

Biotické intenzifikace rostlinné výroby v precizním zemědělství

Václav Brant, Milan Kroulík a Jindřich Šmöger

Centrum precizního zemědělství

Česká zemědělská univerzita v Praze

Statek Bureš, s.r.o.

Biotická intenzifikace

Cílené využití biologických principů pro zajištění optimálních podmínek vývoje porostů kulturních rostlin.

- Vliv rostlin na fyzikální a chemické vlastnosti půdy (struktura půdy, objemová hmotnost, pH, obsah živin apod.)
- Synergické či antagonistické působení rostlin – mezidruhová a vnitrodruhová
- Vzájemné přímé interakce mezi rostlinami a dalšími organismy (viry, bakterie, houby, kroužkovci, hmyz apod.) – pozitivní a negativní
- Nepřímé efekty spojené s růstem rostlin na ostatní organismy (zdroj biomasy a živin, meziprodukty přeměny látek, omezení procesů selekčního výběru hostitele, cílené omezení růstu hlavní plodiny apod.)

Dokonalá znalost biologických principů a nástroje pro jejich praktické využití – precizní zemědělství

Biotická intenzifikace

Z dlouhodobého hlediska historicky nejvýznamnější faktor ovlivňující vývoj lidstva.

Přibližně 6 – 7 tis. let trvající a fungující procesy (střední Evropa)

- úrodnost půdy
- osevní postupy

Návrat k principům střídání plodin – jejich implementace do stávajících pěstebních systémů s plným využitím technického potenciálu!

Vědecky správná cesta k naplnění stávajících požadavků společnosti!

Proč biotické intenzifikace?

1. Zachování produktivnosti pěstebních systémů při omezení průmyslových vstupů (minerální hnojiva, PHM, pesticidy)
2. Možnosti zvyšování produktivnosti stávajících systémů bez navyšování dodatkových vstupů energie a ekonomických vstupů
3. Znovuzavedení principů střídání plodin – osevní postup = biotická intenzifikace – **stávající struktura plodin a možná změna!!!**
4. Zvýšení stability půdního prostředí z hlediska snížení jeho náchylnosti k rychlým změnám
5. Přizpůsobování se změnám klimatu (sucho, přehřívání půdy, erozní rizika, přeměna organické hmoty, efektivita využití srážek apod.)
6. Kvalita produktů a jejich pozice na globálním trhu

Současný stav!

Agrofytocenózy jsou velmi nestabilní společenstva v rámci biosféry – nestabilita je využívána k rychlému efektu dodatkových vstupů.

Budoucnost?

Minimalizace dodatkových vstupů omezí rychlou korekci změn v agrofytocenózách – potřeba stabilních společenstev.

Zemědělství – „lod' na společenských vlnách“

- Rezonance společenských témat – silná a slabá témata
- Reflektování a vymezování se
- Otvírání celospolečenské diskuse
- **Biotická intenzifikace je i reakcí na celospolečenské představy**
 - struktura plodin a její vývoj
 - glyphosat a GMO
 - uhlíková stopa a energetika zemědělství
 - omezování pesticidů
 - voda (sucho, rozložení srážek a kvalita vod)
 - degradace půdy (eroze, zhutnění, salinita apod.)
 - kvalita ovzduší (amoniak, metan apod.)
 - vnímání vědy a mediální prezentace výsledků
 - zemědělský konzervatismus
 - administrativní zátěž
 - globalizace trhu

