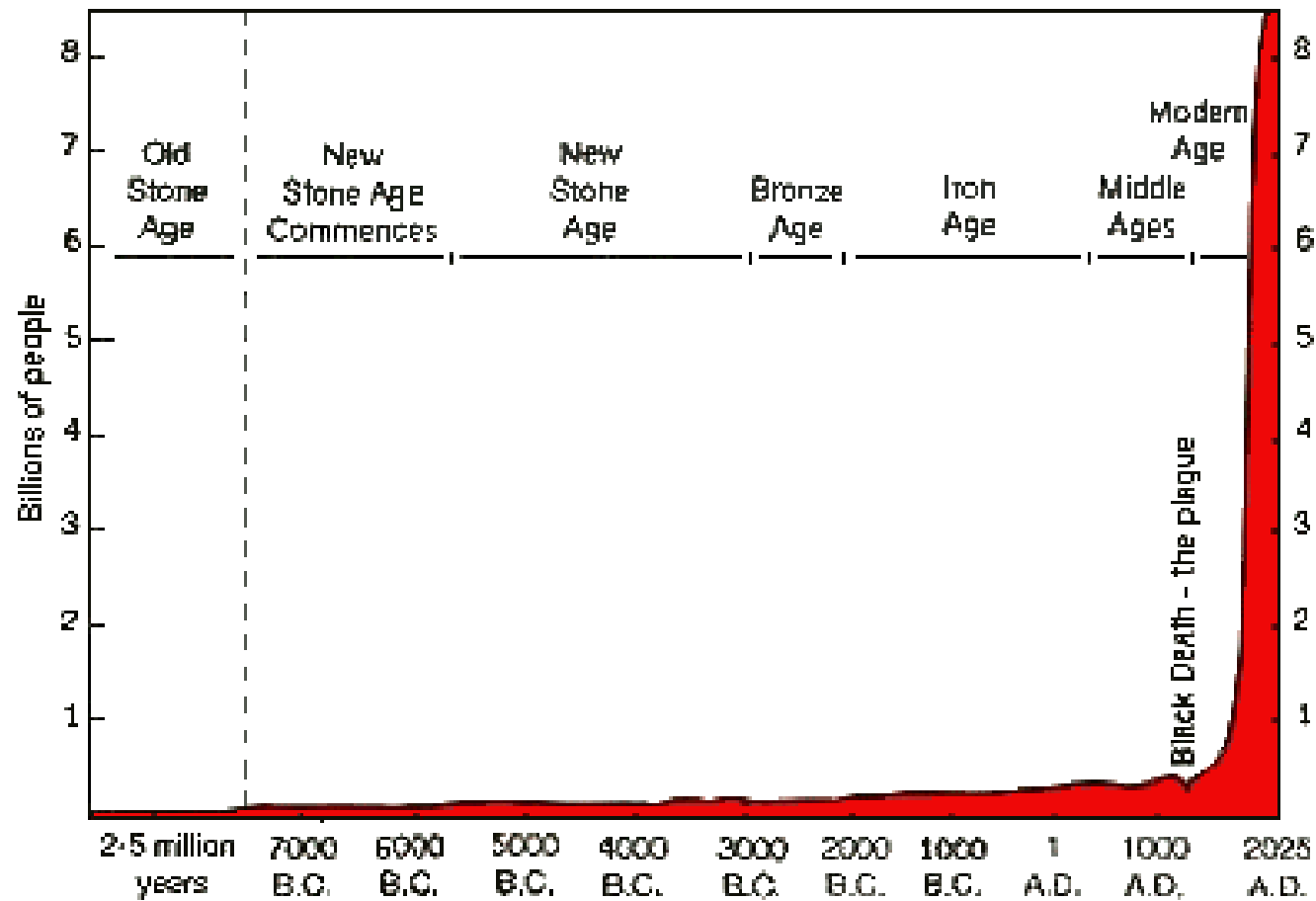
Rozkvět civilizací v minulosti a také pád lidských civilizací.

19. a 20. století:

Historicky jedinečný rozkvět

- populace**
- produkce potravin**

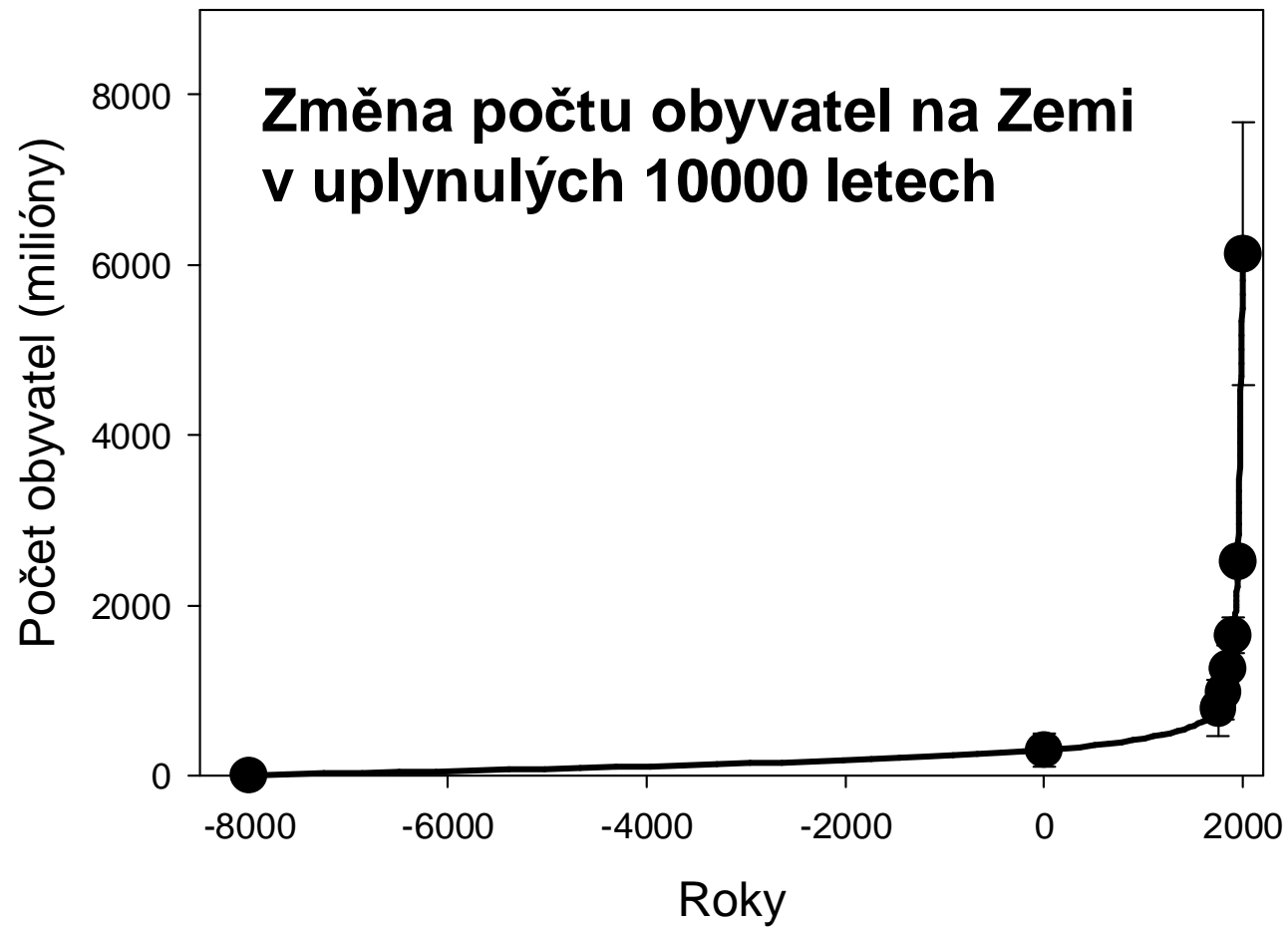
World Population Growth Through History



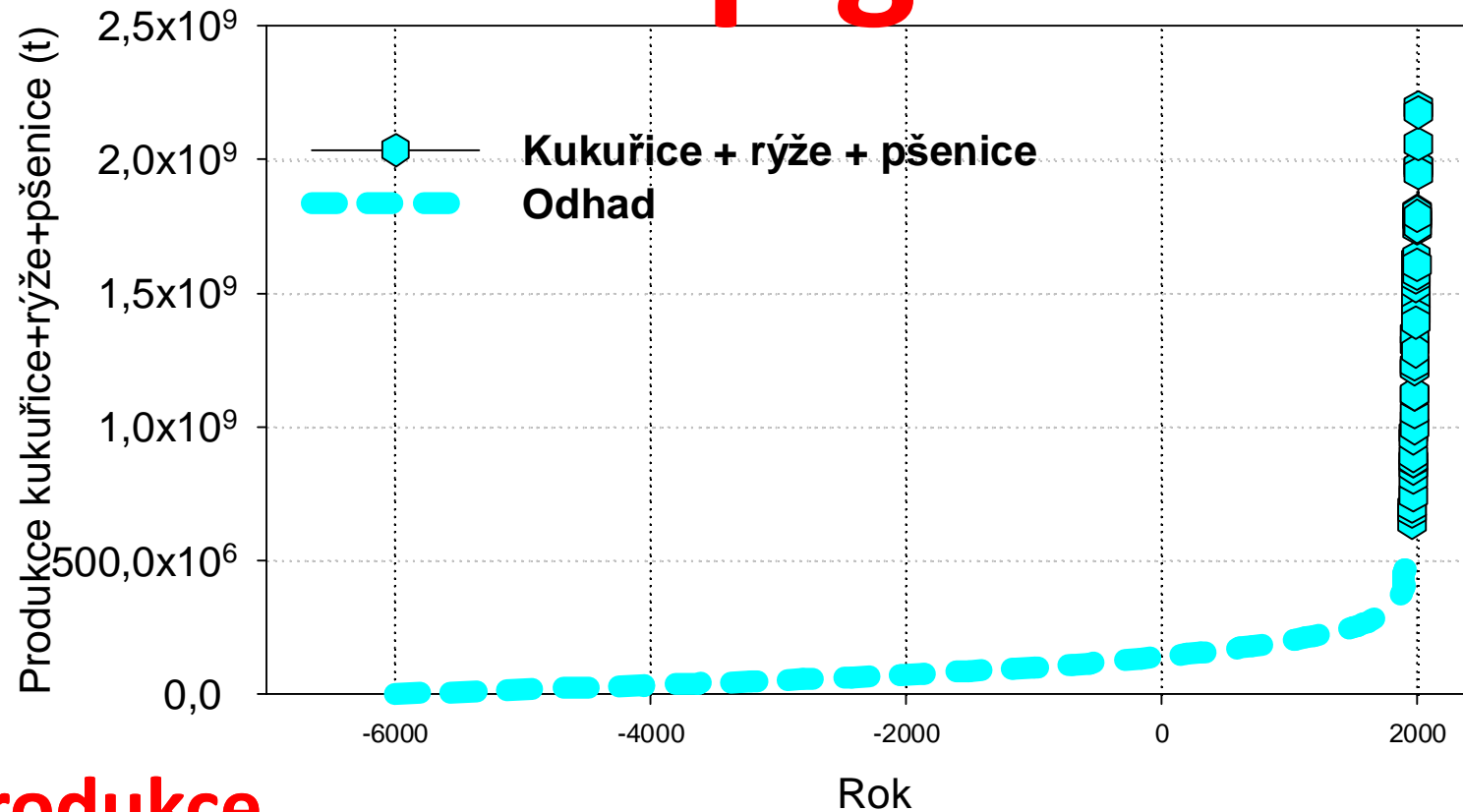
World population growth

<http://www.susps.org/overview/numbers.html>

Lubomír Nátr, 2013

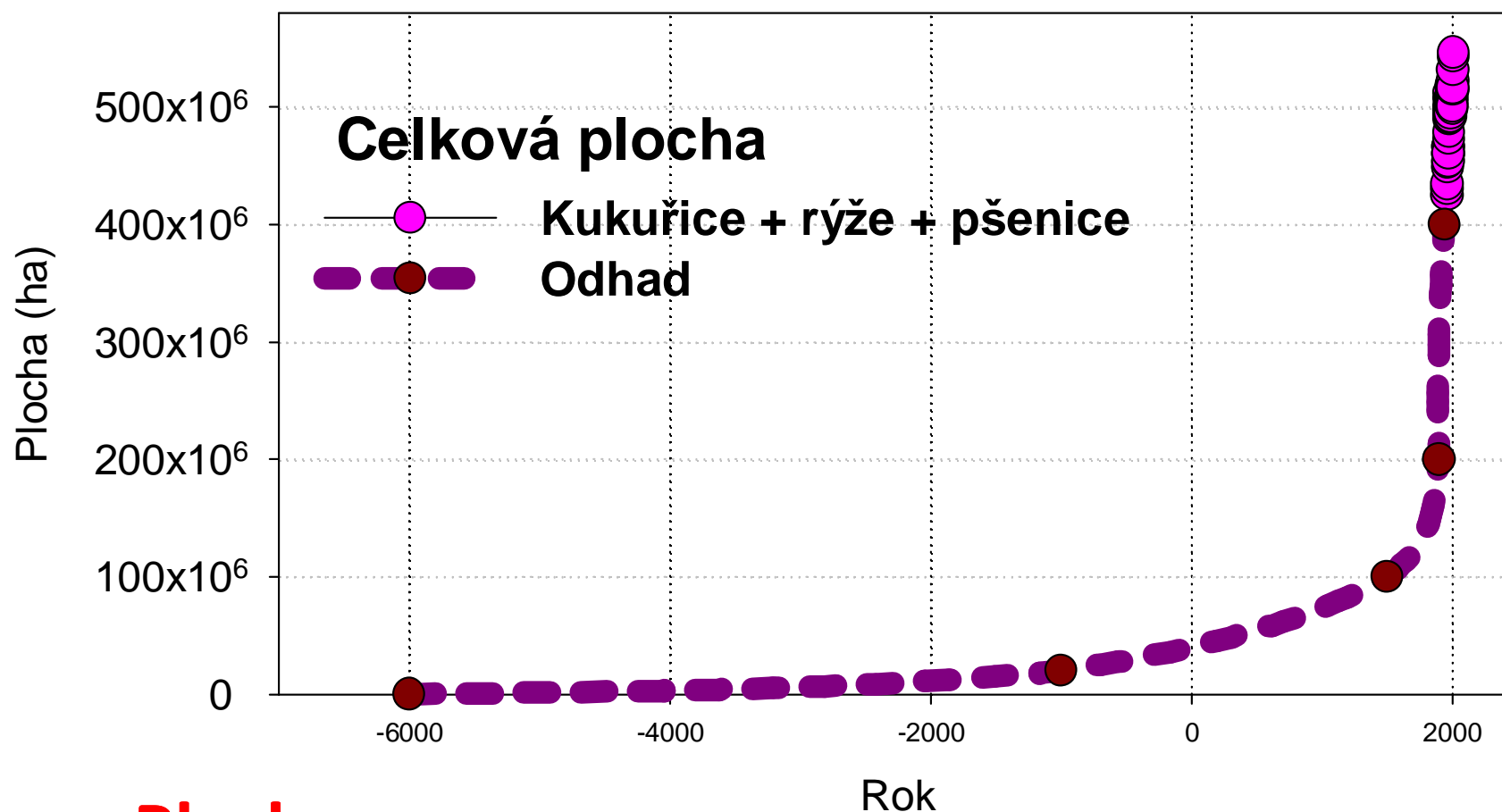


World crop growth



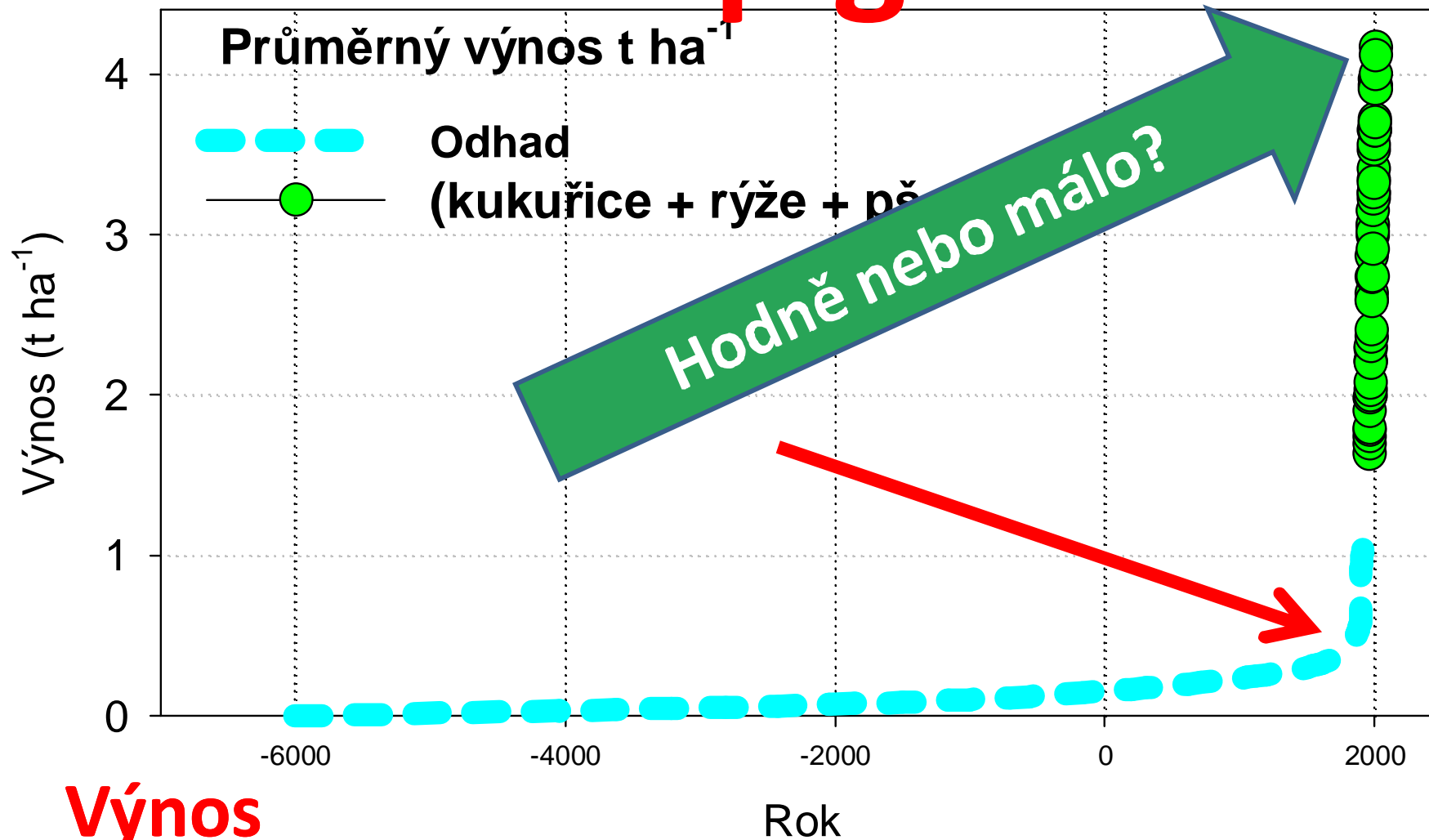
**Produkce
(miliardy tun)**

World crop growth



Plocha
milióny hektarů

World crop growth



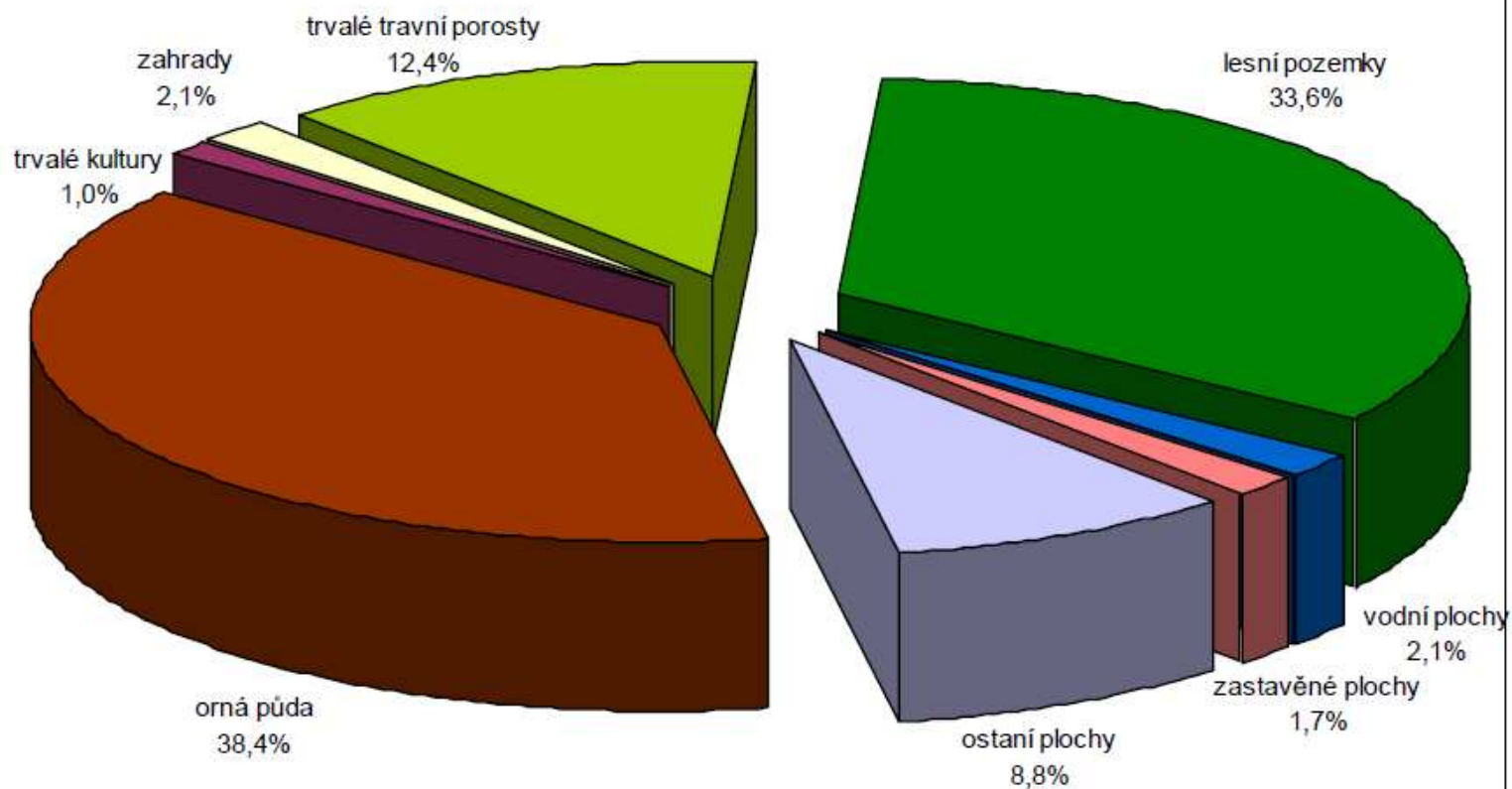
Výnos
 $t\ ha^{-1}$

Celková výměra zemědělského půdního fondu České republiky k 31. 12. 2008 činí 4 244 tis. ha, což je přibližně 54 % celkové rozlohy půdního fondu ČR (7 887 tis. ha). Proti roku 2005 došlo ke snížení rozlohy zemědělské půdy cca o 16 tis. ha, tj. o 0,38 %. Orná půda zaujímá 3 026 tis. ha, chmelnice 11 tis. ha, z toho využívaných 5,3 tis. ha, vinice 19 tis. ha, ovocné sady 46 tis. ha, zahrady 163 tis. ha a trvalé travní porosty (louky a pastviny) zaujímají 980 tis. ha. Nezemědělská půda činí celkem 3 642 tis. ha, přibližně 46 %.