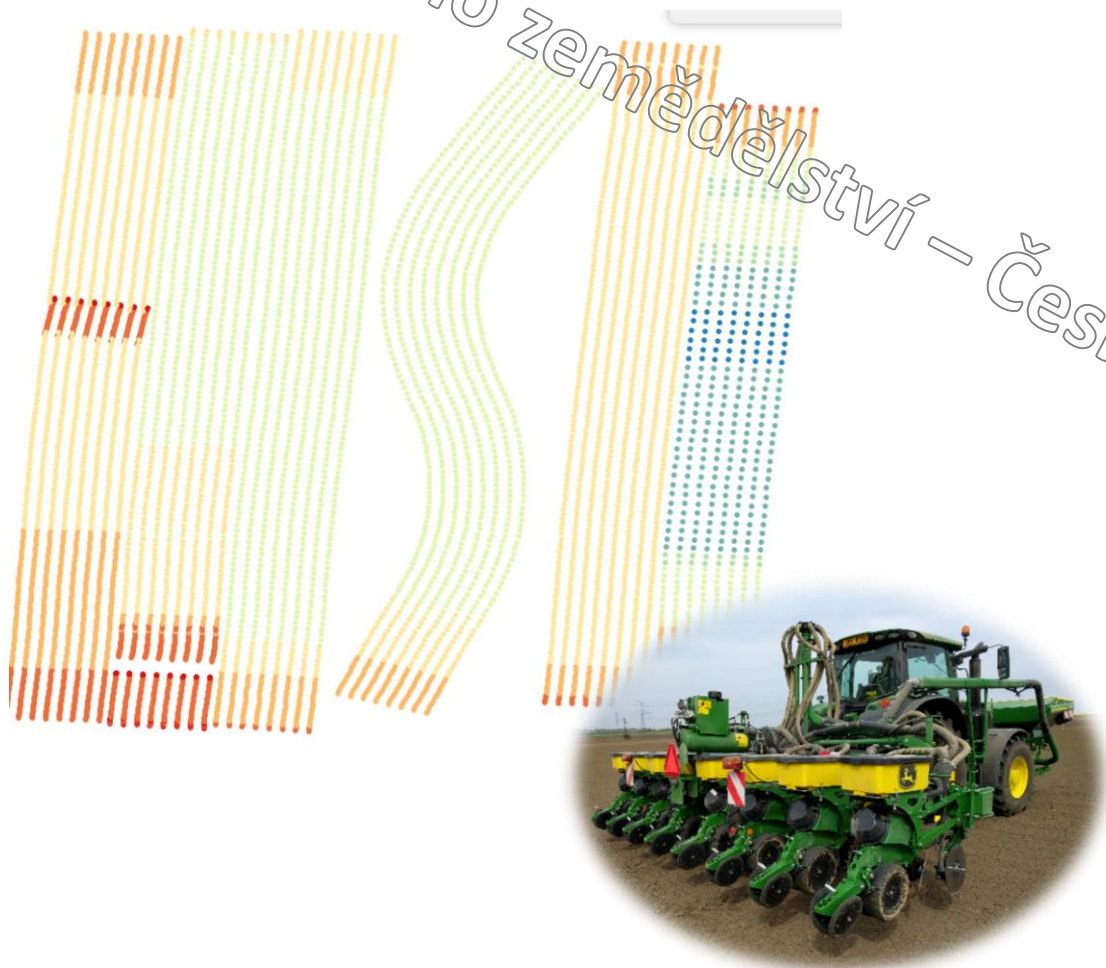
Biotické efekty v rostlinné výrobě

- Práce se strukturou porostu a počtem rostlin
- Cílené ovlivnění prostoru kořenové zóny
- Práce s odrůdovou variabilitou
- Eliminace heterogenity mezi rostlinami
- Variabilní přístup k heterogenním částem pozemku
- Využití pomocných plodin a meziplodin
- Cílená práce s půdní mikroflórou
- Biologické zpracování půdy apod.

Realizace: využití potenciálu nových technologických postupů

Přesné setí a variabilní setí kukuřice

Mapa výsevu kukuřice – ExactEmerge JD



Vliv počtu rostlin na pokryvnost povrchu půdy

hybrid	rostlin/ha	pokryvnost povrchu půdy (%)
DKC 3730	85 000	30,6a
Futurixx		34,0a
DKC 3730	105000	36,4a
Futurixx		36,4a



Výnos 23,7 t/ha 100% sušina



21,1 t/ha

Struktura porostu

Centrum precizního zemědělství – Česká zemědělská univerzita v Praze

Vliv hustoty výsevu na výnosové parametry

Průměrné hodnoty biometrických parametrů kukuřice seté v závislosti na hustotě porostu – Budihostice, 2018

hybrid	rostlin na ha (kusy)	výška (m)	počet listů (ks)	vyvinutá palice (ks)	nevyvinutá palice (ks)	suchá hmotnost listů na rostlině (g)	suchá hmotnost stébla na rostlině (g)	suchá hmotnost palic na rostlině (g)	suchá rostlina celkem (g)
DKC 3730	84 664	2,925 a	12,7 a	1	0,7	38,5 ab	105,8 b	135,5 b	279,7 b
Futurixx	84 604	3,133 c	13,5 b	1	0,8	43,2 b	107,5 b	132,4 b	283,1 b
DKC 3730	94 524	3,005 ab	12,9 ab	1	0,2	33,6 a	81,1 a	99,1 a	213,7 a
Futurixx	93 749	3,091 bc	12,9 ab	1	0,5	36,3 a	89,5 ab	92,4 a	218,2 a
DKC 3730	97 946	3,116 c	13,0 ab	1	0,6	35,5 a	83,2 a	96,5 a	215,3 a
Futurixx	108 681	3,184 c	13,2 ab	1	0,5	35,5 a	93,0 ab	89,2 a	217,6 a

Průměrné hodnoty parametrů biomasy kukuřice seté v závislosti na hustotě porostu – Budihostice, 2018

hybrid	rostlin na ha (kusy)	suchá biomasa porostu t/ha	sušina rostliny (%)	sušina listů (%)	sušina stébla (%)	sušina palic (%)
DKC 3730	84 664	23,685 a	24,7 a	37,9 ab	21,2 a	28,5 a
Futurixx	84 604	23,953 a	25,4 a	42,6 b	22,2 ab	27,4 a
DKC 3730	94 524	20,203 a	25,6 a	32,7 a	22,5 ab	27,6 a
Futurixx	93 749	20,454 a	25,6 a	35,3 a	23,9 bc	24,7 a
DKC 3730	97 946	21,084 a	30,1 b	34,5 a	23,2 b	38,4 b
Futurixx	108 681	23,654 a	31,0 b	34,3 a	25,6 c	36,0 b



Optimalizace počtu rostlin obilnin

Cíle technologie

- Optimalizace struktury porostů = rozteč řádků a počet rostlin
- Eliminace rizika vodního stresu
- Zajištění kvalitativních parametrů (HTS)
- Využití setí do mulče a plečkování
- **Podmínky – výživa na podzim a kvalita osiva**



Turandot 276 rostlin/m², řádky 125 mm



Turandot 212 rostlin/m², řádky 250 mm

Průměrný počet odnoží pšenice ozimé (kusy), počet rostlin pšenice ozimé na m² (kusy) v závislosti na výši výsevku - Nabočany 13.11.2018. Odlišné indexy v rámci sloupce dokumentují statistický průkazný rozdíl mezi průměry na hladině významnosti 95% (ANOVA, Tukey).

varianta	struktura porostu pšenice	výsevek (odrůda)	průměrný počet odnoží na rostlinu pšenice (kusy)	počet rostlin pšenice ozimé na m ² (kusy)
2	rozteč řádků 250 mm	obilnina 120 kg/ha (Julie)	5,7 a	194 a
4	rozteč řádků 250 mm,	obilnina 120 kg/ha (Turandot)	5,5 a	212 a
6	rozteč řádků 125 mm	obilnina 160 kg/ha (Turandot)	5,8 a	276 a

Struktura porostu

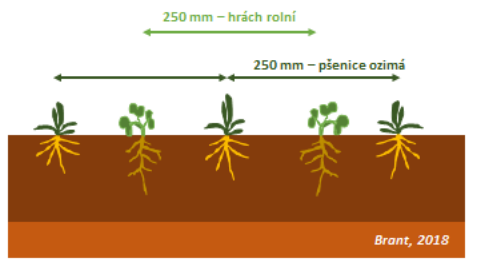


Pěstování pšenice ozimé s pomocnou plodinou

Cíle technologie

- Eliminace erozních rizik
- Zamezení evaporace po umrtvení hrachu
- Zdroj dostupných živin pro rostliny pšenice – N a P
- Podpora infiltrace během vegetace
- Omezení rozvoje plevelů
- Pozitivní vliv na růst kořene pšenice do půdy

Hrách rolní jako pomocná plodina v pšenici ozimé – struktura porostu



Porost pšenice ozimé s meziřádkovým výsevem ozimé pelušky 13.11.2018 (foto Brant)

Pěstování pšenice ozimé s pomocnou plodinou



Traktor je pomocí automatického řízení veden proti svahu tak, aby s maximální přesností vedl krajovou botku v předchozí jízdě, čímž je dosaženo pravidelného střídání setých plodin a dodržení meziřádkové vzdálenosti (foto STROM Praha)



Základem technologie je stabilní umístění a precizní nastavení pozice přijímače na nářadí, které se následně uloží pod profil nářadí v displeji GreenStar 4. generace (foto STROM Praha)

Pěstování pšenice ozimé s pomocnou plodinou

Stav porostů pšenice ozimé (odrůda Turandot) v závislosti na struktuře porostu a použité pomocné plodině na lokalitě Nabočany
13.11.2018

Brant, 2018



Turandot
(rozteč řádků 250 mm)
pokryvnost povrchu

Turandot
(rozteč řádků 250 mm)
a hrách rolní
(rozteč řádků 250 mm)