Půdní fond ČR

Přehled rozdělení půdního fondu ČR k 31.12.2008

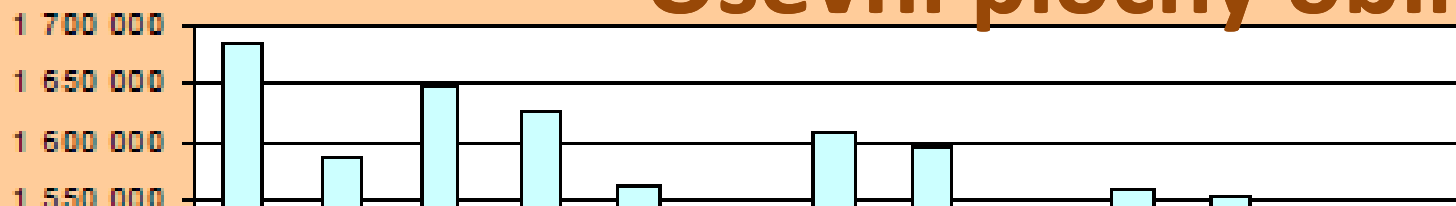
78 867 km²
10,5 . 10⁶ obyvatel



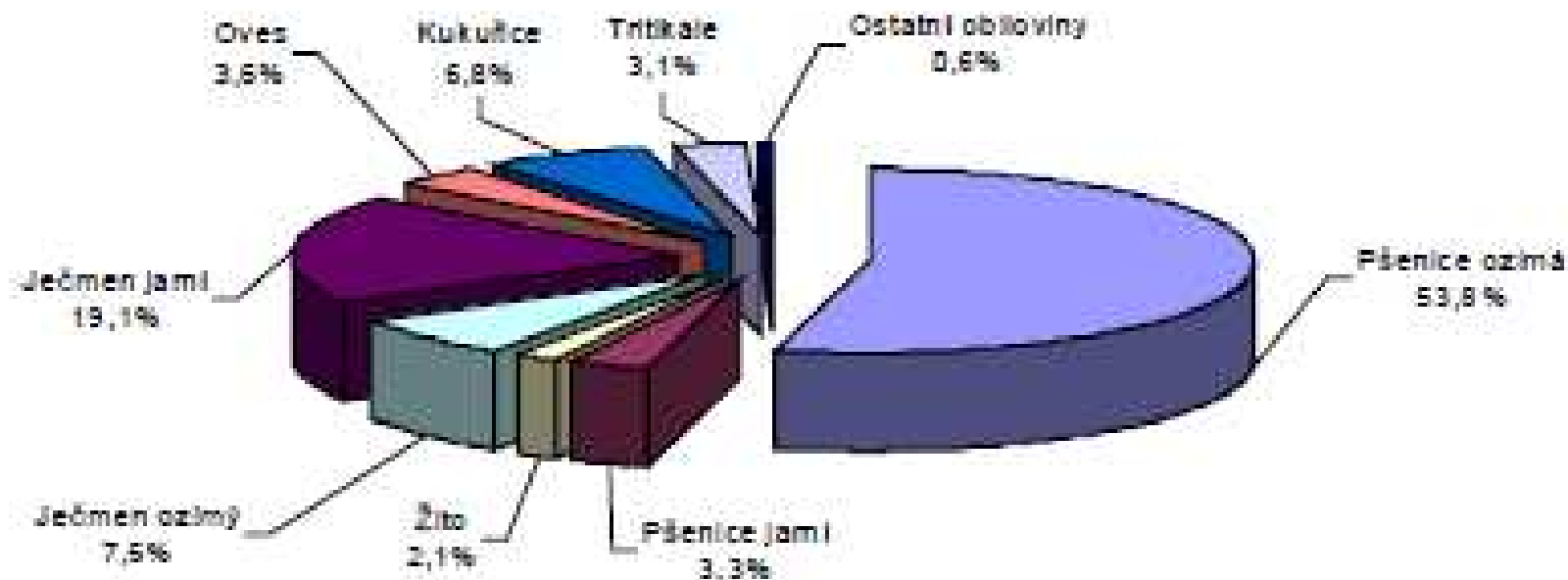
Lubomír Nátr, 2013

Vývoj osevních ploch obilnin celkem

Osevní plochy obilnin ČR



Struktura osevu obilovin v roce 2010



Produkce obilnin ČR

Tab. č. 4. Produkce obilovin v zemích EU za marketingové roky 2008/2009-2010/2011

Obilovina		Výmára (mil. ha)			Prům. výnosy (t/ha)			Produkce (mil. t)		
		2008/09	2009/10	2010/11	2008/10	2009/10	2010/11	2008/09	2009/10	2010/11
Pšenice setá	EU	23,2	22,5	23,0	6,0	5,7	5,6	140,0	129,1	127,9
Jedmen	EU	14,5	13,9	12,2	4,5	4,5	4,3	65,4	61,8	52,7
Kukuřice	EU	8,8	8,5	8,1	7,1	6,7	6,8	62,6	57,1	55,6
Pšenice tvrdá	EU	3,2	2,9	3,0	3,2	2,9	3,0	10,1	8,5	8,8
Zito	EU	2,7	2,8	2,6	3,4	3,4	2,9	9,3	9,6	7,6
Ostatní obiloviny	EU	7,5	7,4	7,2	3,4	3,4	3,2	25,1	25,4	23,2
Obiloviny celkem	EU	59,8	58,0	56,0	5,2	5,0	4,9	312,5	219,5	275,9

Source: Eurostat, Česká republika, 2010

Bilance obilnin CR

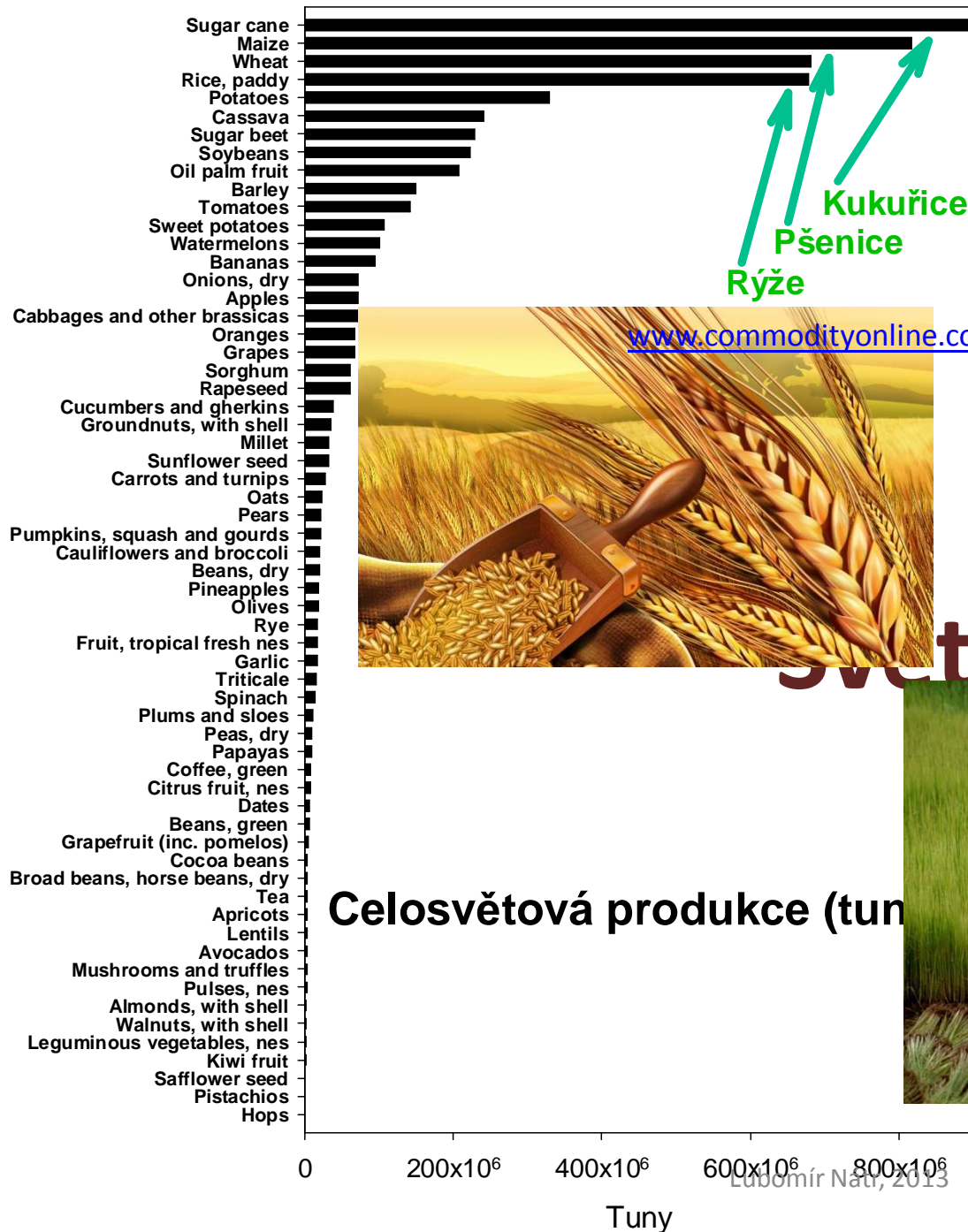
Bilanční tabulka obilovin celkem (kromě rýže)

Ukazatel	Jedn.	2005/ 2006	2006/ 2007	2007/ 2008	2008/ 2009	2009/ 2010	2010/ *) 2011
Osevní plocha	tis. ha	1 611,5	1 532,0	1 579,8	1 558,6	1 541,7	1 459,5
Výnos	t/ha	4,75	4,17	4,53	5,37	5,08	4,79
Výroba	tis. t	7 659,9	6 386,1	7 152,9	8 369,5	7 832,0	7 038,2
Počáteční zásoby	tis. t	1 775,1	1 149,6	920,3	1 210,1	1 409,9	1 510,7
Dovoz celkem	tis. t	61,1	384,3	179,7	126,8	73,8	123,0
Čelková nabídka	tis. t	9 496,1	7 920,0	8 252,9	9 706,4	9 315,7	8 671,9
Domácí spotřeba celkem ¹⁾	tis. t	6 077,3	5 527,1	5 699,5	5 833,0	5 388,0	5 208,5
z toho – potraviny	tis. t	2 009,5	1 907,0	1 997,0	1 987,0	2 045,0	2 005,0
– osiva	tis. t	351,0	337,0	348,5	347,0	333,0	339,5
– krmiva	tis. t	3 685,0	3 256,6	3 265,0	3 187,0	2 777,0	2 591,0
– technické užití	tis. t	21,8	26,5	28,0	31,0	33,0	37,0
Vývoz celkem	tis. t	1 961,9	1 472,6	1 343,2	2 272,5	2 073,2	1 927,0

A svět?

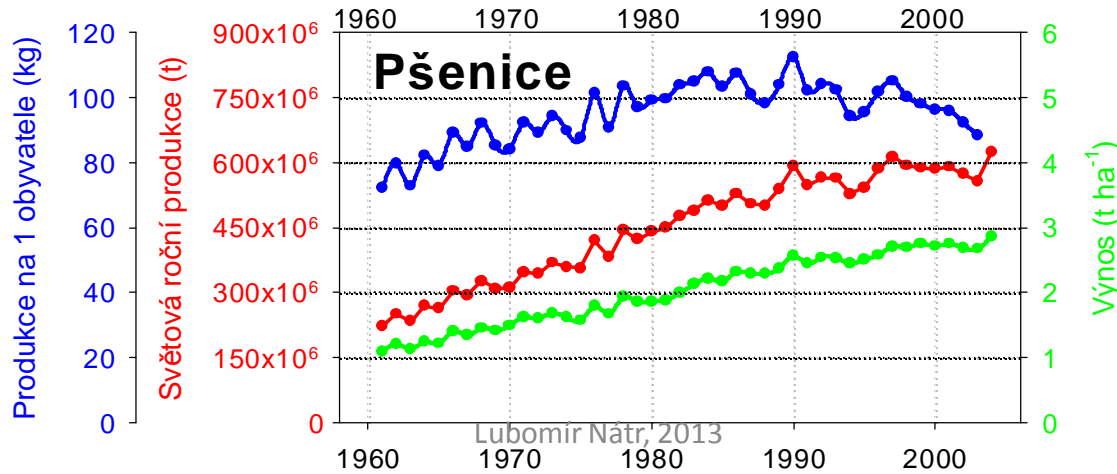
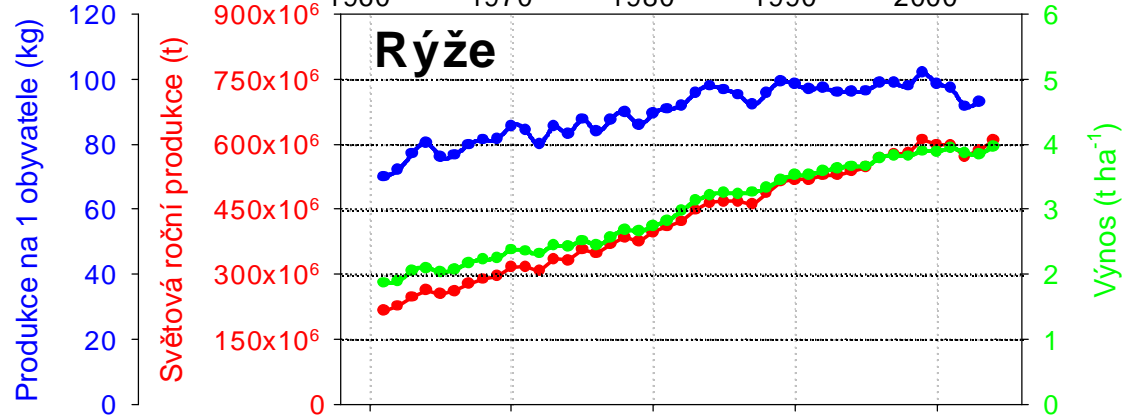
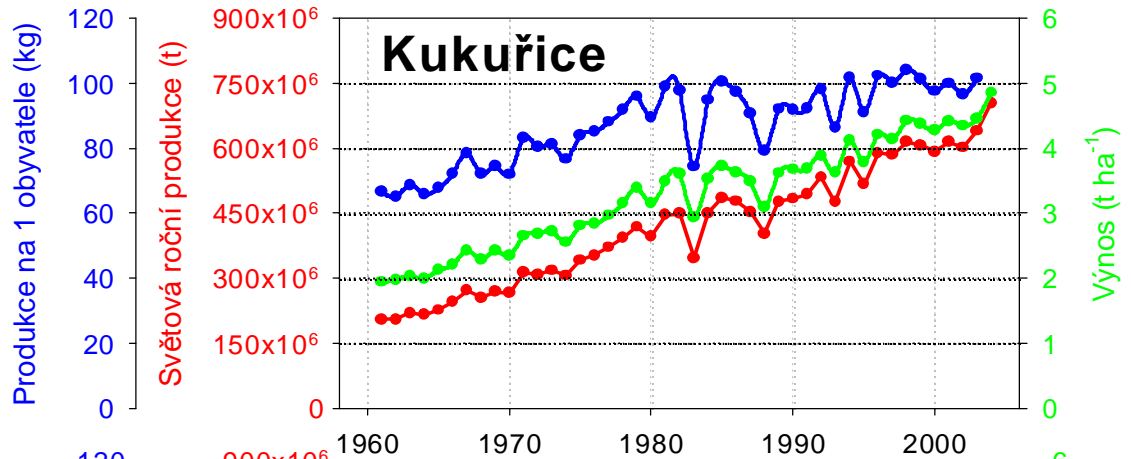
Lubomír Nátr, 2013

http://eagri.cz/public/web/file/93956/OBILOVINY_12_2010.pdf

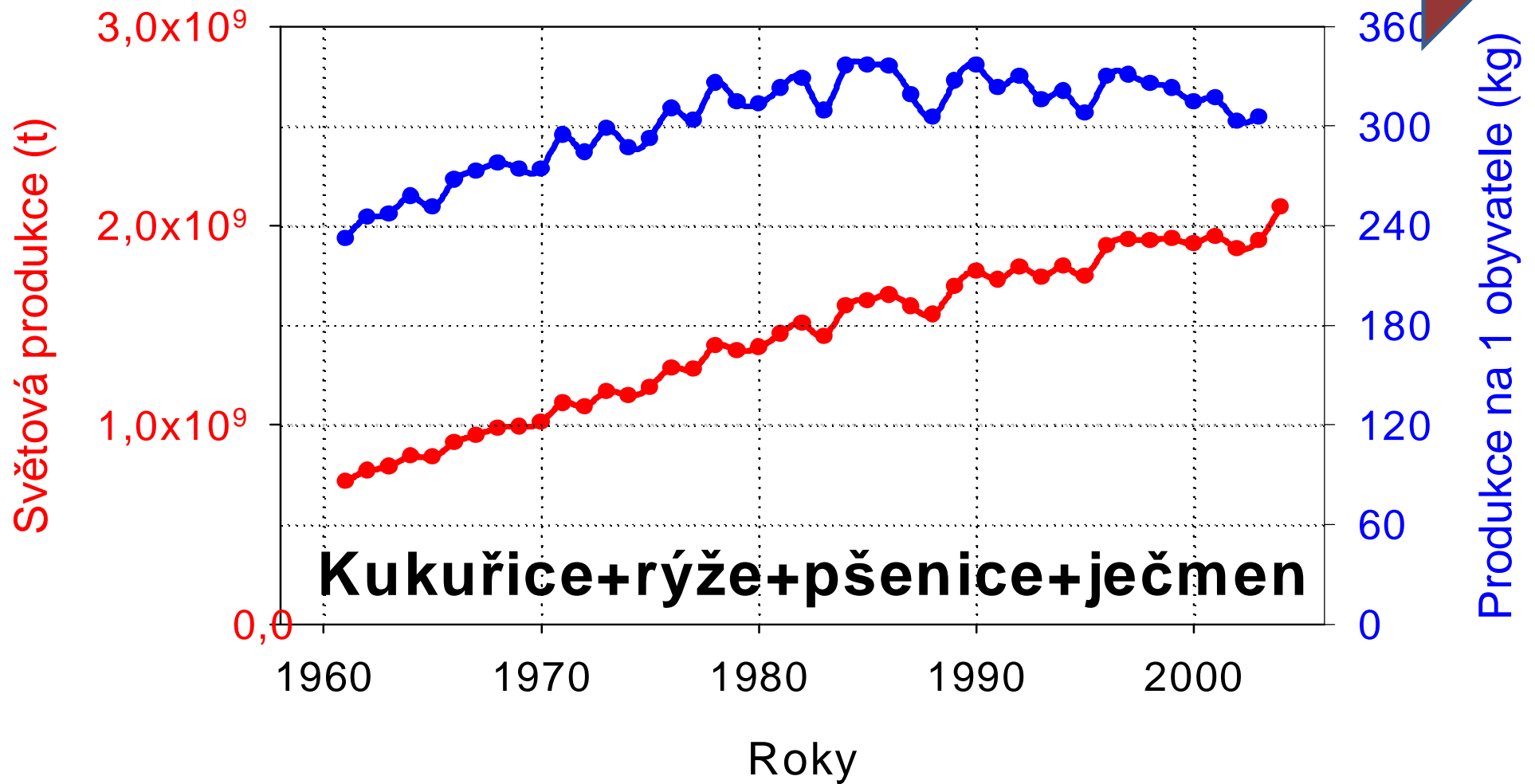


Svět hlavní plodiny

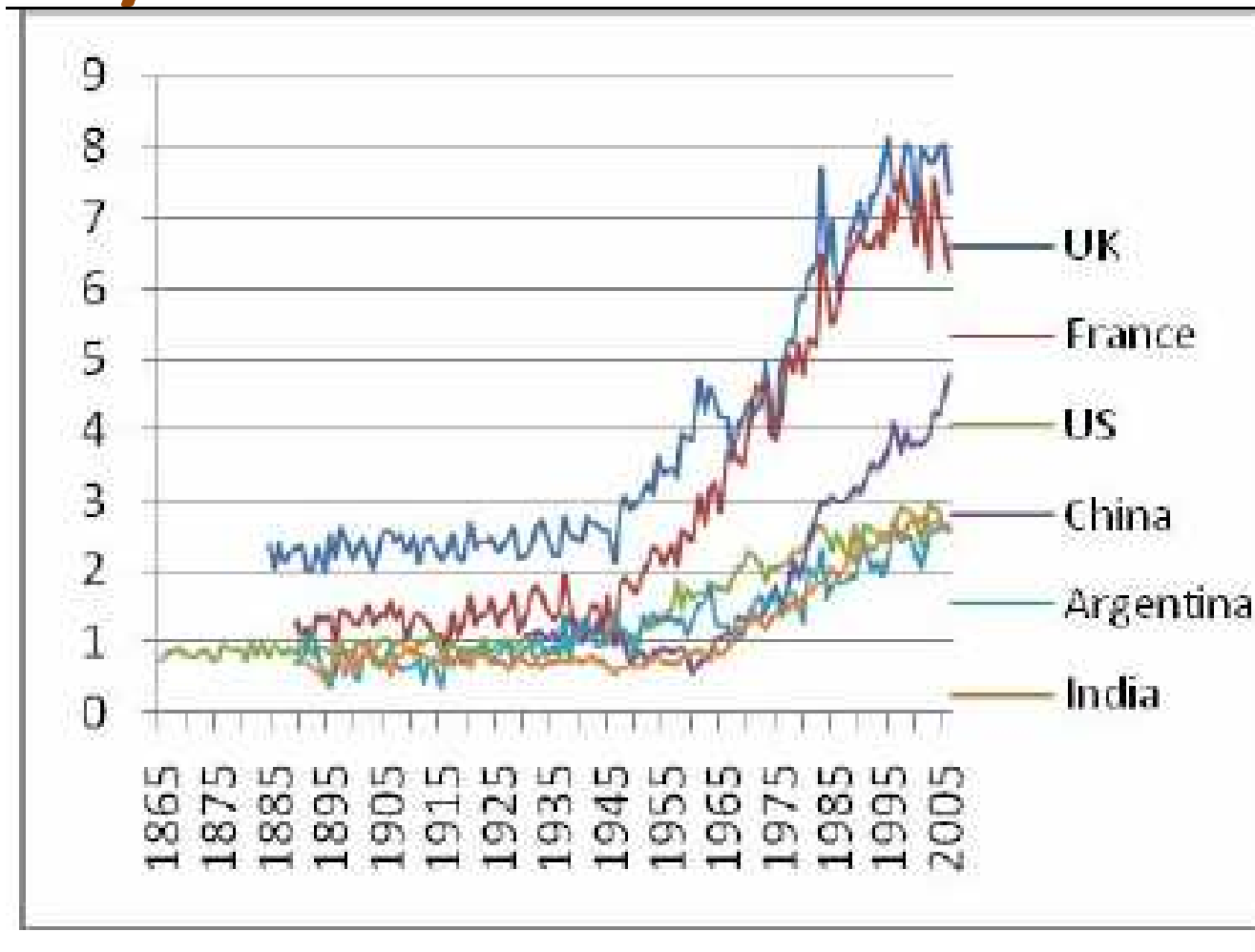
FAO data



Ošidnost průměrů

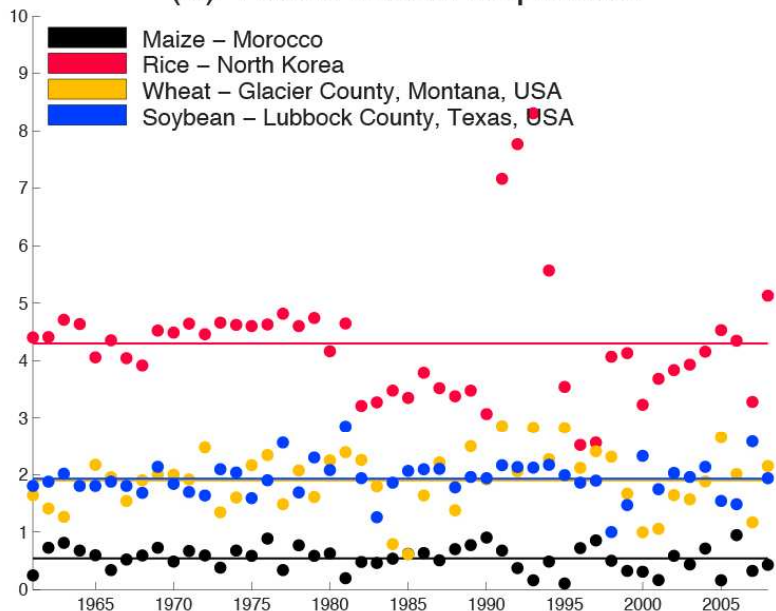


Wheat yields in selected countries

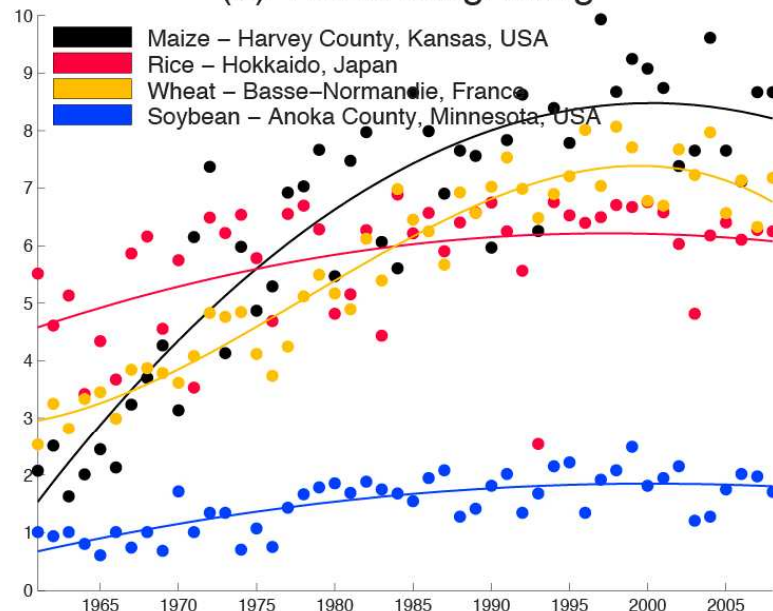


<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak977e/ak977e00.pdf>

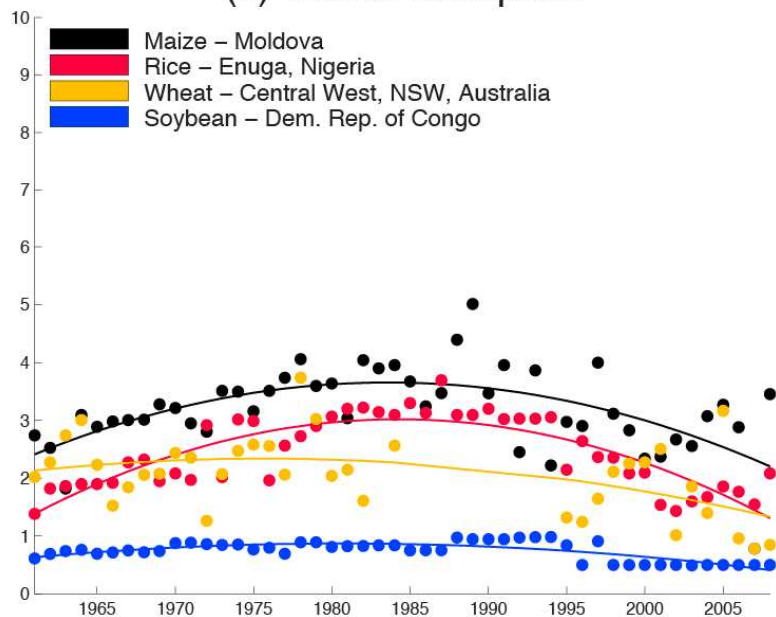
(a) Yields Never Improved



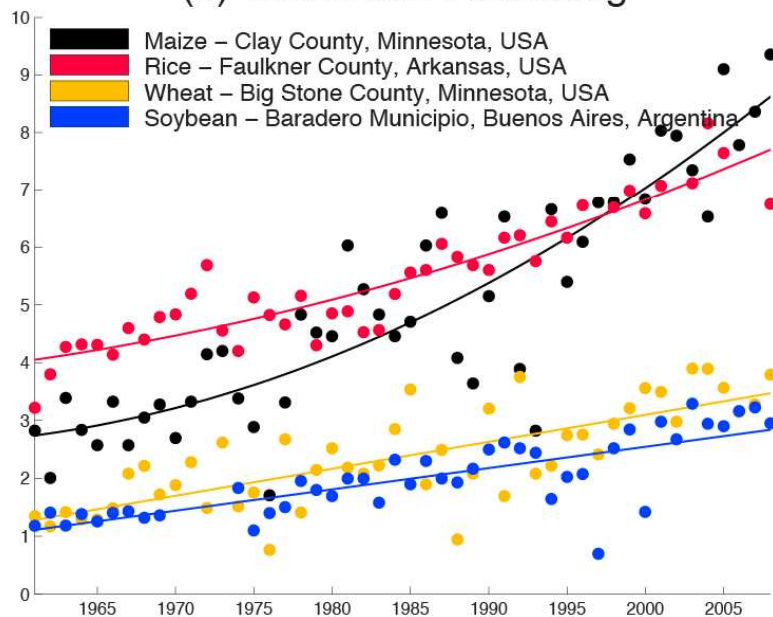
(b) Yields Stagnating

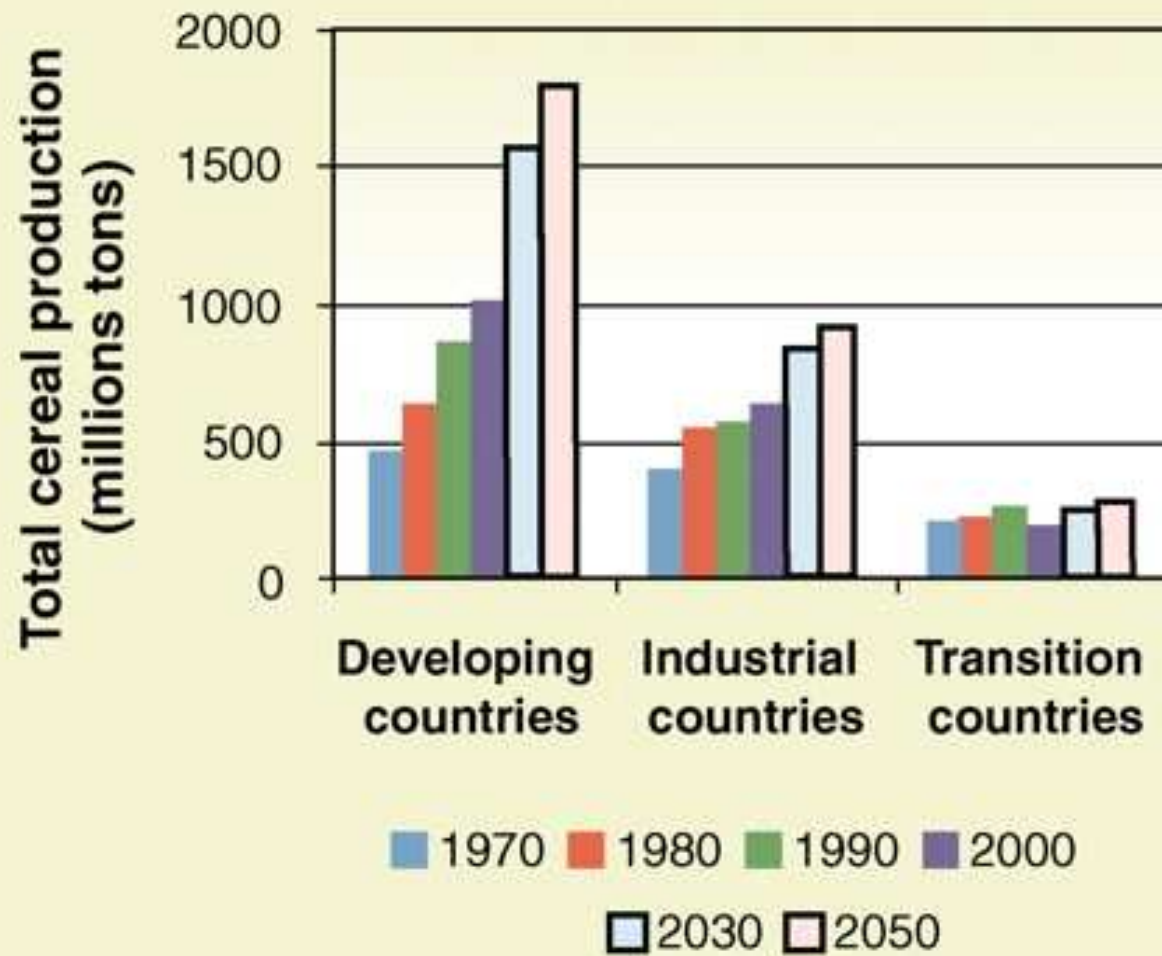


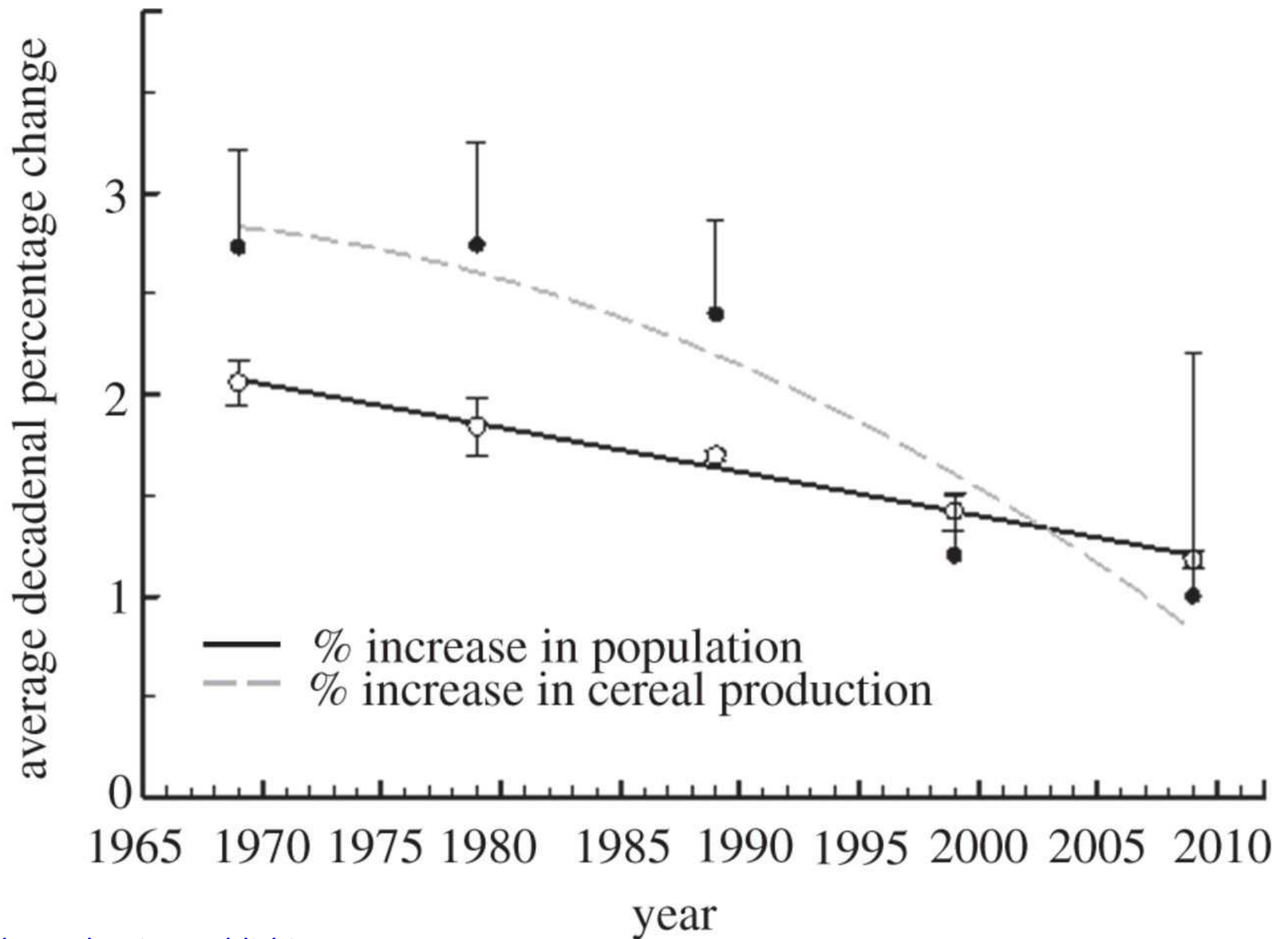
(c) Yields Collapsed



(d) Yields Still Increasing







**Rozkvět civilizací v minulosti a také
pád lidských civilizací.**

19. a 20. století:

Historicky jedinečný rozkvět

- populace

-produkce potravin

Pád civilizace a zemědělství?

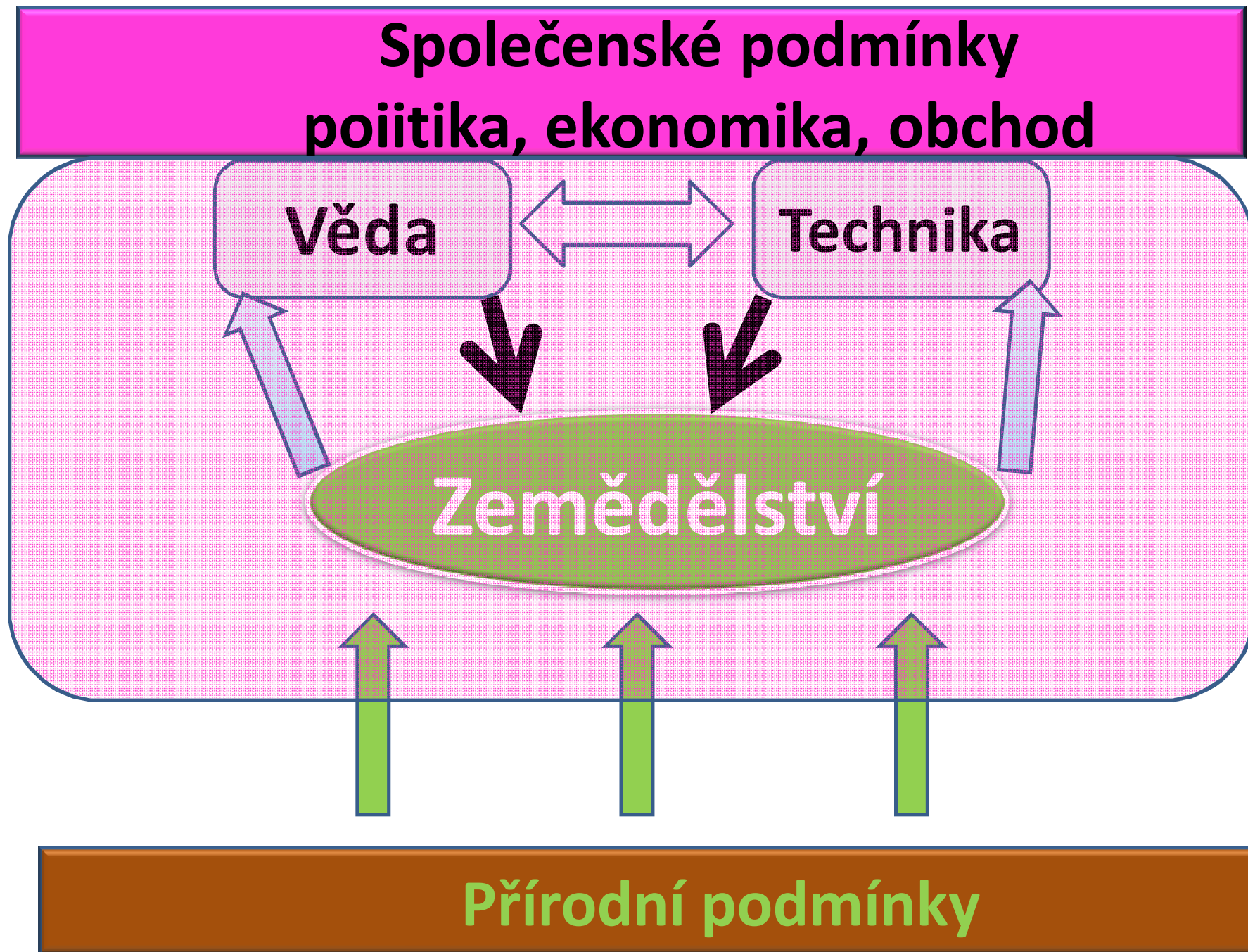
Společenské podmínky
politika, ekonomika, obchod

Věda

Technika

Zemědělství

Přírodní podmínky

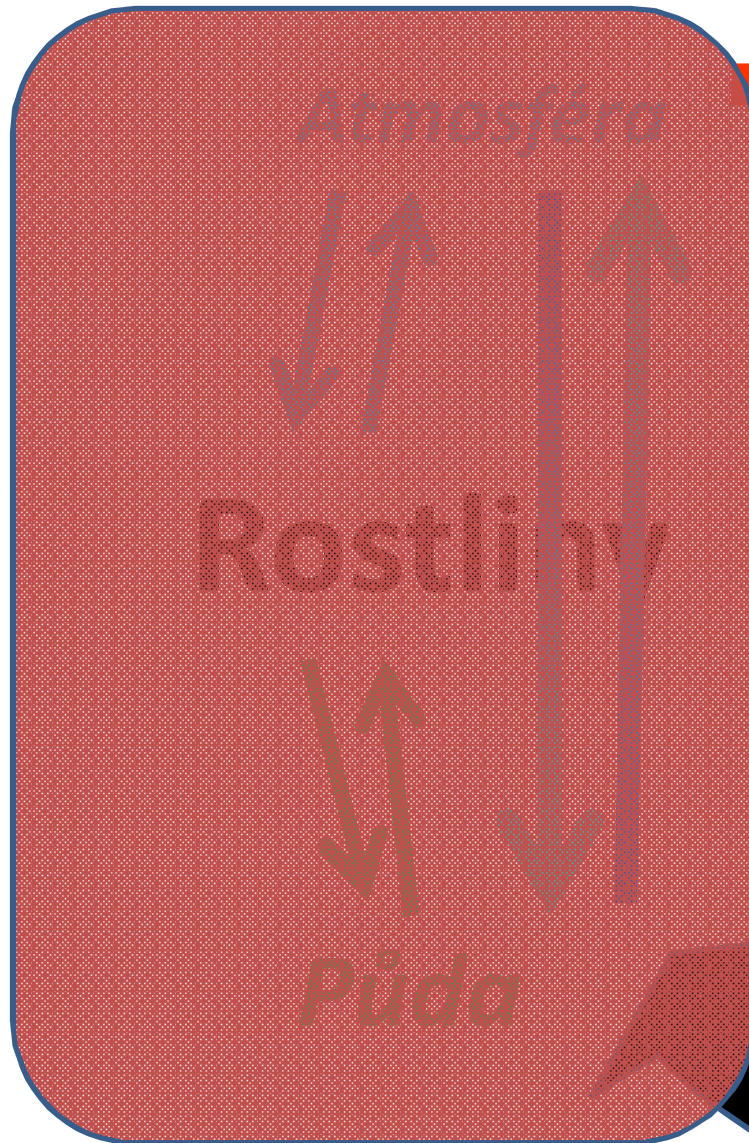


Dějiny jsou učitelkou života

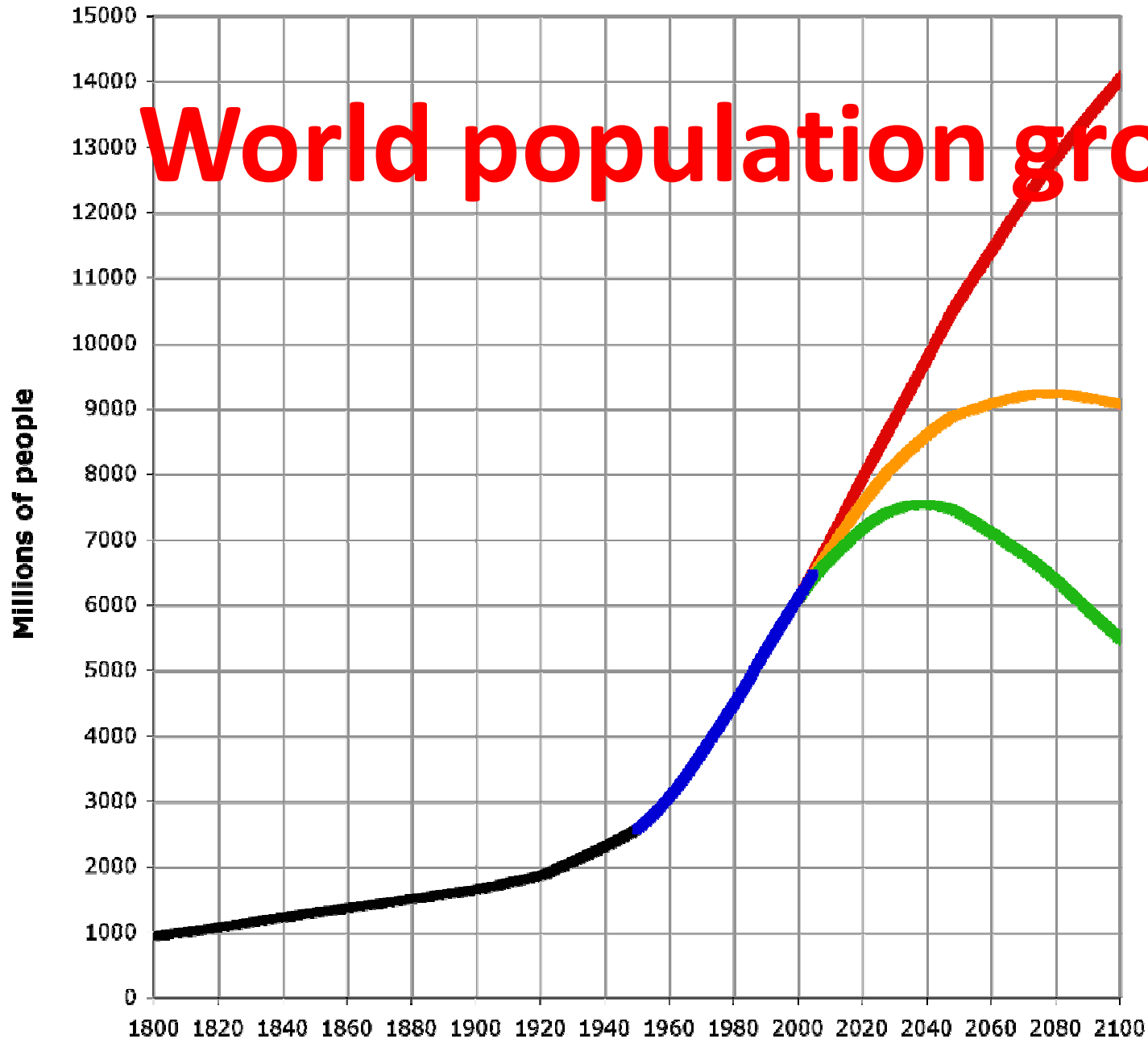
Ale

Přírodní vědy: Když X pak Y

Společenské vědy: Když X pak ?



World population growth



Lubomír Nátr, 2013

Estimated UN High UN Medium UN Low Actual

Lubomír Nátr, 2013

- ***Kam nás vývoj civilizace (a zemědělství) dovedl:***

- ***20. století s obrovskými rozdíly v různých částech světa;***

- ***Pokroky***

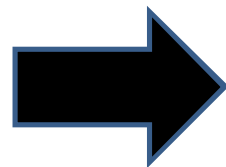
- v nových kultivačních postupech,
minerální hnojiva, J. Liebig,
šlechtění nových odrůd,
N. Borlaug - zelená revoluce***

- ***Perspektivy dalšího zvyšování produkce X
nárůst populace***

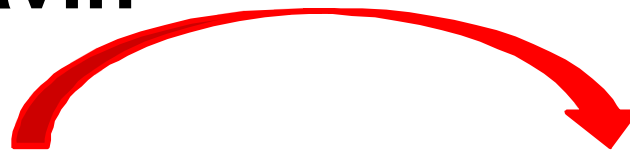
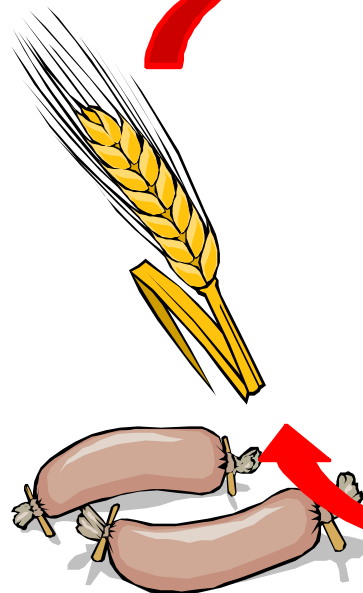
**Vznik
zemědělství**



**Zvýšení
produkce
potravin**



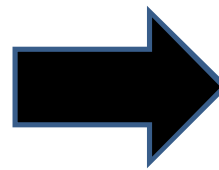
**Růst
populace**



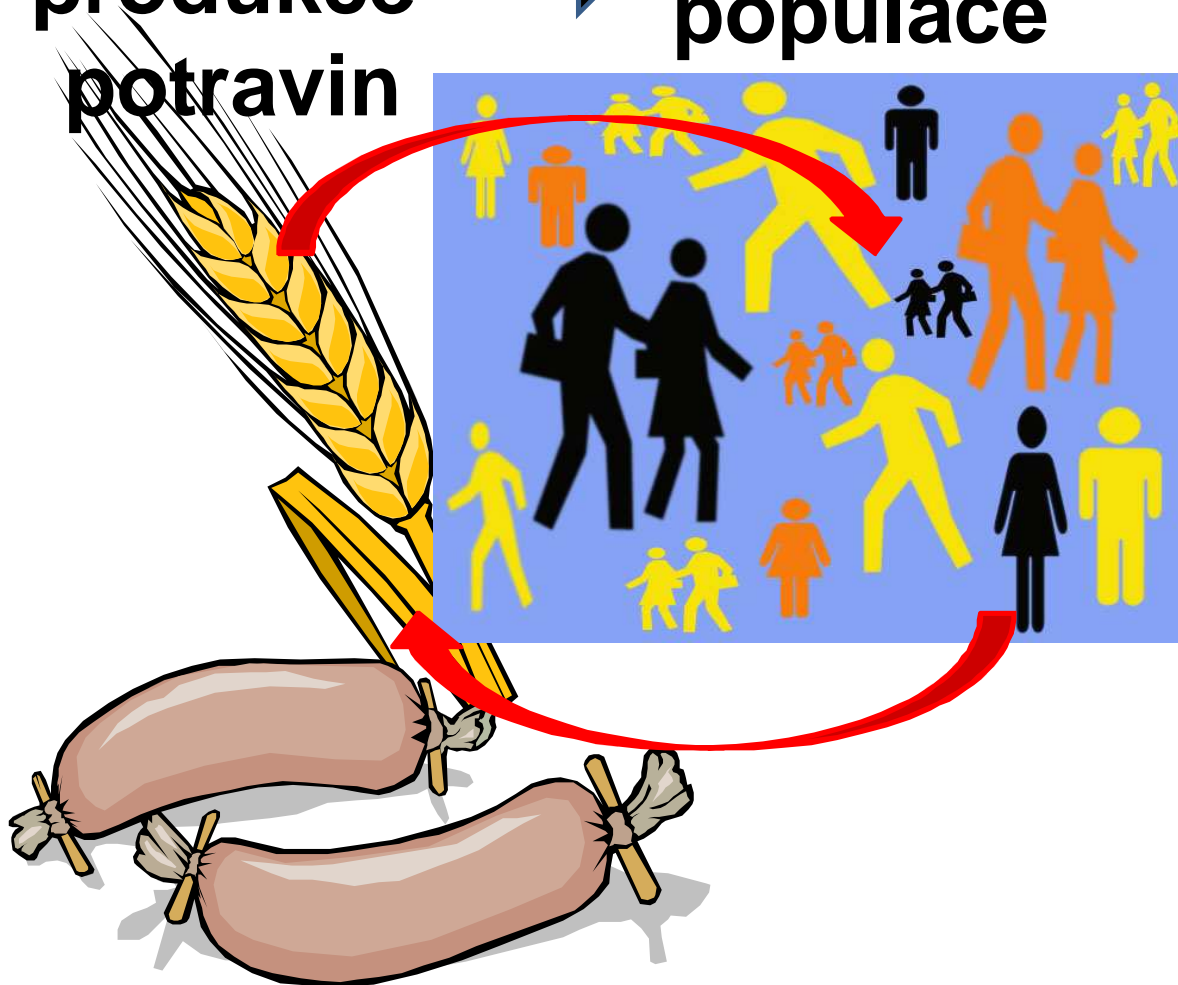
Vznik
zemědělství



Zvýšení
produkce
potravin



Růst
populace



Vznik zemědělství



Předchozí formy zemědělství:

1. Velmi málo výnosné
2. Trvale udržitelné (???)
3. Mimořádně účinné při hodnocení parametrem
(sklizená sluneční energie) /
/ (vkládaná energie lidí a fosilních paliv)
4. „CO₂ neutrální“

1850

1900

1950

2000

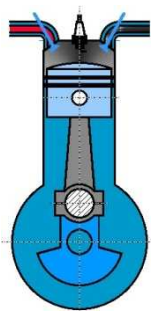
2050

Mechanizace =

1. Úbytek lidské dřiny
2. Zvýšení účinnosti lidské práce
3. Rychlost, přesnost a včasnost technologických opatření

Ale také:

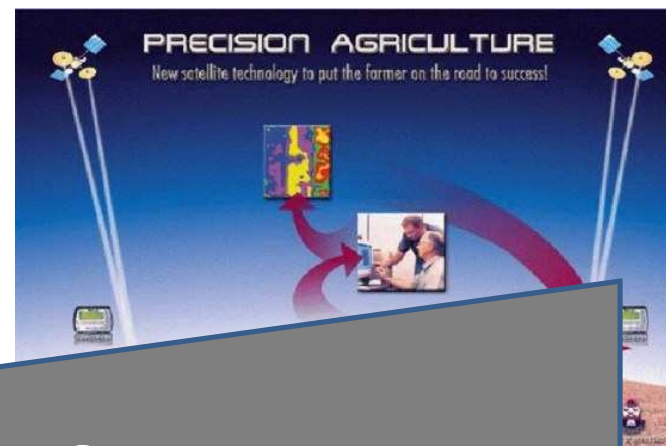
- Utužení půdy atp.
- Zhoršení struktury půdy
- Spotřeba fosilních paliv



Cca 1765



James Watt.