Turandot
(rozteč řádků 250 mm)
a ředkev olejná
(rozteč řádků 250 mm)

Turandot
(rozteč řádků 125 mm)

Turandot
(rozteč řádků 125 mm)
a hořčice bílá
(výsev „na široko“)

Lokalita Nabočany

Habitus rostlin pšenice ozimé (odrůda Turandot) a pomocné plodiny v závislosti na struktuře porostu na lokalitě Nabočany 13.11.2018

Brant, 2018



Turandot
(rozteč řádků 250 mm)
pokryvnost povrchu

Turandot
(rozteč řádků 250 mm)
a hrách rolní
(rozteč řádků 250 mm)

Turandot
(rozteč řádků 250 mm)
a ředkev olejná
(rozteč řádků 250 mm)

Turandot
(rozteč řádků 125 mm)

Turandot
(rozteč řádků 125 mm)
a hořčice bílá
(výsev „na široko“)

Pěstování pšenice ozimé s pomocnou plodinou

Lokalita
Vysokomýtsko

Průměrná produkce suché nadzemní biomasy pšenice ozimé (hrách rolní ozimý, kg/ha), průměrná nadzemní, podzemní a celková produkce suché biomasy pomocné plodiny (kg/ha) a celková produkce suché nadzemní biomasy porostu (kg/ha) na lokalitách "Vysokomýtské synklinály" stanovená 13.11.2018. Odlišné indexy v rámci sloupce dokumentují statisticky průkazný rozdíl mezi průměry na hladině významnosti 95% (ANOVA, Tukey).

lokality	struktura porostu	nadzemní suchá biomasa pšenice ozimé (kg/ha)	nadzemní suchá biomasa pomocné plodiny (kg/ha)	podzemní suchá biomasa pomocné plodiny (kg/ha)	celková suchá biomasa pomocné plodiny (kg/ha)	celková nadzemní suchá biomasa porostu (kg/ha)
Statek Bureš	rozteč řádků pšenice 250 mm	443,1 b				443,1 cd
	rozteč řádků pšenice 250 mm, rozteč hrachu rolního 250 mm	351,1 b	254,2 b	95,5 b	349,6 b	605,3 d
Dolní Újezd	rozteč řádků pšenice 250 mm	198,9 a				198,9 ab
	rozteč řádků pšenice 250 mm, rozteč hrachu rolního 250 mm	190,8 a	77,8 a	42,5 a	120,3 a	268,6 ab
Morašice	rozteč řádků pšenice 250 mm, rozteč hrachu rolního 250 mm	199,0 a	149,8 a	74,7 ab	224,5 ab	348,8 bc
Řepníky	rozteč řádků pšenice 250 mm	130,5 a				130,5 a
	rozteč řádků pšenice 250 mm, rozteč hrachu rolního 250 mm	103,7 a	92,1 a	42,1 a	134,2 a	195,8 ab
Sloupnice	rozteč řádků pšenice 250 mm	362,8 b				362,8 bc
	rozteč řádků pšenice 250 mm, rozteč hrachu rolního 250 mm	367,4 b	166,9 ab	71,3 ab	238,2 ab	534,3 d



Lokalita:
Statek
Bureš, s.r.o.



Lokalita:
Zemědělské
družstvo
Dolní Újezd



Lokalita:
Zemědělské
družstvo
"Růžový
palouček"
v Morašicích



Lokalita:
ALA, a.s.
Řepníky



Lokalita:
Zemědělské
družstvo se
sídlem ve
Sloupnici

Pásové výsevy meziplodin pro širokořádkové plodiny

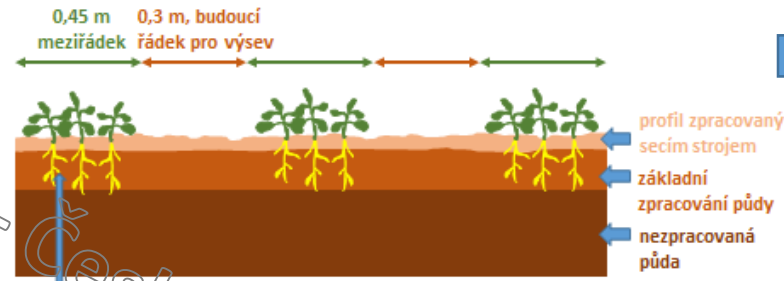
Lokalita Habry

Cíle technologie

- Eliminace erozních rizik
- Zamezení evaporace po umrtvení či vymrznutí meziplodiny
- Zdroj dostupných živin pro rostliny
- Podpora infiltrace během vegetace
- Omezení rozvoje plevelů
- Omezení negativního vlivu meziplodiny na hlavní plodinu

Pásový výsev meziplodiny secím strojem bez vegetačního krytu v budoucím řádku kukuřice seté – podzimní výsev

Pásový výsev meziplodiny secím strojem – výsev meziplodin do budoucího meziřádku je proveden secími botkami, ostatní secí botky jsou zaslepeny. Do meziřádku lze vysévat i vzrůstné druhy meziplodin tvořící hluboký kořenový systém. Budoucí řádek je bez cíleného osevu.