Mechanizace

1850

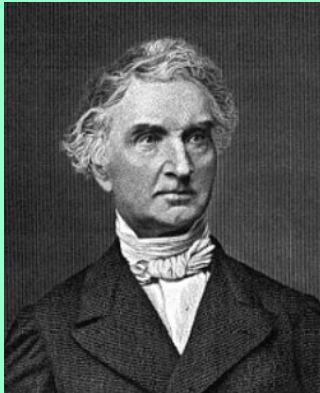
1900

1950

2000

A. Thaer a J. Liebig v Kadani

J. Liebig
1803 - 1873



1850

1900

1950

2000

2050

Chemizace

Mechanizace

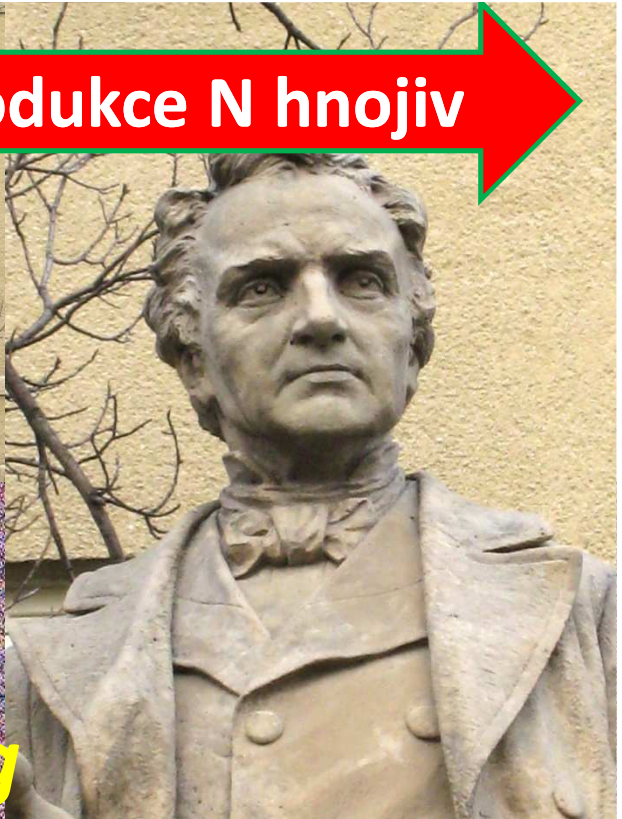
Produkte N hnojiv



A. Thaer



J. Liebig



Fertilizer year	Chilean nitrate	Guano	Coke-oven ammonium sulphate	Calcium cyanamide	Electric arc Ca. nitrate	Synthetic ammonia	Total
1850	5	-	0	0	0	0	5
1860	10	70	0	0	0	0	80
1870	30	70	0	0	0	0	100
1880	50	30	0	0	0	0	80
1890	130	20	-	0	0	0	150
1900	220	20	120	0	0	0	360
1910	360	10	230	10	-	-	610
1920	410	10	290	70	20	150	950
1930	510	10	425	255	20	930	2150
1940	200	10	450	290	-	2150	3100
1950	270	-	500	310	-	3700	4780
1960	200	-	950	300	-	9540	10990
1970	120	-	950	300	-	30230	31600
1980	90	-	970	250	-	59290	60600
1990	120	-	550	110	-	76320	77100
2000	120	-	370	80	-	85130	85700

Table E: World nitrogen production according to process (1000 t N) (other by-product nitrogen originally derived from the Haber-Bosch synthesis, is included under "synthetic ammonia"), from Smil (2001).

Haber-Boschův proces

Zásobování stále se rozrůstající populace přineslo na konci 19. století problémy, jelikož se obsah dusíku v půdě vyčerpával, ale průmyslové řešení ve formě dusíkatých hnojiv ještě nebylo připraveno.



F. HABER
1908

Někteří vědci očekávali hladomor. Ujali se tedy náročného úkolu vyrobit dusíkaté sloučeniny pomocí dusíku obsaženého ve vzduchu.

Fritz Haber



Dusík je primárně asimilován rostlinami ve formě

dusičnanových anionů a amonných kationů



Carl Bosch

C. BOSCH
1913



Carl Bosch, chemik společnosti BASF (Badische Anilin- & Soda-Fabrik), proces zkomercionalizoval zavedením první vysoce moderní průmyslové výroby v roce 1913. Tento průmyslový proces umožnil expanzi zemědělské výroby i lidské populace v průběhu 20. století.



Společnost BASF zavedla průmyslový postup pro syntézu amoniaku.

ivietou pro výrobu amoniaku objevili před první světovou válkou chemici Haber s Boschem. Postup, nazvaný na jejich počest Haber-Boschova syntéza, je podle mnohých nejdůležitějším průmyslovým postupem, který byl kdy vyvinut. Přičítá se mu dramatické urychlení růstu lidské populace, protože umožnil masovou výrobu hnojiv.

Haber-Boschova syntéza je přímá syntéza plynného dusíku s plynným vodíkem. Přimět tyto dva plyny ke vzájemné reakci však není snadné. Přesto, že reakci urychluje katalyzátor (železo), ta probíhá až za drastických podmínek: při tlaku 150-350 atmosfér a teplotě 350-550 stupňů Celsia. Důvodem je, že dusík je málo reaktivní látka (s molekulou $N = N$ je to nejstabilnější dvouatomový prvek vůbec).

Důsledkem je, že tento postup výroby amoniaku je nesmírně energeticky náročný. Podle hrubých odhadů má Haber-Boschova syntéza na svědomí asi jedno procento světové spotřeby energie.

Řešením by mohlo být napodobení přírody. Tam výroba amoniaku probíhá také, dokonce na stejném principu, tedy redukcí molekuly dusíku. Proces však neprobíhá v plynné fázi, ale v prostředí některých rostlin - takže za atmosférického tlaku a za běžné teploty. Čili neporovnatelně úsporněji. Reakci totiž usnadňují enzymy zvané nitrogenázy. Jsou to složité organické molekuly, obsahující kovy (železo, někdy také molybden). Vědci je a jejich roli v syntéze amoniaku objevili před čtyřiceti lety. Celou tu dobu se samozřejmě snaží zjistit, jak přesně fungují a jak vlastně syntéza amoniaku s jejich pomocí probíhá. Tento výzkum už stál miliardy dolarů a padly na něj tisíce a tisíce "člověkoroků" práce.

<http://www.chemgeneration.com/cz/milestones/haber-bosch%C5%AFv-proces.html>

Lubomír Nátř, 2013

Celosvětově ročně:

Spotřeba N hnojiv: **60 . 10⁶ tun N**

Produkce

pšenice+rýže+kukuřice+ječmen:

2500 . 10⁶ tun

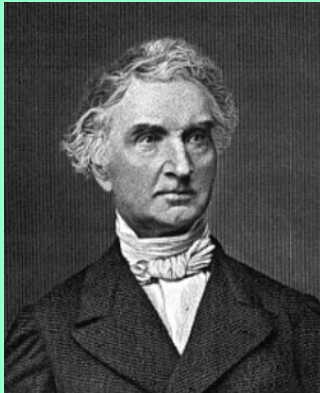
V sušině obilí: 2% N

Ročně se odčerpá

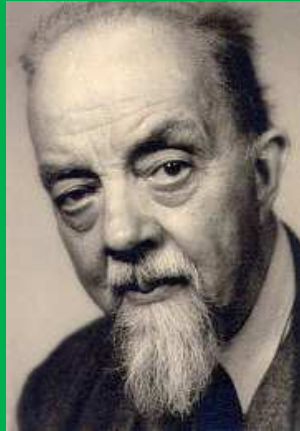
50 . 10⁶ tun N jen v obilí

Mitscherlich

J. Liebig
1803 - 1873



E. A. Mitscherlich
(1874 - 1956)



1850

1900

1950

2000

2050

Chemizace

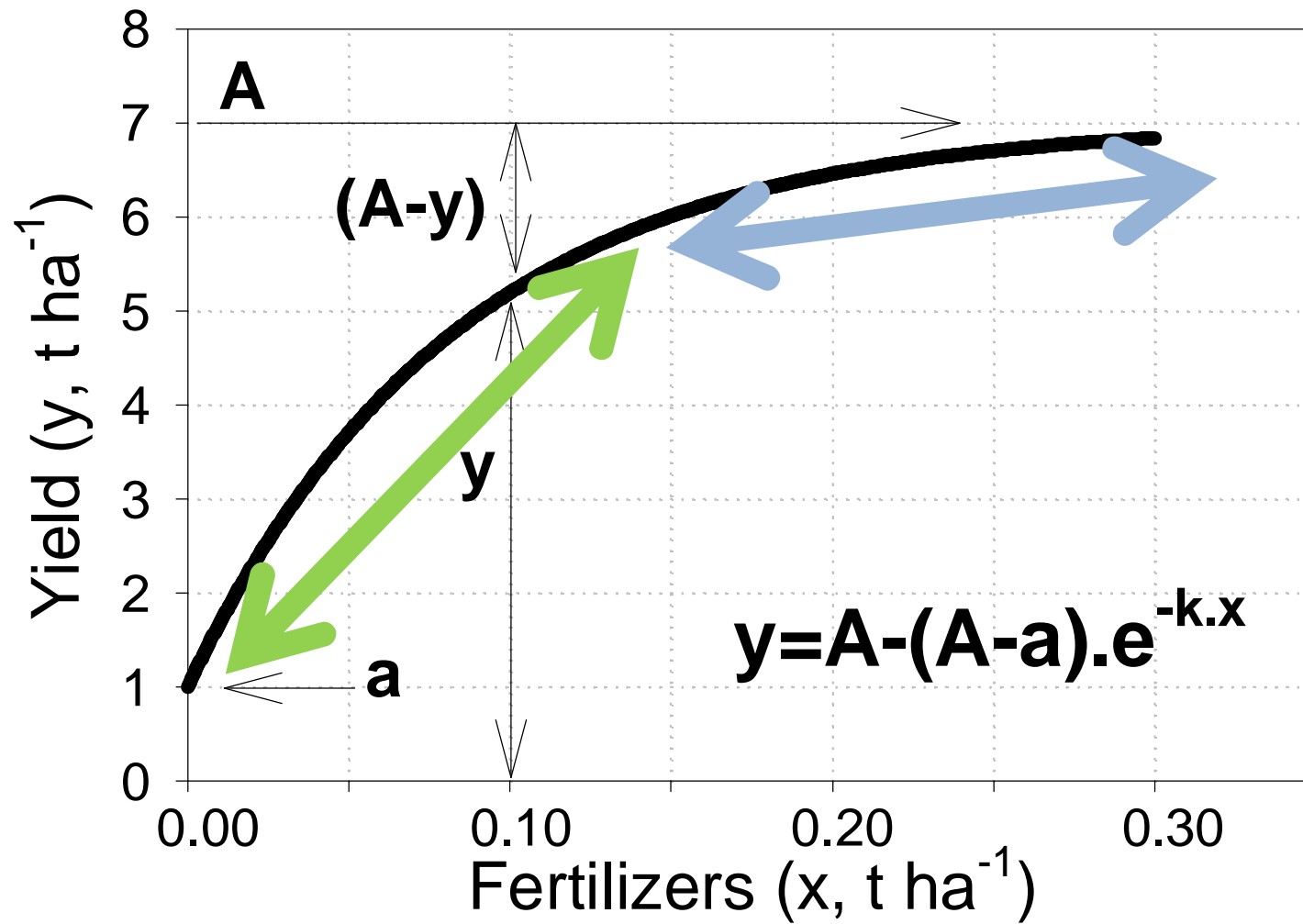
Mechanizace

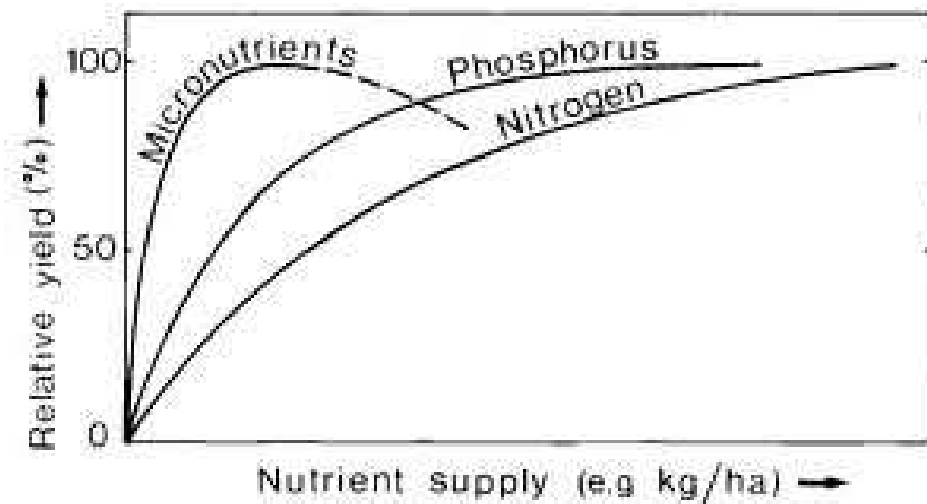
Lubomír Nátr, 2013

<http://blog.uad.ac.id/ekost/category/genetika/>

<http://www.fisicanet.com.ar/biografias/cientificos/l/liebig.php>

A. Mitscherlich:





E. A. Mitscherlich
(1874 - 1956)



**Anorganické
rozborý
rostlin**

<http://www.waternut.org/moodle/login/index.php>

Lubomír Nátř, 2013

Klasifikace výživného stavu podle výsledků chemického rozboru rostlin

x - hodnoty nad 0,60 % P se při výpočtu poměrů N/P, Ca/P, Mg/P neuvažují; to znamená, že 0,61; 0,62; 0,63 atd = 0,60

Výživný stav: schodek N,K, Ca, Mg nebo nedostatek P	V sušině nadzemní biomasy					Barevné označení (číslo barevné tužky)
	Poměr N/P	Koncentrace % P	Poměr K/N	Poměr Ca/P	Poměr Mg/P	
(relativní nadbytek)	-	(>0,60) ^x	(>1,00)	-	-	modrá (10)
Bez	>12,5	0,41-0,60	0,81-1,00	>0,95	>0,35	zelená (15)
Mírný	10,1-12,5	0,34-0,40	0,66-0,80	0,76-0,95	0,26-0,35	žlutá (2)
Střední	8,6-10,0	0,30-0,33	0,55-0,65	0,60-0,75	0,20-0,25	Oranžová (4)
Hluboký	7,50-8,50	<0,30	<0,55	<0,60	<0,20	červená (5)
Velmi hluboký	7,50	-	-	-	-	fialová (8)

Výsledky anorganických rozborů rostlin

(získaných z pokusů Laboratoře diagnostiky výživy rostlin v letech 1953-2000)

[Jan Baier](#), [Dagmar Ledvinková](#), [Věra Baierová](#), [Zdenka Bartošová](#)

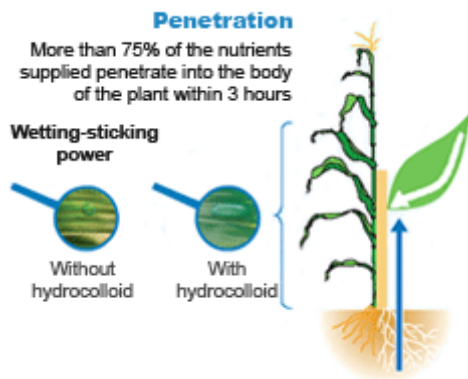
[Výzkumný ústav rostlinné výroby. Laboratoř diagnostiky výživy rostlin. 2002](#)

http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/laborator/index.php?N=6&I=1&J=0&K=0

Význam mimokořenové výživy rostlin

R. Richter et al.:

- **operativní korekci** výživného stavu rostlin na základě jejich chemické analýzy nebo podle vizuálních (habitusových) změn na rostlinách,
- **reagovat na nepříznivé** vnější podmínky (nízká půdní teplota, nevhodné půdní podmínky pro příjem určité živiny, nerozpustná forma živin v půdě aj),
- **překonání kritických podmínek** v růstu rostlin, a to zvláště při poškození kořenů,
- dodat nezbytné **množství mikrobiogenních prvků**, potřebných pro dosažení předpokládaného výnosu,
- aplikaci živin spojit s ošetřením porostů **morforegulátory, herbicidy a pesticidy.**



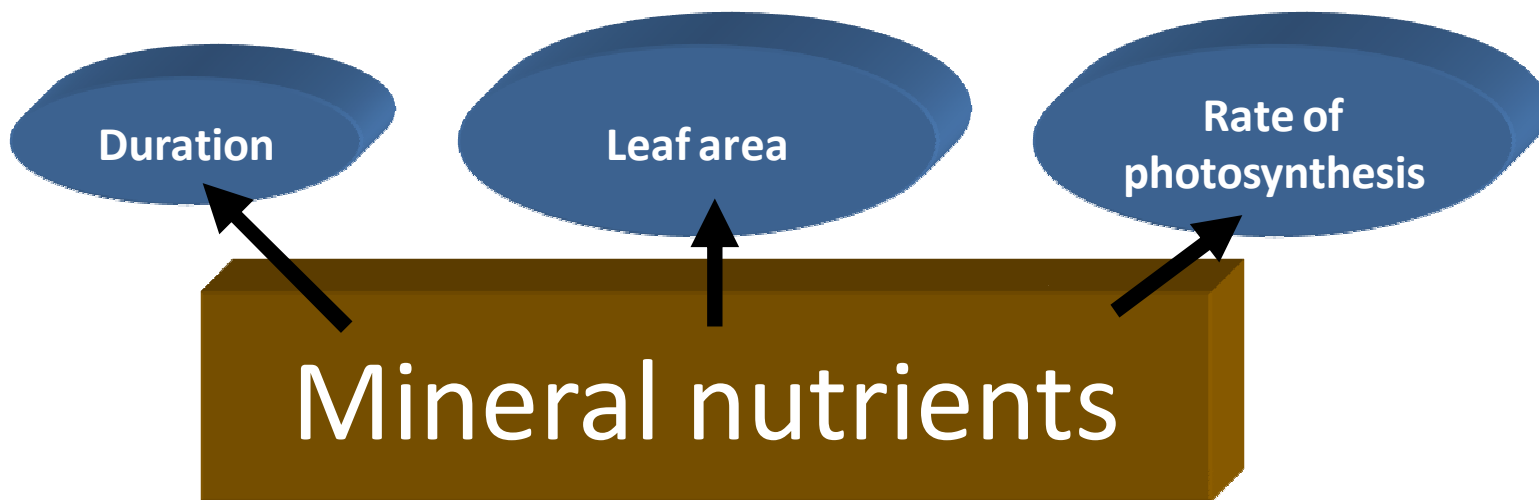
.cz/Vyznam-mimokorenove-vyzivy-rostlin_s196x30542.html

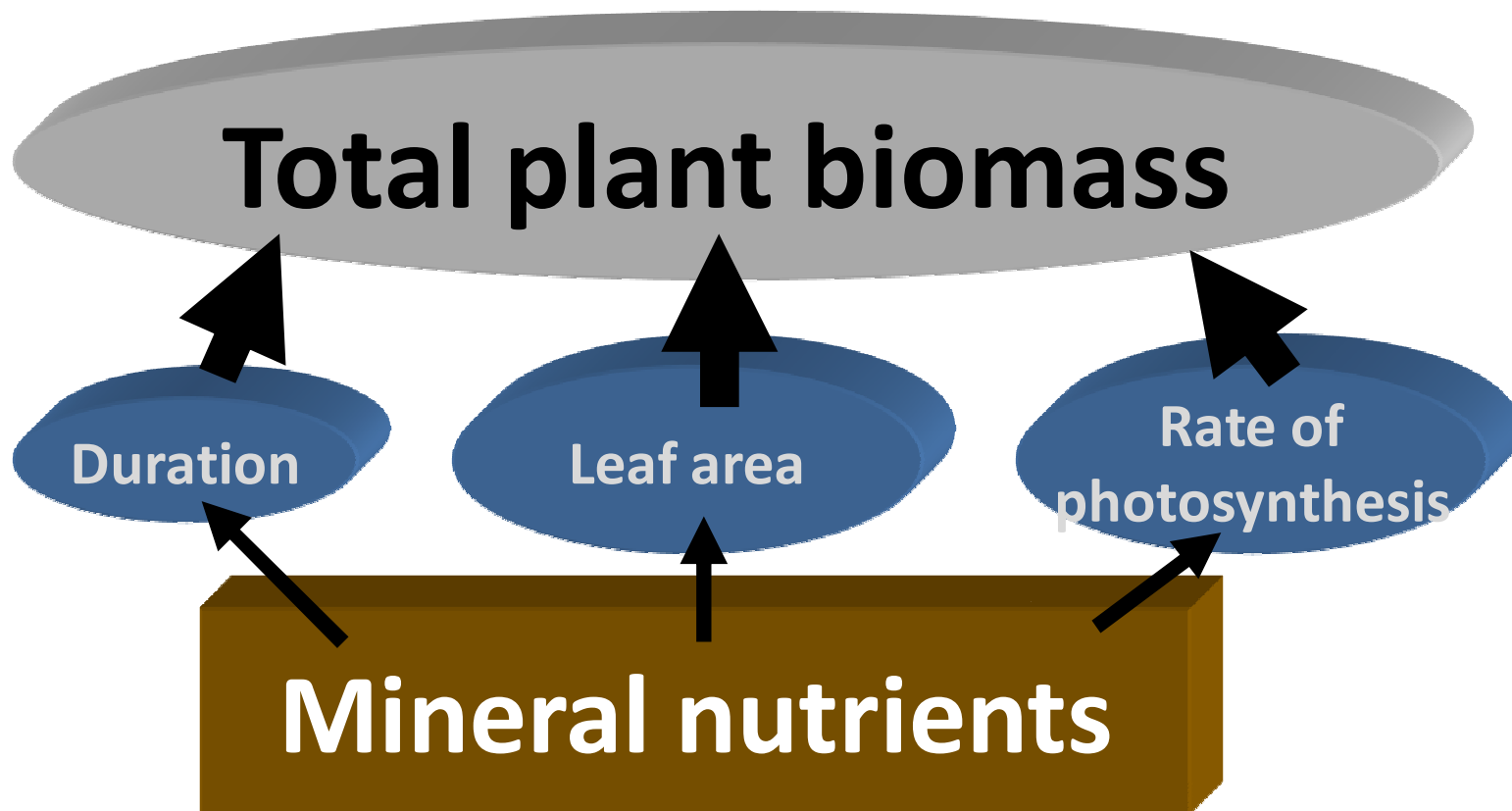


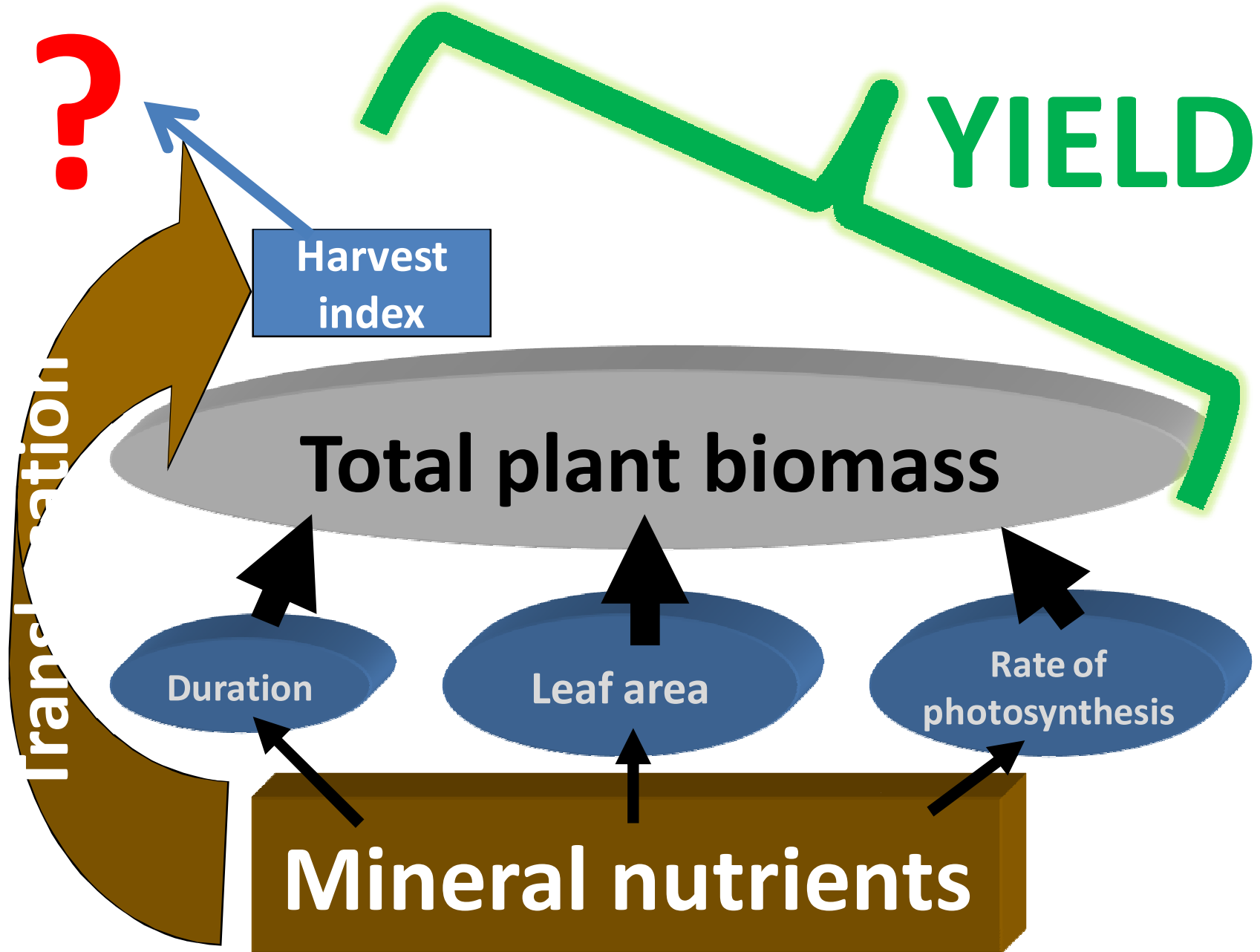
Yield

NO !

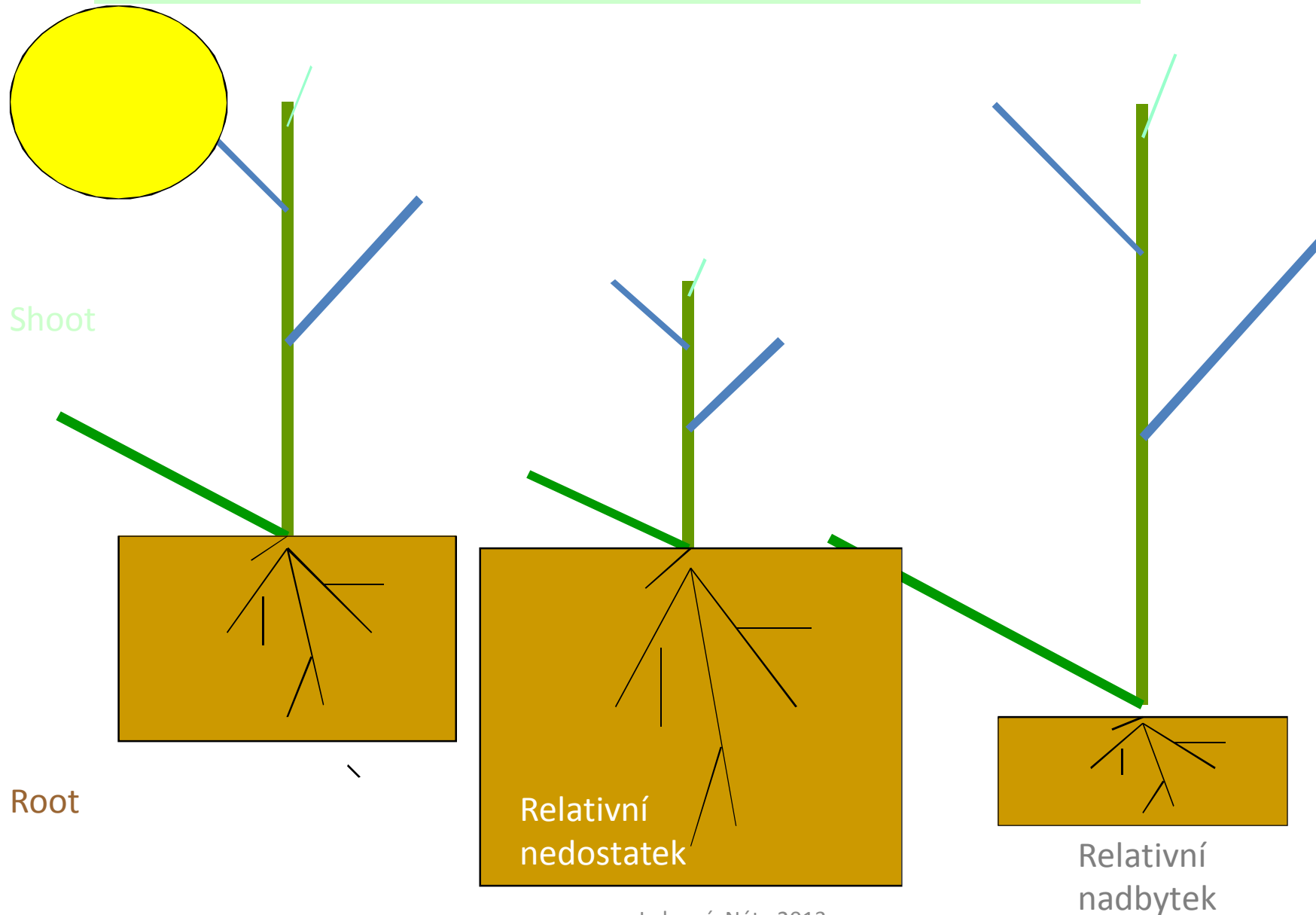
Mineral nutrients



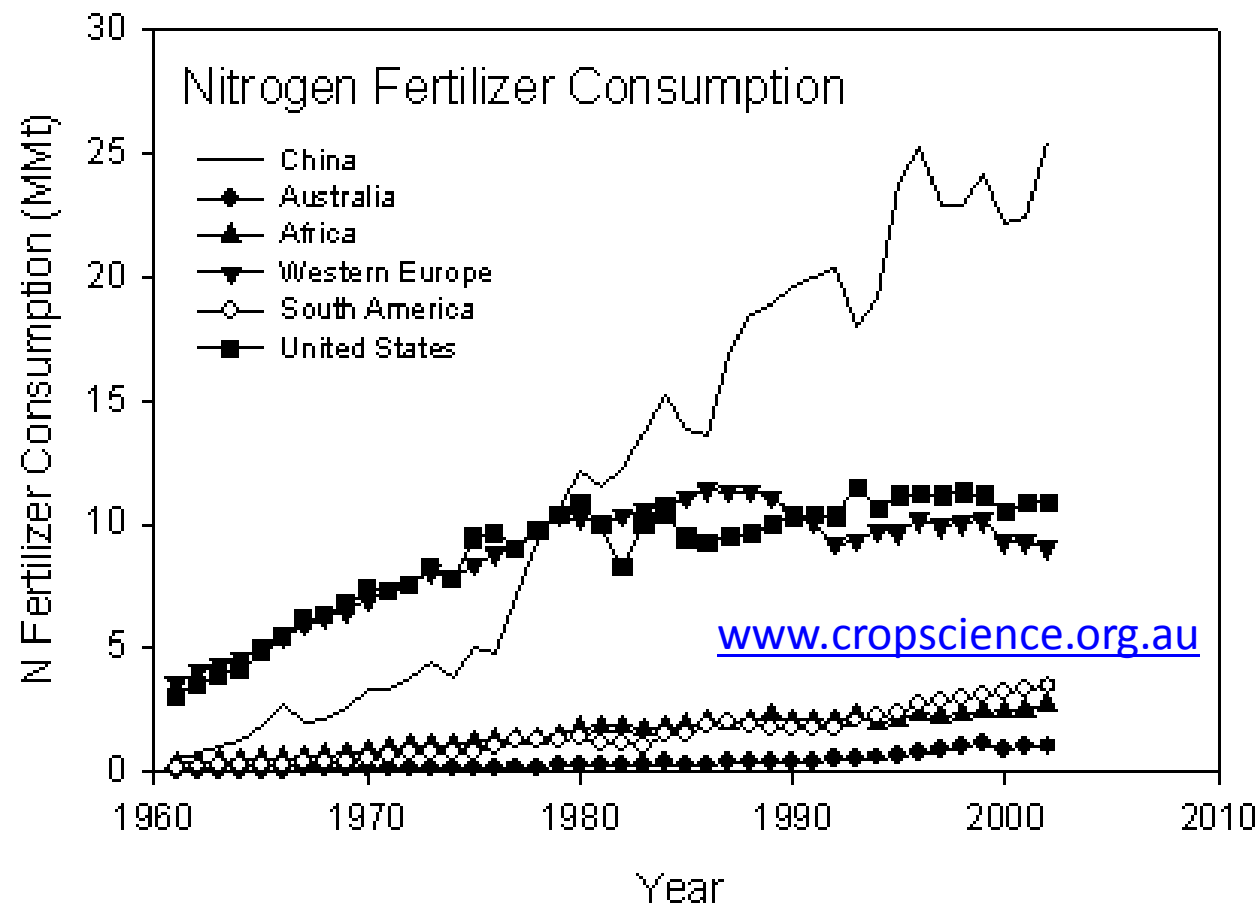




Řízení distribuce asimilátů v rostlině



Lubomír Nátr, 2013



Přibližná množství prvků odstraňovaných při sklizni vybraných plodin (kg ha⁻¹).

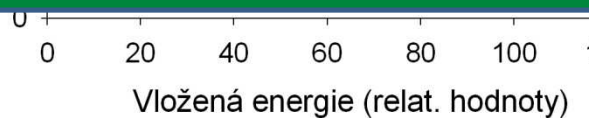
Podle Magdoff et al. (1997).

<u>Plodina</u>	<u>Dusík</u>	<u>Fosfor</u>	<u>Draslík</u>
Kukuřice na zrna	112	8	28
Kukuřice na siláž	157	39	130
Vojtěška	224	29	186
Trávy (seno)	179	22	140
Soja	168	20	52
Zelenina			
Brokolice	22	2	
Mrkev	90	22	
Salát	106	18	123
Cibule	123		123
Brambory	168		224
Rajská jablíčka	112	11	201
Brambory		21	224
Ovoce			
Jablko		10	71
	76	11	96

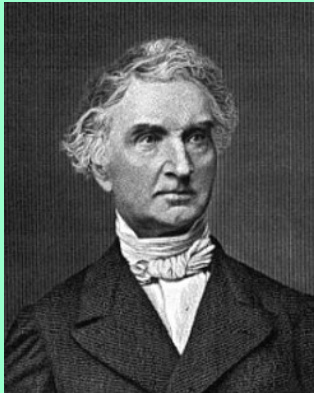
Ještě jeden příklad!



Pamatujme časovou sekvenci:
Vědecký objev (J. Liebig)
Průmyslová výroba (Haber-Bosch)
Aplikace hnojiv (Mitcherlich)
**„Dostatek živin“ – nutnost odstranit
další limitující faktory**

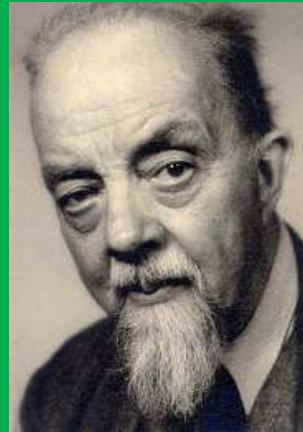


J. Liebig
1803 - 1873



G. Mendel
1822 - 1884

E. A. Mitscherlich
(1874 - 1956)



1850

1900

1950

2000

2050

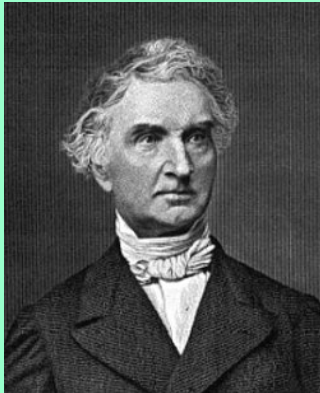
Šlechtění

Chemizace

Mechanizace

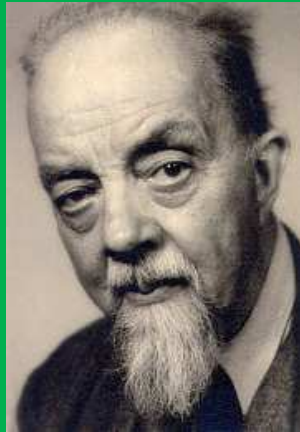
Norman E. Borlaug

J. Liebig
1803 - 1873



G. Mendel
1822 - 1884

E. A. Mitscherlich
(1874 - 1956)



Norman E. Borlaug
(1914–2009)

1850

1900

1950

2000

2050

Šlechtění

Chemizace

Mechanizace



Norman Borlaug

March 25, 1914 - September 12, 2009

Nobelova
cena
míru
1970

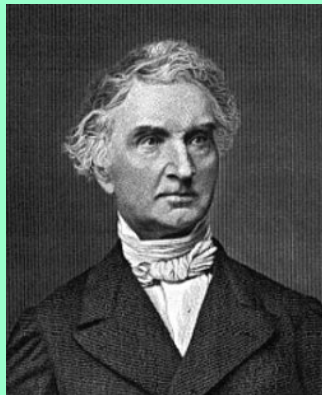


The term "**Green Revolution**" was first used in 1968 by former [USAID](#) director [William Gaud](#), who noted the spread of the new technologies and said, **"These and other developments in the field of agriculture contain the makind's of a new revolution. It is not a violent [Red Revolution](#) like that of the Soviets, nor is it a [White Revolution](#) like that of the [Shah of Iran](#). I call it the http://en.wikipedia.org/wiki/Norman_Borlaug **Green Revolution.**"** ^[4]

Lubomír Nátr, 2013

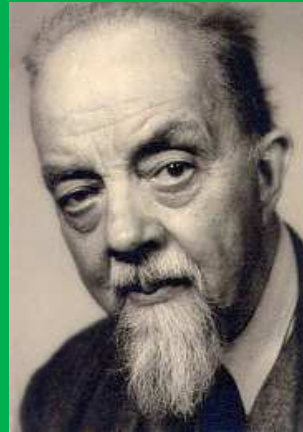
Zpět k historii

J. Liebig
1803 - 1873

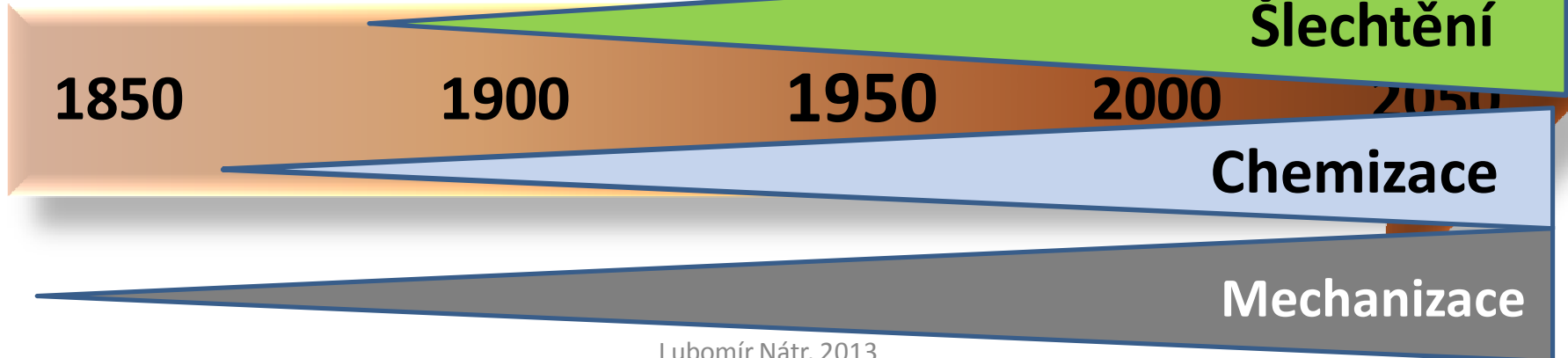


G. Mendel
1822 - 1884

E. A. Mitscherlich
(1874 - 1956)



Norman E. Borlaug
(1914-2009)



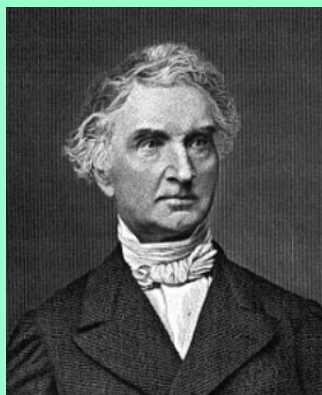
Závlahy

Zpracování půdy

Ochrana (plevelé, choroby, škůdci)

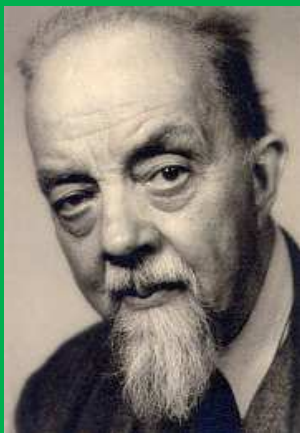
!?!?!?!?.....

J. Liebig
1803 - 1873

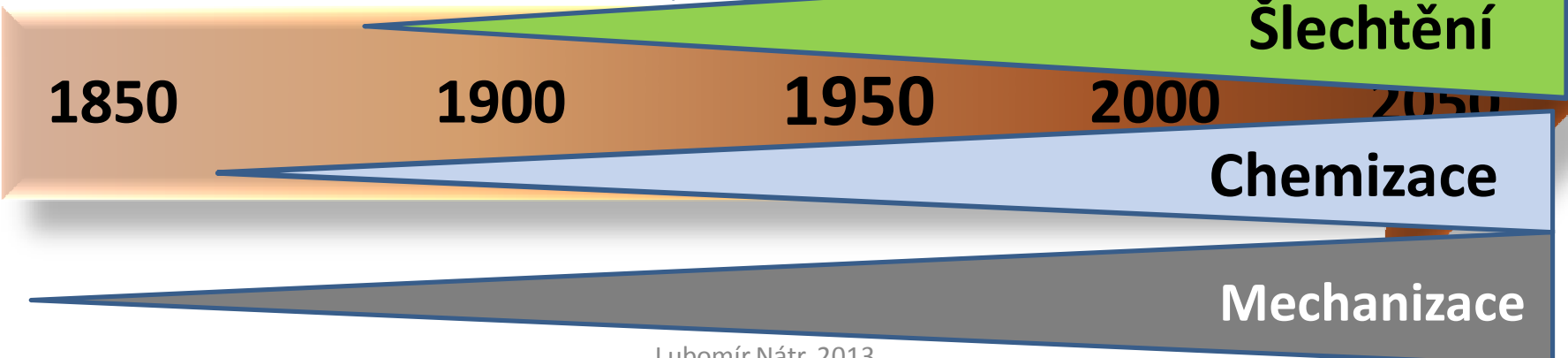


G. Mendel
1822 - 1884

E. A. Mitscherlich
(1874 - 1956)



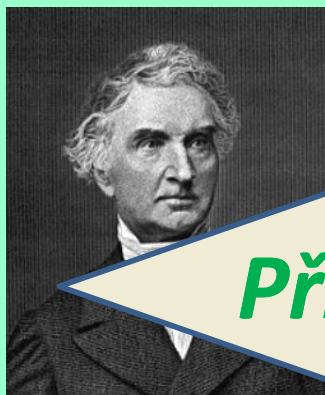
Norman E. Borlaug
(1914-2009)



Zpracování půdy
Ochrana (plevel, choroby, škůdci)
!?!?!?!?.....

Závlahy

J. Liebig
1803 - 1873



E. A. Mitscherlich
(1874 - 1956)



Přímá směna

Džungle trhu:
**„Výkupní ceny
u zemědělců
se v konečné
ceně obilí
projevují
minimálně“**

1850

1900

1950

Mechanizace

Shrnutí

Technické
základy
mecha-
nizace

Vytváření
vědeckých
základů
výživy rostlin
a šlechtění

Počátky
aplikací
minerálních
hnojiv a
výkonných
odrůd

Jedinečný růst
produkce plodin
způsobený

- (1) vyšlechtěním
výkonných odrůd
- (2) aplikací
minerálních hnojiv
- (3) závlahami
- (4) ochranou plodin
- (5) zpracováním půdy
- (6) zdokonalenými
technologemi

Vaše
starost
a
odpo-
vědnost!

1850

1900

1950

2000

2050

Zkušenosti a znalosti zemědělců



**Je dnes nedostatek
potravin?**

Záleží na tom!

NEBOLI:

**Je nezbytné používat pojmy
s přesným či dohodnutým obsahem.**

Na světě dnes hladoví necelá miliarda lidí (FAO).

Na světě je asi miliarda obézních lidí.

***„V průměru“ má lidstvo potravin dost
(takže: **EKONOMIKA A POLITIKA**)***

ALE

Roční zvýšení počtu obyvatel na Zemi:

70 000 000 až 80 000 000 !

Takže:

- Je nezbytné zvyšovat produkci potravin
- Zhoršující se podmínky pro pěstování plodin
- Stamiliony lidí přecházejí na potraviny živočišného původu

(Takže: **PŘÍRODNÍ VĚDY)**



NEWS FEATURE FOOD

NATURE | Vol 466 | 29 July 2010



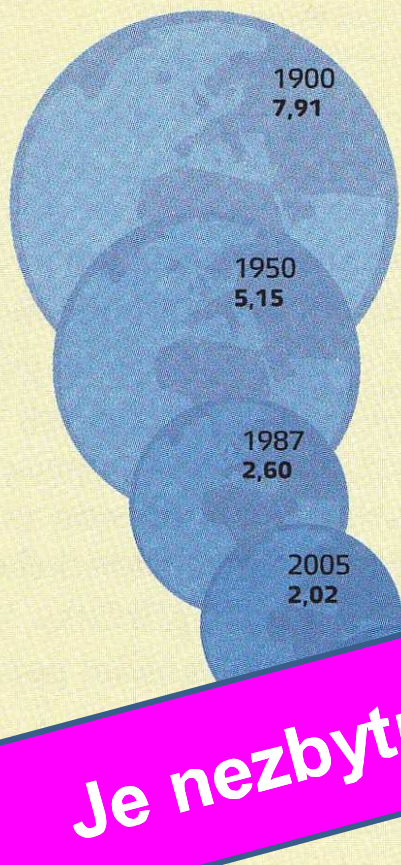
Lubomír Nátr, 2010

Josef





<http://www.mentalfloss.com/wp-content/uploads/2006/08/crowded-china-beach.jpg>



Hektary/obyvatel

1900 --- 7,91

1950 --- 5,15

1987 --- 2,60

2005 --- 2,02

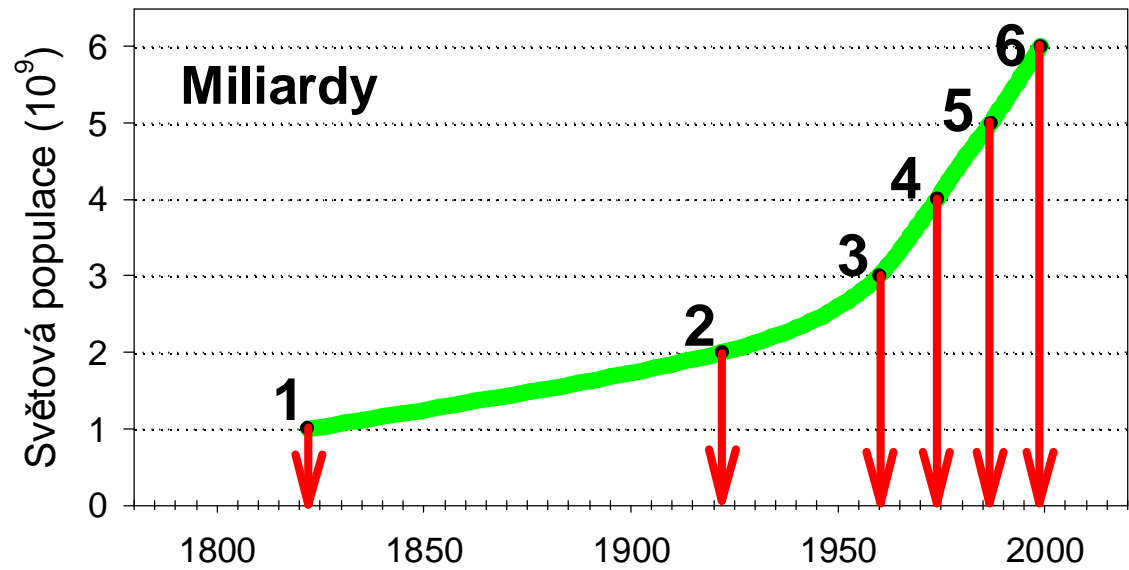
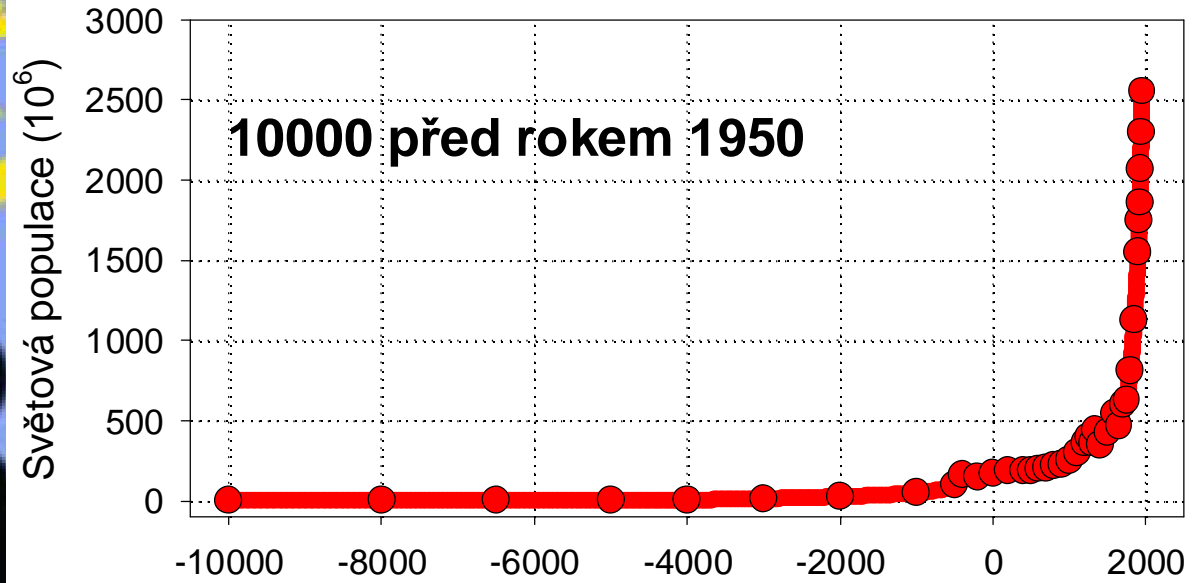
2030 --- 1,69

2050 --- 1,63

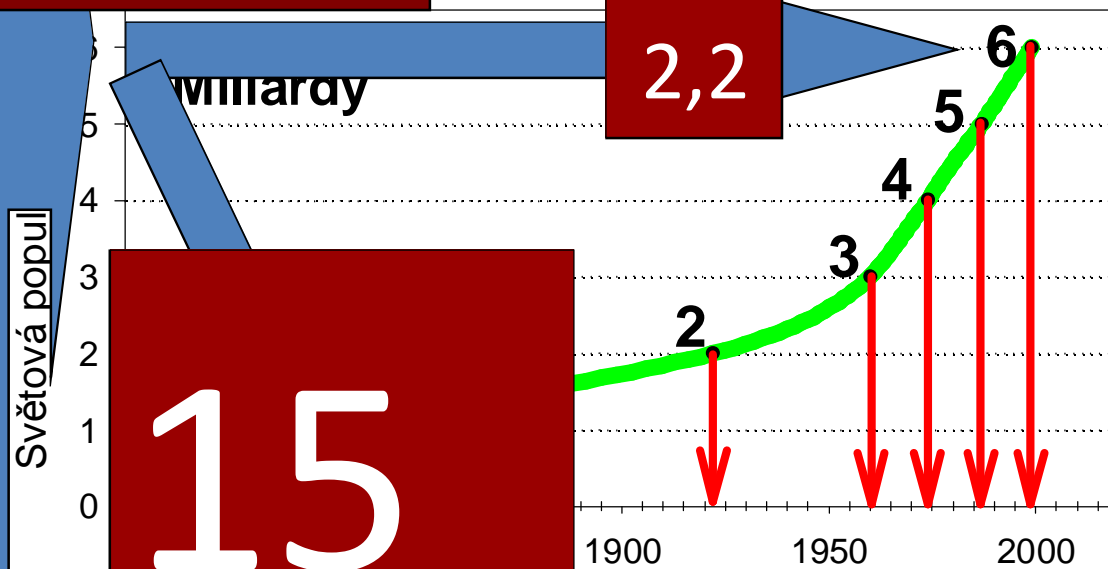
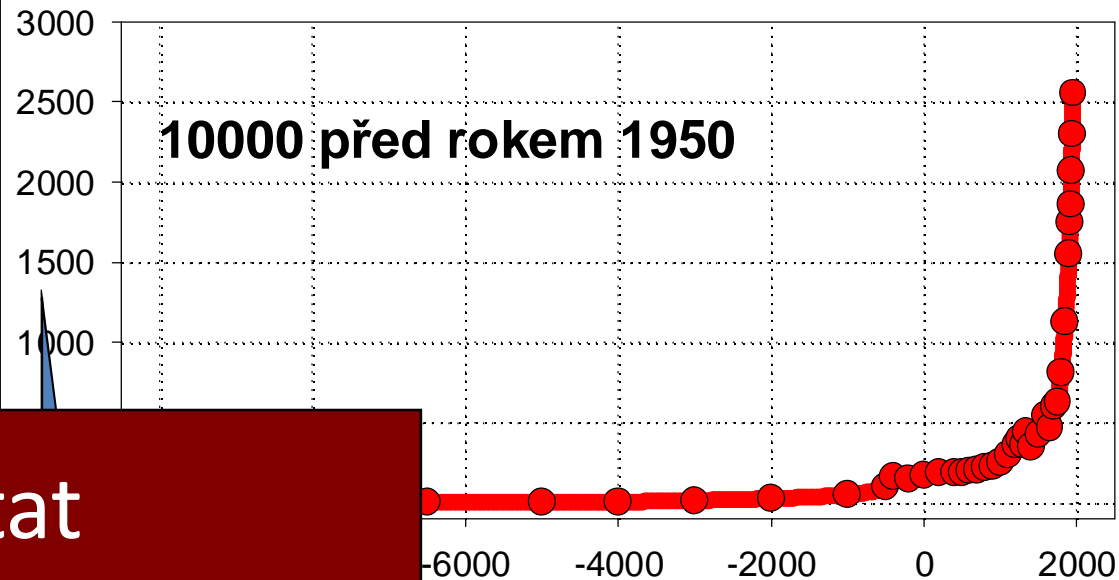
Je nezbytné dále zvyšovat produkci potravin?

Rostoucí lidská populace způsobuje stále větší tlak na zdroje a přírodní služby, které nám Země poskytuje. Zatímco na začátku 20. století mohl 1 člověk obstarávat své živobytí teoreticky na 7,91 ha souše, za padesát let bude nutno spokojit se už jen s 1,63 ha. Grafy vpravo zobrazují některé další hnací síly těchto změn: od roku 1960 vzrostl objem mezinárodního obchodu se zbožím téměř 100× a celkový HDP se zvýšil 5×. Díky tomu si dnes užíváme většího blahobytu – HDP na jednoho člověka je dnes víc než dvojnásobný. Naší cenou je vyšší zátěž životního prostředí – dnes trojnásobek emisí CO₂ než před 45 lety a stále rostoucí plocha Země využívaná k zemědělství.

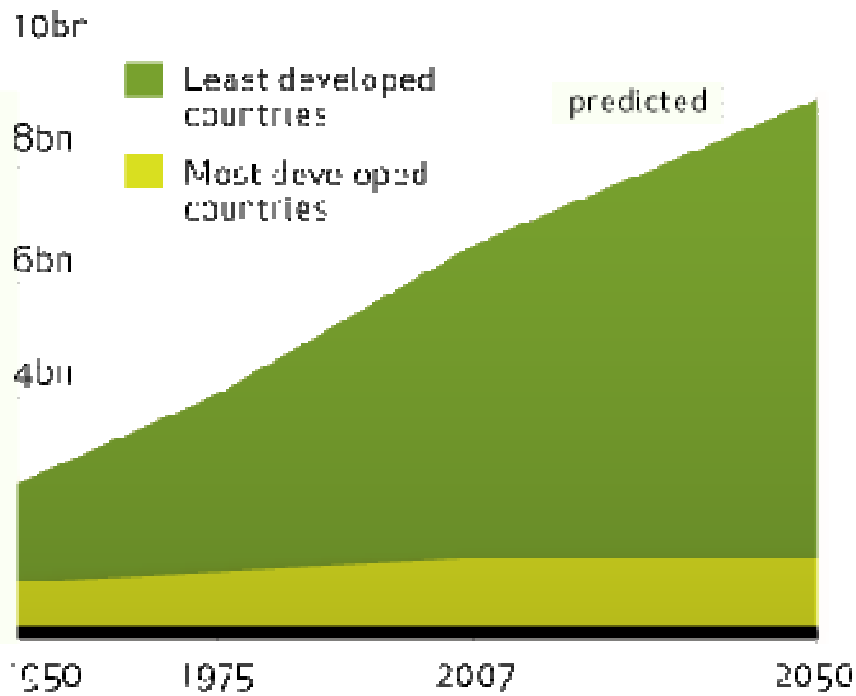
● Zdroj: UNEP, WRI, WTO (2007)



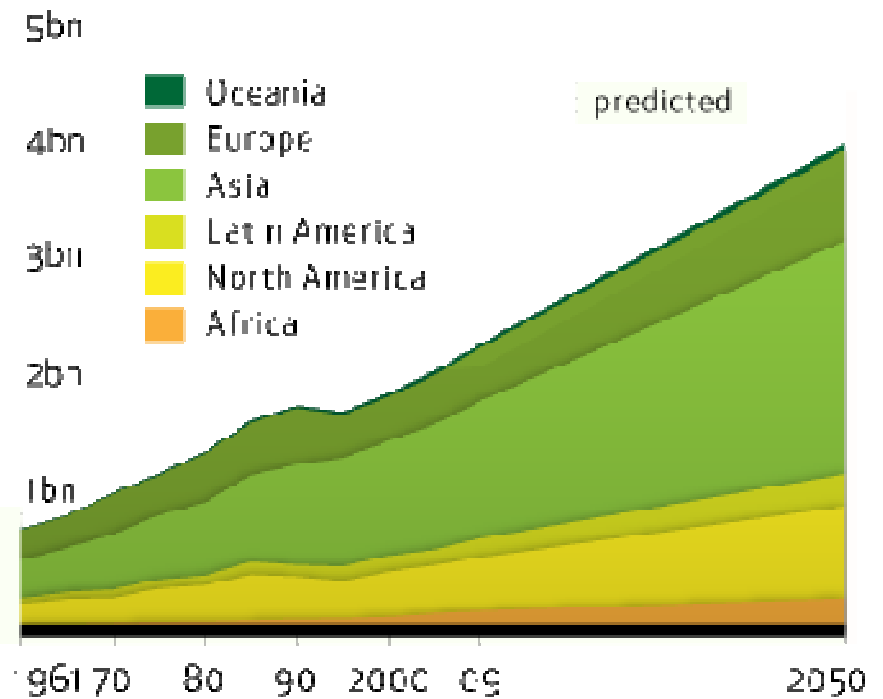
Land (ha) per habitat



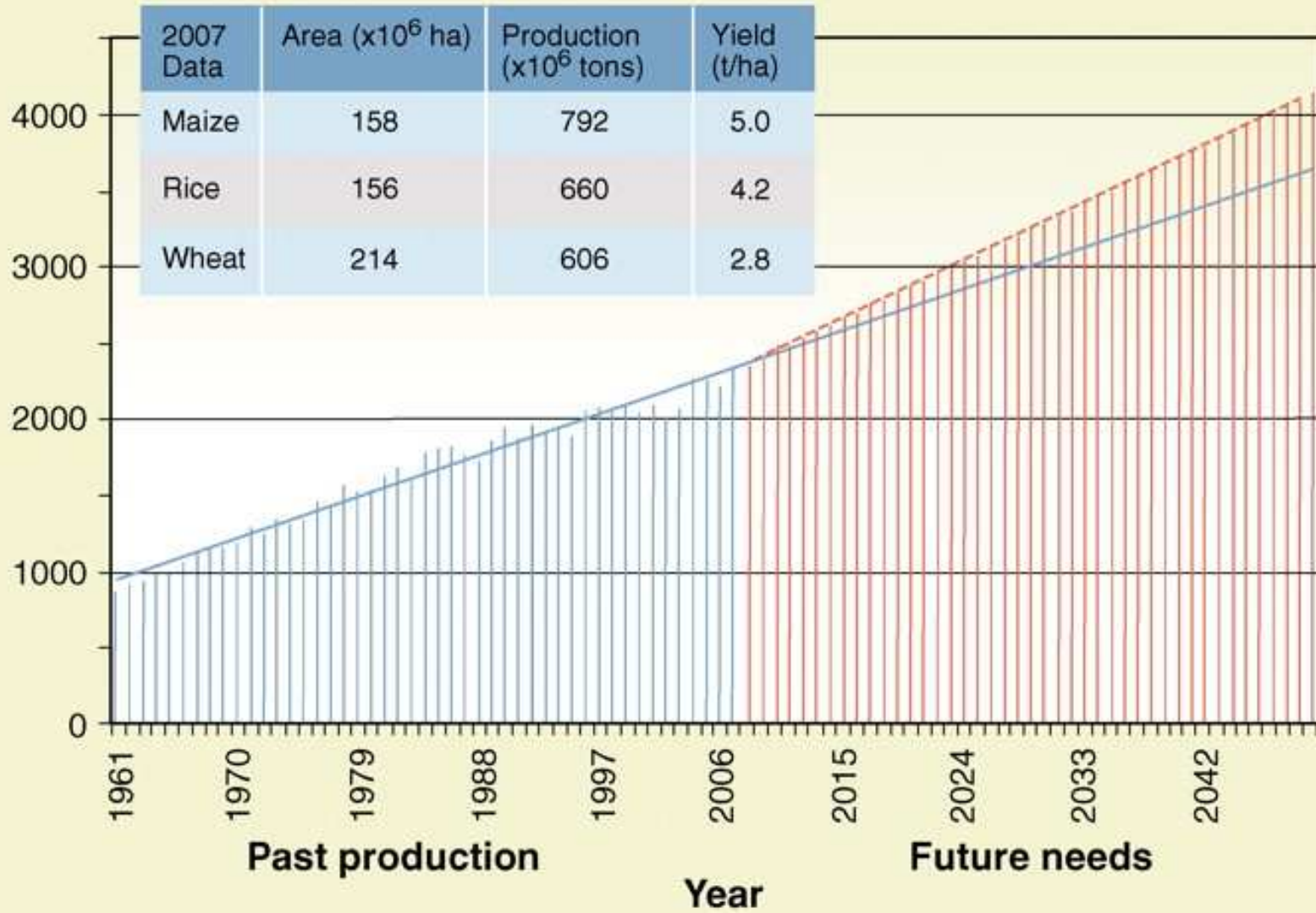
WORLD POPULATION Source: UNDP/ESA



CEREAL CROP PRODUCTION (tonnes) Source: FAO/STAT



Total global cereal production
(millions of tons)



**Hlavní příčiny
jedinečného a
neopakovatelného
(nebo se mýlím???)
růstu produkce obilnin
v uplynulých 60 letech.**

1. Nové produktivní odrůdy

(šlechtění – G. Mendel)

2. Průmyslová hnojiva

(minerální výživa – J. L. Liebig)

3. Závlahy (vodní hospodářství)

4. Ochrana (fytopatologie)

5. Zpracování

6. ... a další

Dal potraviny milionům.

Norman E. Borlaug

Mexiko

1943_ import 1/2 sp... senice
1956 Plná so... ost pšenice
1964 Ex... milionů tun pšenice

Nejen v Mexiku

The term "Green Revolution" was first used in 1968 by former [USAID](#) director [William Gaud](#), who noted the spread of the new technologies and said,

"These and other developments in the field of agriculture contain the makings of a new revolution. It is not a violent [Red Revolution](#) like that of the Soviets, nor is it a [White Revolution](#) like that of the [Shah of Iran](#). I call it the Green Revolution."^[4]

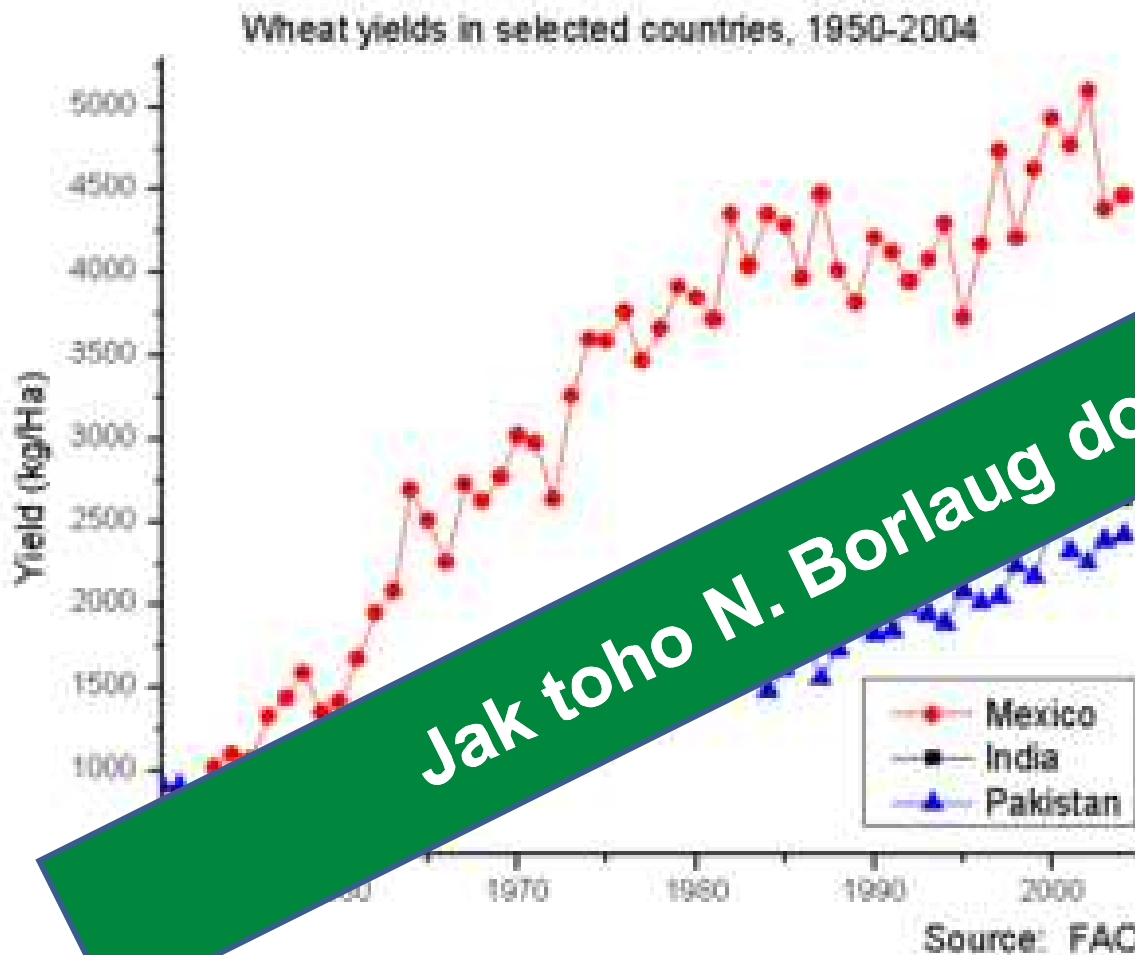
Patnáct let po druhé světové válce - v šedesátých letech se začala zhoršovat výživa rostoucí lidské populace zvláště v Indii, Pakistánu a Mexiku.

Indie měla v roce 1961 populaci 452 milionů a produkovala 11 milionů tun pšenice, čili něco přes 24 kg na osobu a rok, tj. necelých 70 g denně. V roce 1965 už hrozil hladomor.

V roce 2000 vzrostl hektarový **výnos pšenice v Indii z 0,856 na 2,9 tuny.**
V roce **1967 běžný Ind** měl denní spotřebu potravin odpovídající **1875 kcal**,
v roce **1998 to bylo 2466 kcal**, přesto, že se za tu dobu populace v Indii zdvojnásobila.
Celkově stoupla produkce pšenice na 76 milionů tun, tedy prakticky **sedmkrát od roku 1961**. Kdyby se toto množství mělo vyprodukovat s technologií roku 1961, musely by se vykácet všechny lesy.

J. Drobník, <http://www.gate2biotech.cz/revolucni-psenice/>

Wheat yields in Mexico, India, and Pakistan, 1950 to 2004. kg/HA baseline 500



Jak toho N. Borlaug dosáhl? ... was awarded the Nobel Peace Prize in 1970

1. Dvě generace ročně

**2. Zvýšení odolnosti proti chorobám
víceliniovými odrůdami**

3. Geny zakrslosti

Po deseti letech práce **vyšlechtil odrůdu, která nebyla závislá na délce dne a netrpěla rzí.** Měla však nízké výnosy, které sice vzrostly po dávkách živin v podobě průmyslových hnojiv, ale současně vinou těžších klasů porost poléhal a sklizeň se znehodnocovala.

Klíčový krok učinil v roce 1961. **Použil ke křížení polotrpasličí odrůdu Norin. Výsledkem byla pšenice s krátkým stéblem a bohatým odnožováním.**

Konečně mělo Mexiko, co potřebovalo. Během několika let tato odrůda rozšířila tak, že sklizeň pšenice byla šestkrát větší než předtím. Norman Borlaug do Mexika přišel. **Místo dovozu se Mexiko stalo vývozem pšenice.**

Zde začala etapa zemědělské revoluce v zemi označovaná jako

Jen odrůda nestačí

"Zelená revoluce".

Název "Zelená revoluce" dal William S. Gaud, tehdejší ředitel USAID (US Úřad pro mezinárodní rozvoj), aby tím vyjádřil zlom v produkci potravin založený uvedením nové odrůdy pšenice a později i rýže v Asii.

Zelená revoluce „zavedla“:

- 1- Aplikace minerálních živin, zejména dusíku a tedy
 - vysokou spotřebu fosilních paliv
 - nitráty ve spodních vodách
 - eutrofizaci
 2. Aplikace závlah
 3. Aplikace pesticidů
 4. Závislost na vybraných odrůdách (osivech)
 5. Redukce kulturní diversity a pokles biodiverzity
- (1) *Co nám přinese přeměnu dalších ploch přírodních ekosystémů?!*
- sociální nerovnost na venkově**

Co namítá autor Zelené revoluce?

Norman Borlaug

dismissed certain claims of critics,
but did take other concerns seriously.

He stated that his work had

"a change in the rice situation,

but it has not transformed the world

into a Utopia.

**Biologické základy tvorby
výnosu**

Donald, 1968:

Ideotyp:

typ vytvořený podle určité ideje

(Donald, 1968)

Jednostébelná pšenice: nová perspektiva?

„Nový typ rostliny rýže“:

- malé vzpřímené listové čepele
- hodně odnoží
- žádné neproduktivní odnože

-

Člověk může zajistit

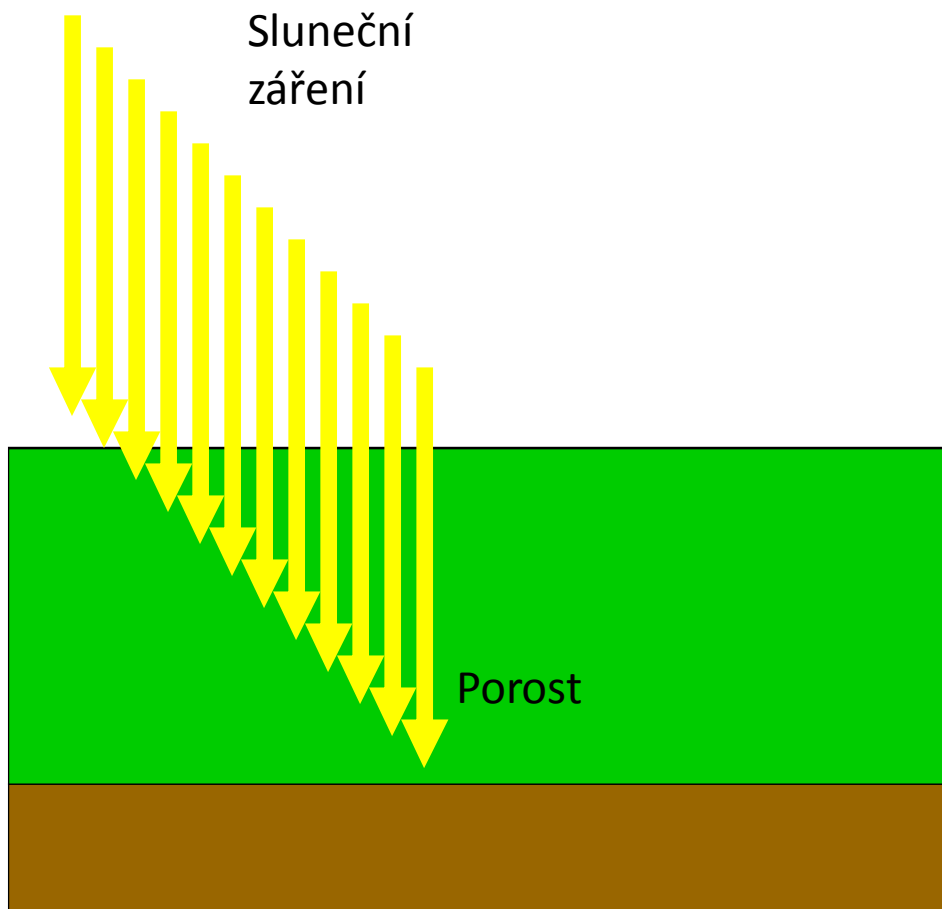
Optimální minerální výživu,

Dostatek vody,

Ochranu proti plevelům, chorobám a škůdcům,

Minimalizaci ztrát...

Co pak bude určovat výnosy plodin?



Sluneční záření



Absorpce záření

+

Účinnost využití záření

=

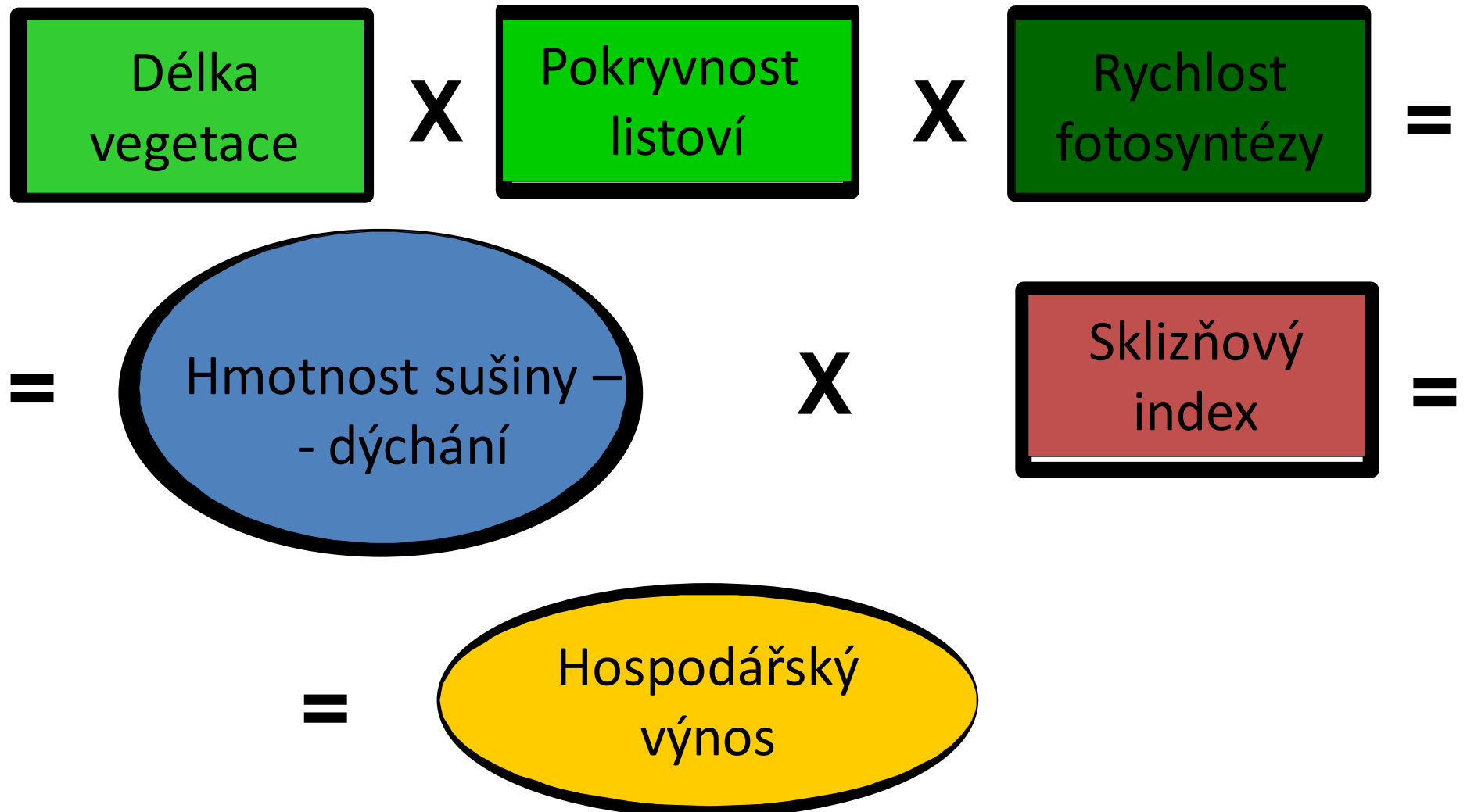
Celková biomasa

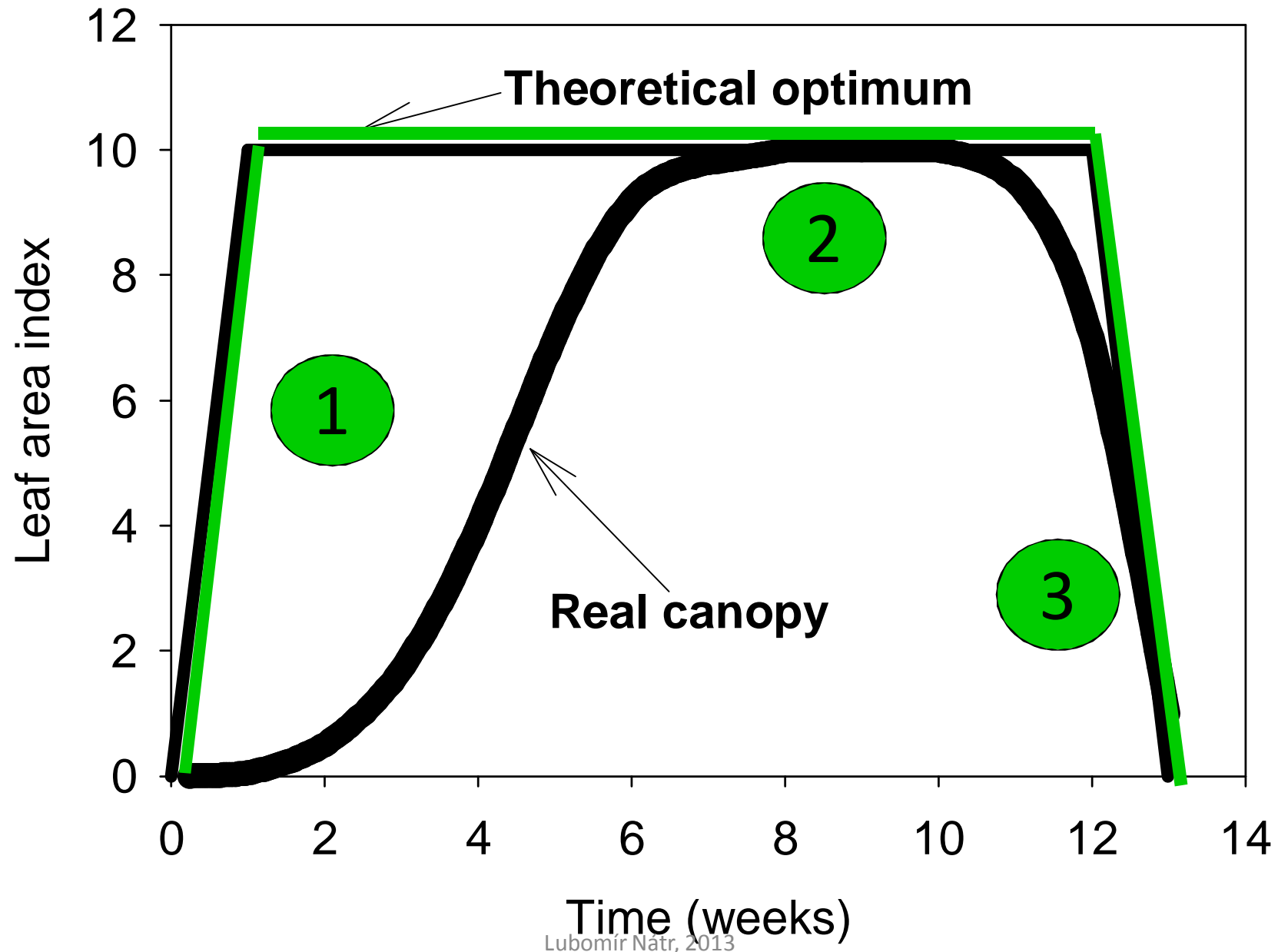
+

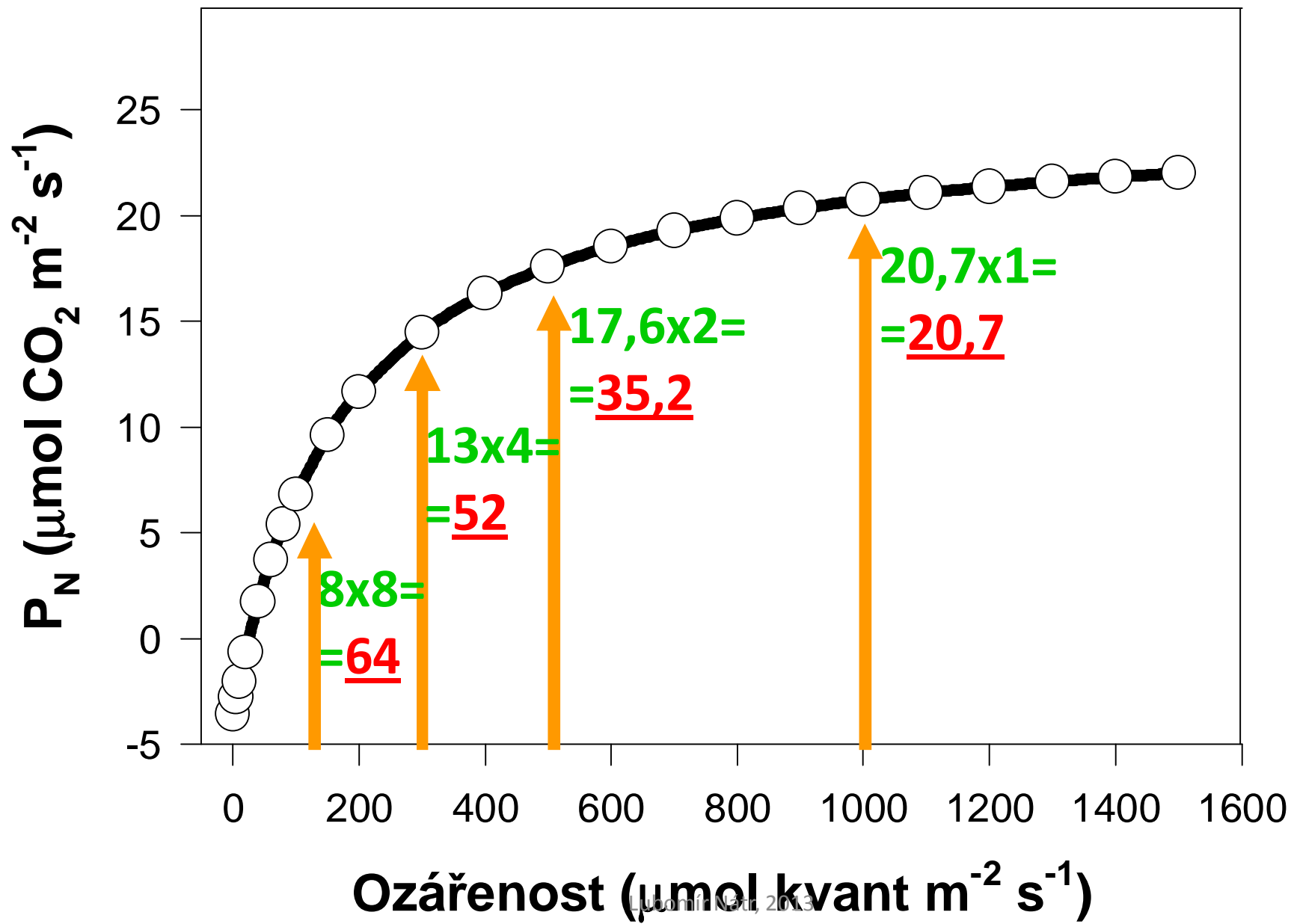
Transport a distribuce
produktů fotosyntézy

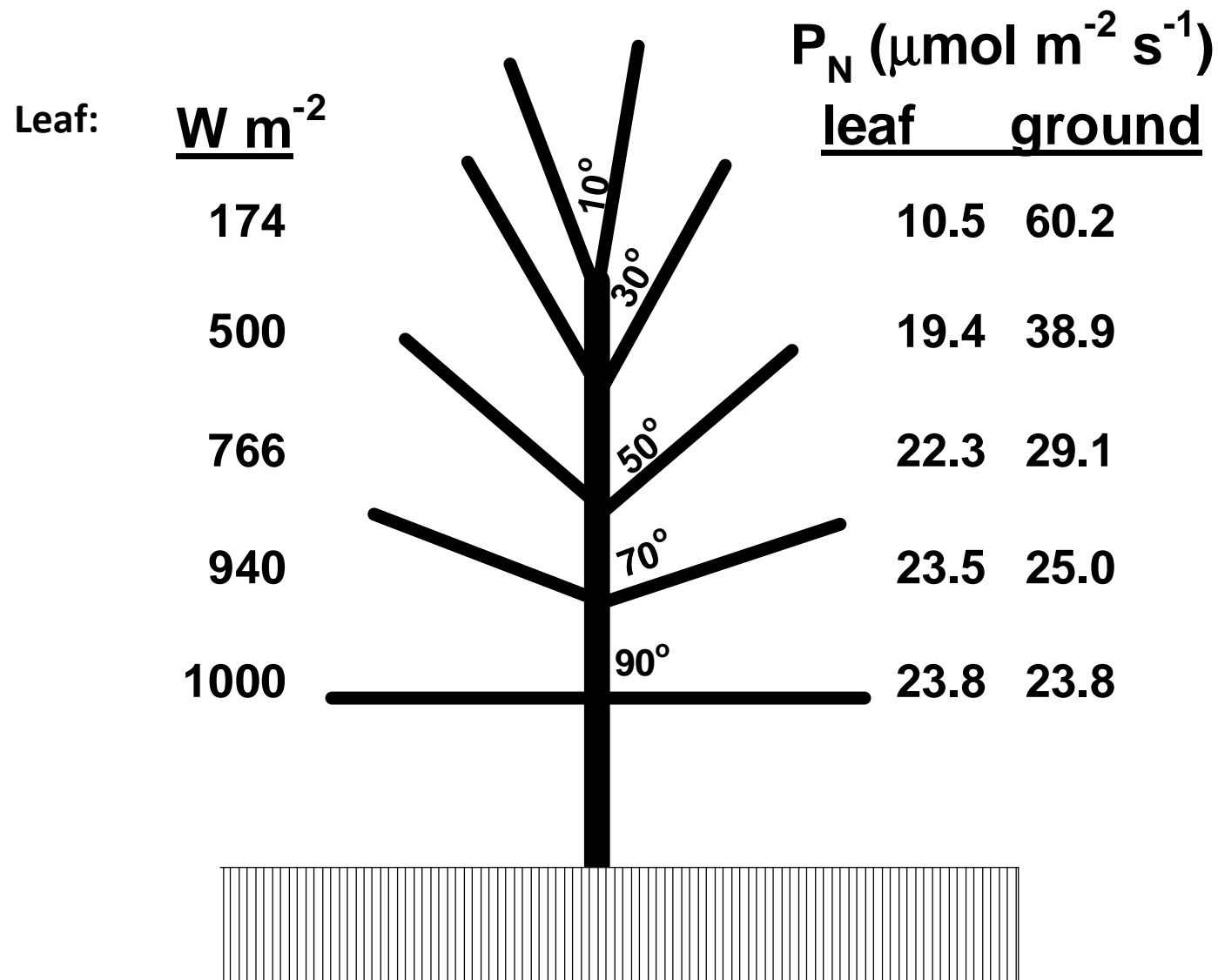
=

Výnos zrna



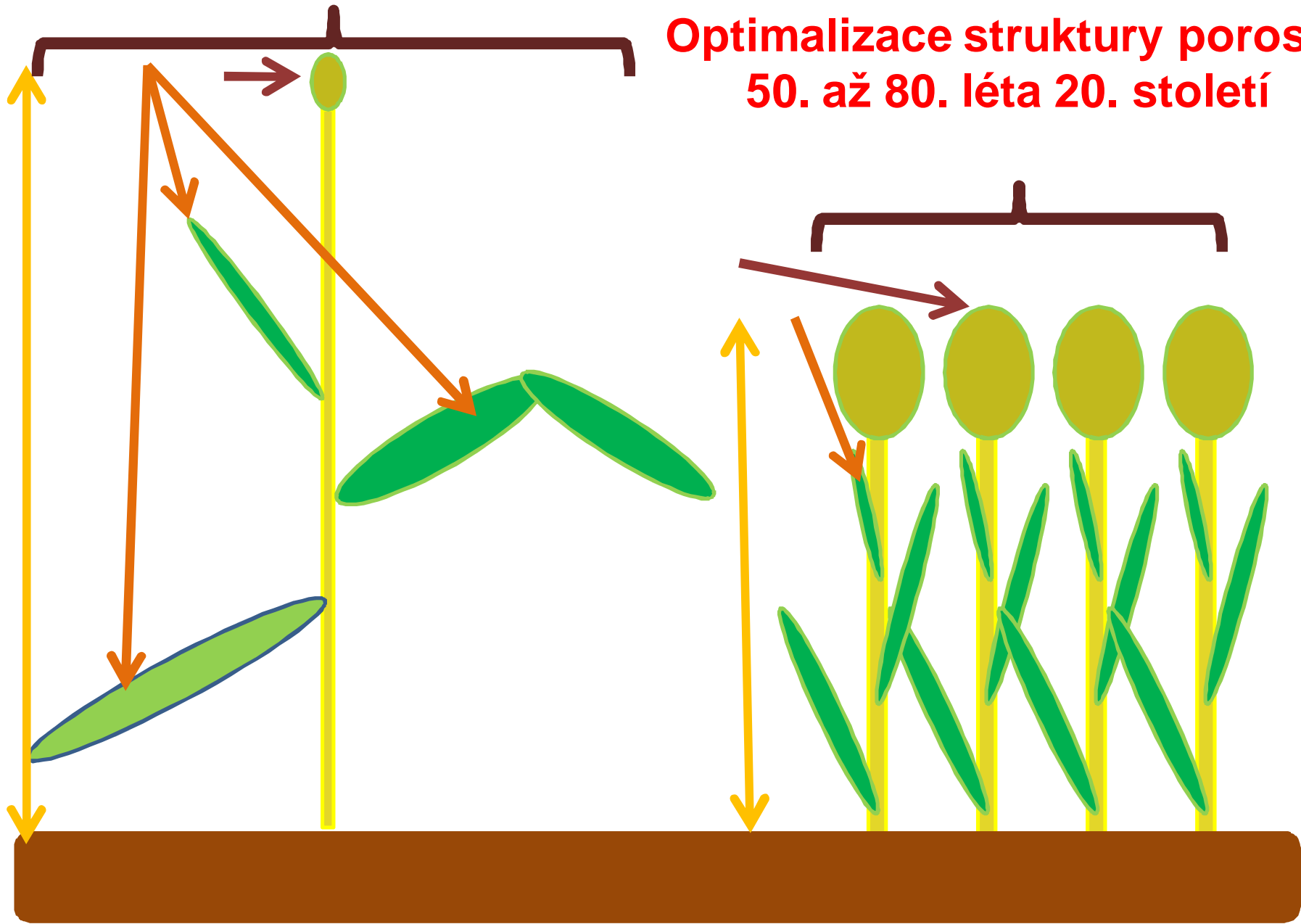






Význam prostorové orientace listů na rychlost fotosyntézy vztahenou na jednotku plochy listů nebo plochy půdy

**Optimalizace struktury porostu
50. až 80. léta 20. století**



Velkou roli ve šlechtění jarního ječmene měl docent **Josef Bouma**, autor **odrůdy Diamant (1965)**.

Odrůdy vycházející z odrůdy Diamant se nazývají odrůdy diamantového typu a jsou charakteristické zkráceným stéblem. Další velmi významnou osobou českého šlechtění jarních ječmenů byl **Ing. František Minařík**. Ten vedl šlechtění jarních ječmenů v Hrubčicích po dlouhou dobu a rozpracoval diamantovou řadu. Na jeho počest dostala jedna z hrubčických odrůd jméno Famin (František Minařík).

<http://www.limagraincentraleurope.com/cz/glossary/glossary-barley.cfm>



Radiomutant: Prospěch nebo záludnost?

Tab. 1 – Do praxe uvedení radiální mutanti potravinářských plodin

Země	Plodina	Počet mutantů	Výměra (tisíce ha)
Čína	42 druhů	638	asi 9 000
Egypt	sezam	3	
Ghana	maniok	1 Tek Bankey	
Indie	podzemnice olejná	1 TAG	6 5
Itálie	tvrdá pšenice	1	
Japonsko	hrušeň	1 rezist. k houbě	
Keňa	pšenice	1 Njoro P	
Pákistán	bavlník		
Peru	ječmen		
Skotsko	ječmen	Amant, Golden Promise	
Súdán		Albeely	
Turecko		1	

Ještě jednou Československo

Pšenice Mironovská 808 + CCC

Mironovská 808:

**Kvalitní,
vysoká,
poléhavá**

CCC

**Chlorcholinchlorid,
2-chlorethyltrimethylamonium chlorid,
regulátor růstu, působící zkrácení stébla obilnin a zvýšení odolnosti k poléhání.
CCC inhibuje syntézu giberelinů,
porušuje apikální dominanci a
zvyšuje odnožování (větvení rostlin) u [obilnin](#).
Je obsažen v přípravcích například [Retacel](#), Stabilan, Cycocel a Tur.**

Vaše století

Asi 1,8 miliardy lidí zajišťuje potravu lidstva.

Měli by nebo musejí v nejbližší budoucnosti:

Zdvojnásobit produkci potravin s tím, že budou mít k dispozici

(1) Méně

- Vody,
- Půdy,
- Hnojiv
- Energie

(2) Ekonomicky rizikovější podmínky

(3) Nepředvídatelné spekulace globálního i lokálního trhu.

Náš druh (*Homo*) to zvládl v minulosti.

V budoucnu to už není úkol jen

-zemědělců,

-Vědců,

-Politiků.

-Nyní to začíná ovlivňovat každého z nás:

-Každodenně,

-Celoživotní zvyklosti,

-Supermarkety

Vaše století

Šlo by to jinak?

Zvýšení produkce potravin zvýšením

Výnosy na jednotku plochy

Osevní plochy

Snížením ztrát

ŠLO!!! Jak?

Z mnoha řešení alespoň dvě:

1. Cynické:

Dnes hladoví několik set milionů lidí.

Proč by jich nemohlo být třeba 5krát tolik?

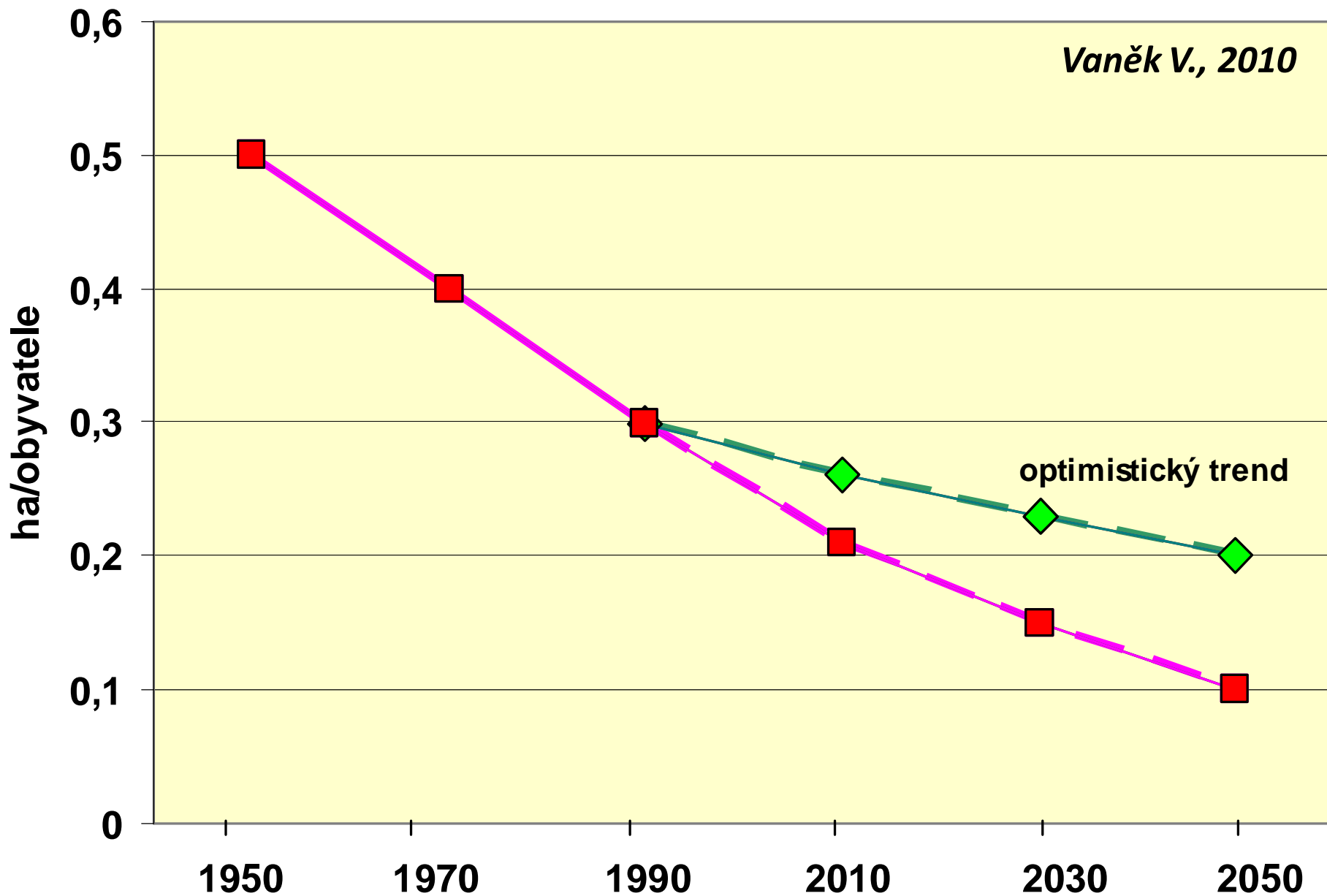
2. Dvě idealistická:

Přechod lidstva na vegetariánskou stravu

„**Spravedlivá**“ distribuce potravin

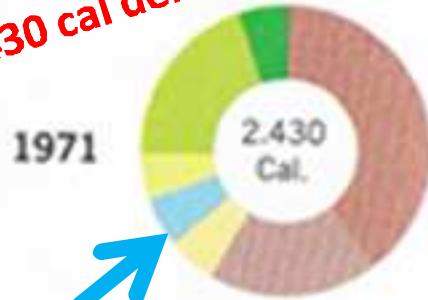
Zemědělská půda připadající na 1 obyvatele Země

Vaněk V., 2010



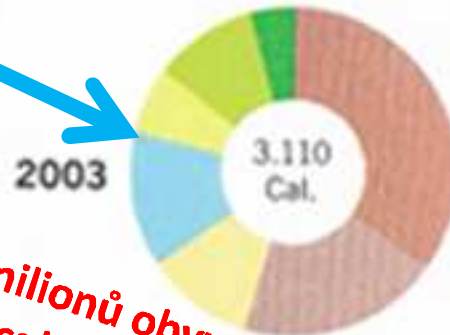
Graph: Changing composition of the diet in various countries, 1971-2003.
Source: FAO

93 miliony obyvatel
2 430 cal den⁻¹ obyvatel⁻¹



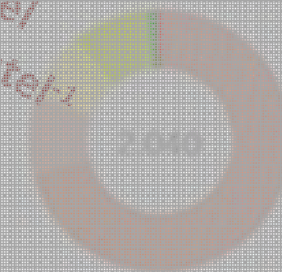
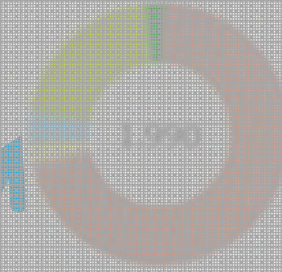
Podíl masa

180 milionů obyvatel
3 110 cal den⁻¹ obyvatel⁻¹



Brazil

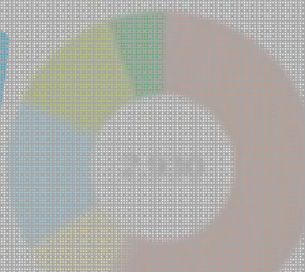
850 milionů obyvatel
1 990 cal den⁻¹ obyvatel⁻¹



China

India

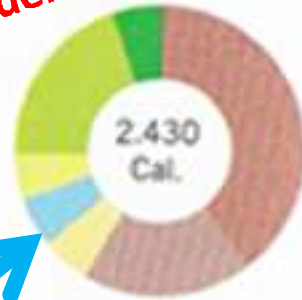
1300 milionů obyvatel
2 930 cal den⁻¹ obyvatel⁻¹



Graph: Changing composition of the diet in various countries, 1971-2003. Source: FAO

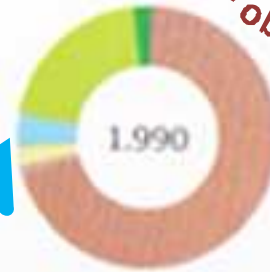
93 miliony obyvateľ
2 430 cal den⁻¹ obyvateľ⁻¹

1971



850 milionů obyvateľ
1 990 cal den⁻¹ obyvateľ⁻¹

1990



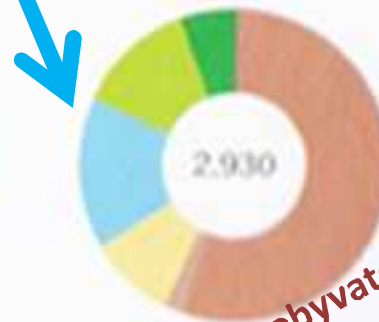
Brazil

China

India

Podíl masa

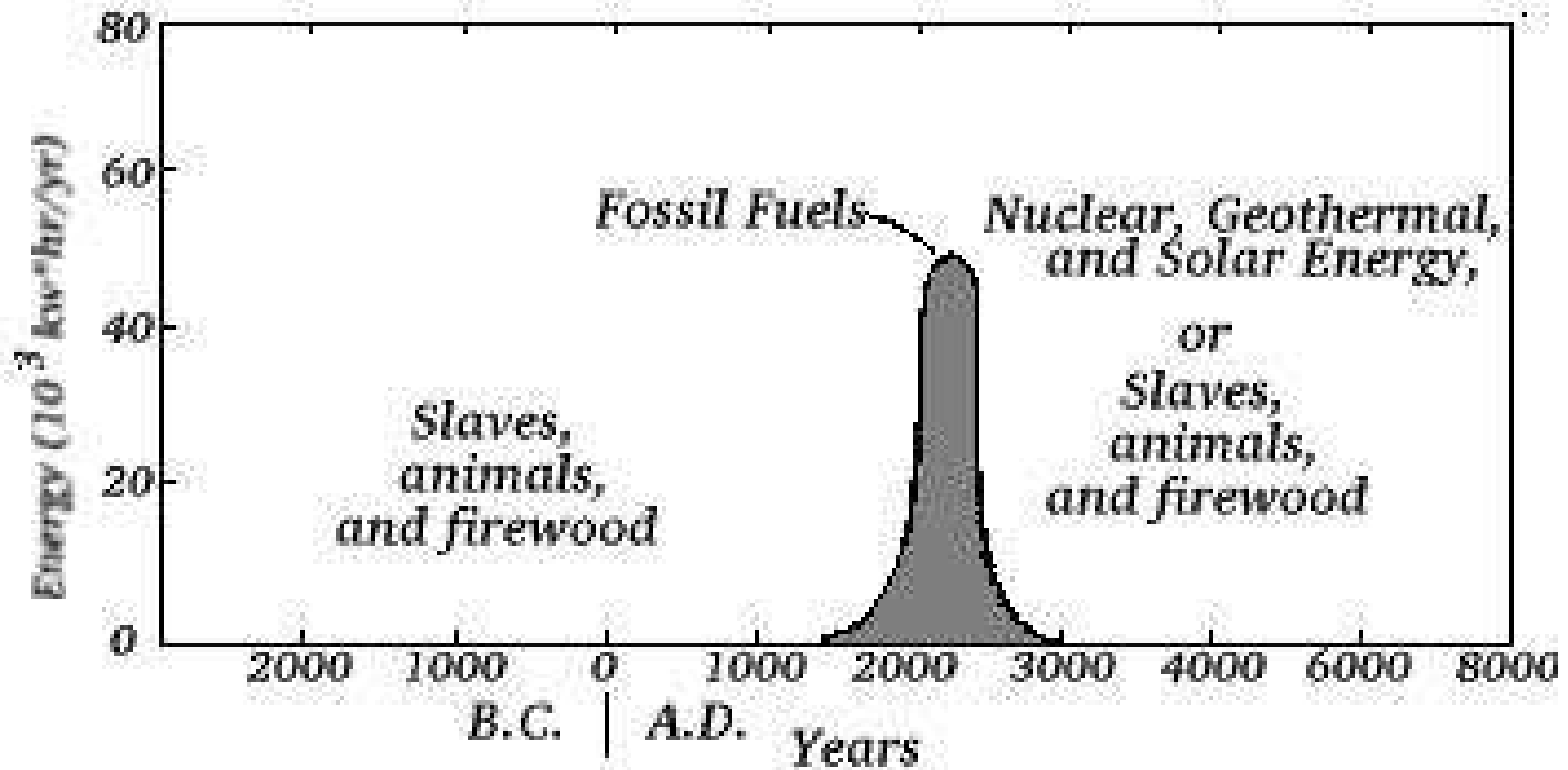
2003



180 milionů obyvateľ
3 110 cal den⁻¹ obyvateľ⁻¹

1300 milionů obyvateľ
2 930 cal den⁻¹ obyvateľ⁻¹

2 470

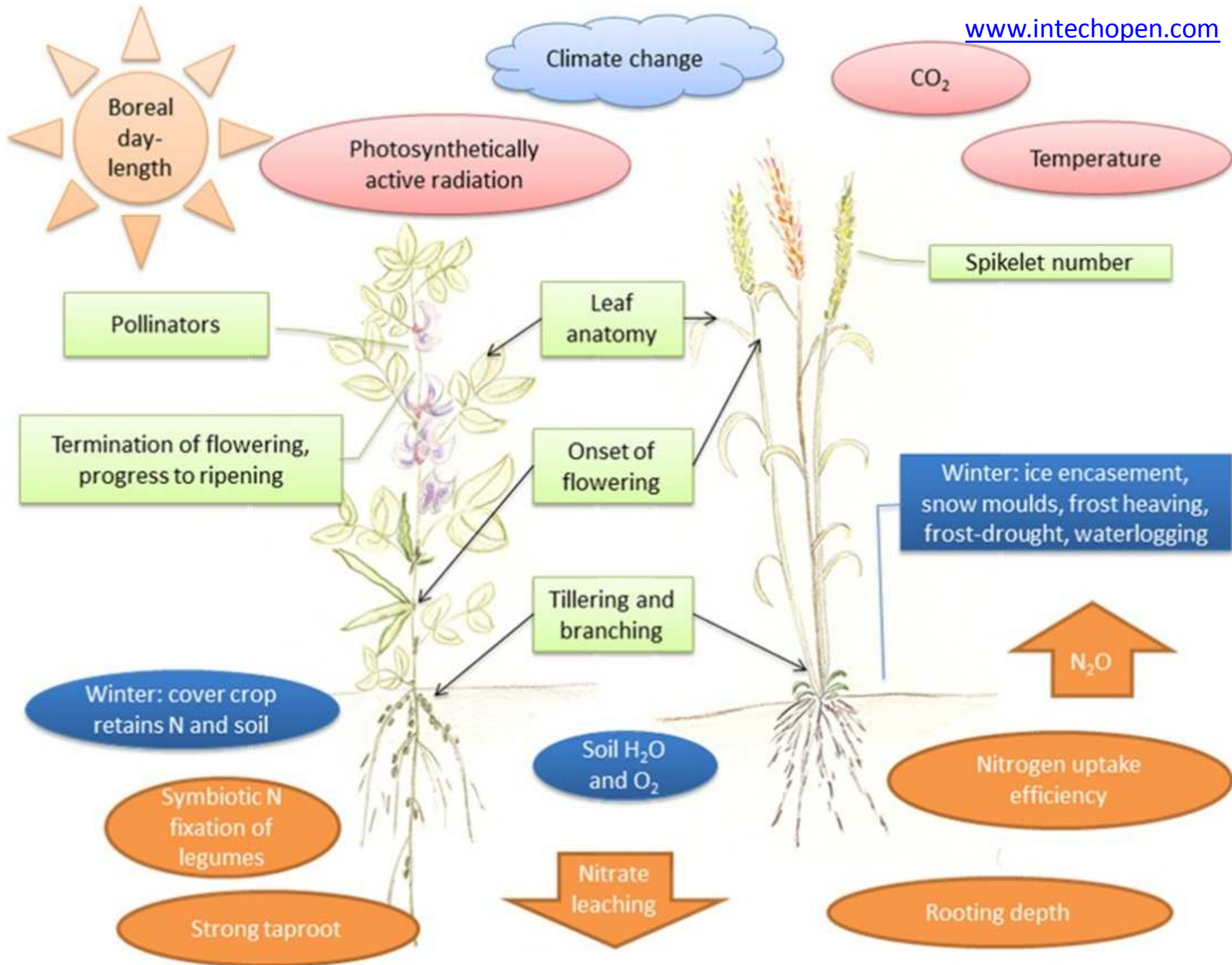


Energetická dotace pro několik málo generací

http://earthsci.org/education/teacher/basicgeo/fossil_fuels/fossil_fuels.html

Unknown and unpredictable climate changes in this century.





THE COMING FAMINE

THE GLOBAL FOOD CRISIS
AND WHAT WE CAN DO TO AVOID IT

JULIAN CRIBB

University of California Press
Berkeley and Los Angeles, California

University of California Press, Ltd.
London, England

© 2010 by The Regents of the University of California

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Cribb, Julian.

The coming famine : the global food crisis and what
we can do to avoid it / Julian Cribb.

p. cm.

Includes bibliographical references and index.

ISBN 978-0-520-26071-9 (alk. paper)

1. Food supply. 2. Food industry and trade.

3. Sustainable agriculture. 4. Climatic changes.

I. Title.

HD9000.5.C715 2010

363.8—dc22

2010007683

ge facing the world's 1.8 billion women
to double their output of food—using far
and less fertilizer. They must accomplish
rns, with less new technology available,
disincentives, and corrupted markets, and
ht. Achieving this will require something

e and, resilient species that we are, we
r, it won't just be a problem for farm-
It will be a challenge involving every
s, our habits, and our influence at the
.
r global humanity and our wisdom we

Perspektivy dalšího zvyšování výnosů

- (a) Šlechtění na „nový typ rostliny“**
- (b) Zvýšení účinnosti minerálních hnojiv**
- (c) Nové technologie (precisní zemědělství, agrolesnictví)**
- (d) Geneticky modifikované rostliny (kvalita, stresy)**
- (e) Využití zvyšující se koncentrace CO₂**
- (f) Převod genů z rostlin C4 do obilnin**
- (g) Rozvoj kultivace tradičních plodin v rozvoj. zemích**

„New plant type“, „super-rice“, ... Od 90. let 20. století dodnes



Nature Reviews | Genetics

Konvenční

**Výnosnější,
silně
odnožující**

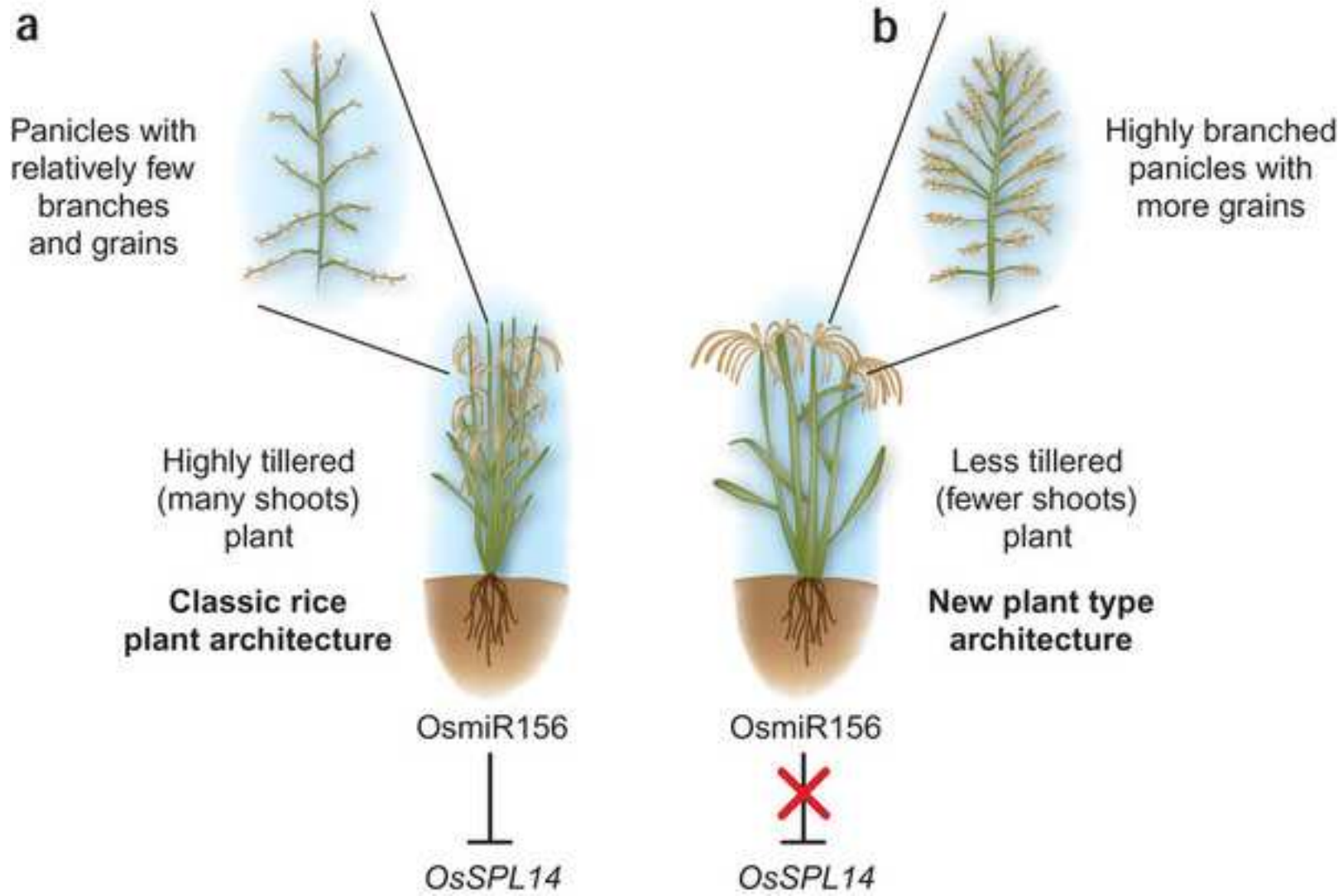
**NPT
méně odnoží,
robustní stéblo
více obilek v latě**

[Green revolution: the way forward](#)

Gurdev S. Khush

Nature Reviews Genetics **2**, 815-822 (October 2001)

Lubomír Nátr, 2013



Shaping a better rice plant

Nature Genetics **42**, 475 - 476 (2010)

Lubomír Nátr, 2013

(2) Rýže C3 → Rýže C4

SPECIAL SECTION

PERSPECTIVE

The Development of C₄ Rice: Current Progress and Future Challenges

Susanne von Caemmerer,^{1*} W. Paul Quick,² Robert T. Furbank³

Another “green revolution” is needed for crop yields to meet demands for food. The international C₄ Rice Consortium is working toward introducing a higher-capacity photosynthetic mechanism—the C₄ pathway—into rice to increase yield. The goal is to identify the genes necessary to install C₄ photosynthesis in rice through different approaches, including genomic and transcriptional sequence comparisons and mutant screening.

As the world population races toward 10 billion, agricultural scientists are realizing that another “green revolution” is needed for crop yields to meet demands for food. In rice, yield potential is limited by the photosynthetic capacity of leaves that, as carbohydrate factories, are unable to fill the larger number of florets of modern rice plants. One potential solution is to introduce a higher-capacity photosynthetic mechanism—the C₄ pathway—into rice. This is the goal of researchers in the international C₄ Rice Consortium: to identify and engineer the genes necessary to install C₄ photosynthesis in rice (1).

Rubisco, the primary CO₂-fixing enzyme in rice, is a poor catalyst of CO₂ at current atmospheric conditions. It has a tendency of confusing its substrate CO₂ with the more abundant O₂ as well as being a very slow catalyst of CO₂, turning over only once or twice per second. Rubisco’s oxygenase activity requires the recycling of phosphoglycolate in the photorespiratory pathway, resulting in an energy cost and loss of previously fixed CO₂. Many photosynthetic organisms, including cyanobacteria, algae, and land plants, have developed active CO₂-concentrating mechanisms to overcome Rubisco’s inefficiencies (2). Among land plants, this led to the development of C₄ photosynthesis, a biochemical CO₂-concentrating mechanism. C₄ pho-

in another type of specialized tissue, the bundle sheath cells. This process elevates the CO₂ concentration in the bundle sheath and inhibits Rubisco oxygenase activity, allowing Rubisco to operate close to its maximal rate (Fig. 1). In comparison with C₃ crops such as rice, C₄ crops (such as maize and sorghum) have higher yields and increased water- and nitrogen-use efficiency (1, 4).

Building the C₄ Machinery

In an evolutionary context, the transition from C₃ to C₄ photosynthesis has occurred independently in more than 60 different plant taxa (3). Genomic and transcriptional sequence comparisons of cell-

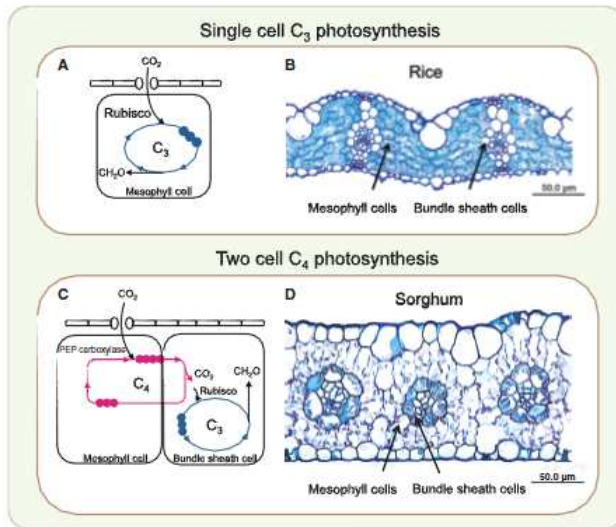


Fig. 1. (A) C₃ photosynthesis fixes atmospheric CO₂ into C₃ acids with Rubisco in single cells. (C) Two-cell C₄ photosynthesis requires spatial separation of fixation of atmospheric CO₂ into C₄ acids and the donation of CO₂ from these C₄ acids to Rubisco. Also shown are light microscopy images of transverse sections of leaves of (B) rice, a C₃ plant, and (D) sorghum, a C₄ plant. The rice section shows vascular bundles with few chloroplasts and large numbers of mesophyll cells between the vascular bundles typical for C₃ species. The sorghum leaf section shows chloroplasts in bundle sheath and only two or three mesophyll cells in between the vascular tissue typical of a C₄ species.

¹Research School of Biology, Australian National University, Canberra, ACT 0200, Australia. ²International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, and University of Sheffield, Sheffield S10 2TN, UK. ³High Resolution Plant Phenomics Centre, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) Plant Industry, Canberra, ACT 2601, Australia. *To whom correspondence should be addressed. E-mail: susanne.caemmerer@anu.edu.au

tosynthesis arose multiple times in the past 60 million years in warm semi-arid regions, with early occurrences coinciding with low atmospheric CO₂ in the late Oligocene (3). During C₄ photosynthesis, CO₂ is fixed within specialized leaf tissues known as mesophyll cells to produce C₄ acids, which diffuse to and are decarboxylated

specific and leaf-developmental gradient transcription profiles between closely related C₃ and C₄ species are being used to identify C₄-specific regulatory genes (4). Combining this information in parallel with screens of mutagenized C₄ *Sorghum bicolor* and *Setaria viridis* along with activation-tagged rice populations hopefully will

The promise of C₄ rice has resulted in one of the largest consortia of plant biologists pursuing a common goal. We optimistically take on this challenge, anticipating that advances in our understanding of plant metabolism, and C₃ and C₄ photosynthesis in particular, will better serve humanity in years to come.

Downloaded from www.sciencemag.org on November 4, 2012

perimetrální biologie
(Praha, 2012.

Lubomír Nátr, 2013