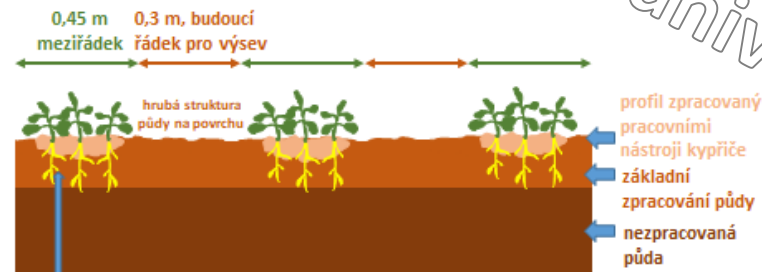


Meziplodina v budoucím meziřádku se podílí na tvorbě nadzemní a podzemní biomasy, kořeny zpracovávají půdu a zvyšují infiltraci, nadzemní biomasa eliminuje větrnou a vodní erozi.

Brant, 2018

Pásový výsev meziplodiny mělkým pásovým kypřičem (plečkou) bez vegetačního krytu v budoucím řádku kukuřice seté – podzimní výsev

Pásový výsev meziplodiny pásovým kypřičem – výsev meziplodin do budoucího meziřádku je proveden secími botkami nebo rozptylem osiva do proudu zeminy. Do meziřádku lze vysévat i vzrůstné druhy meziplodin tvořící hluboký kořenový systém.

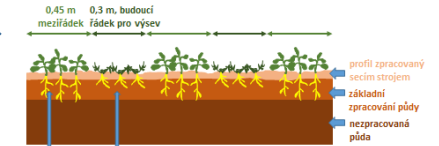


Meziplodiny v budoucím meziřádku se podílejí na tvorbě nadzemní a podzemní biomasy, kořeny zpracovávají půdu a zvyšují infiltraci, nadzemní biomasa eliminuje větrnou a vodní erozi.

Brant, 2018

Pásový výsev meziplodiny secím strojem s odlišným vegetačním krytem v budoucím řádku kukuřice seté – podzimní výsev

Pásový výsev meziplodiny secím strojem – výsev meziplodin do budoucího meziřádku je proveden secími botkami, ostatní secí botky jsou zaslepeny. Do meziřádku lze vysévat i vzrůstné druhy meziplodin tvořící hluboký kořenový systém. Do budoucího řádku se vysévají méně vzrůstné druhy, ty lze vysévat secími botkami (dva zásobníky osiva na secím stroji) nebo plošně (přídavné výsevné stroje na secím stroji).

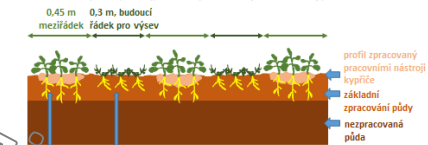


Meziplodiny v budoucím meziřádku a řádku se podílí na tvorbě nadzemní a podzemní biomasy, kořeny zpracovávají půdu a zvyšují infiltraci, nadzemní biomasa eliminuje větrnou a vodní erozi.

Brant, 2018

Pásový výsev meziplodiny mělkým pásovým kypřičem (plečkou) s odlišným vegetačním krytem v budoucím řádku kukuřice seté – podzimní výsev

Pásový výsev meziplodiny pásovým kypřičem – výsev meziplodin do budoucího meziřádku je proveden secími botkami nebo rozptylem osiva do proudu zeminy. Do meziřádku lze vysévat i vzrůstné druhy meziplodin tvořící hluboký kořenový systém. Do budoucího řádku se vysévají méně vzrůstné druhy, ty lze vysévat plošně (přídavné výsevné stroje na secím stroji).



Meziplodiny v budoucím meziřádku a řádku se podílí na tvorbě nadzemní a podzemní biomasy, kořeny zpracovávají půdu a zvyšují infiltraci, nadzemní biomasa eliminuje větrnou a vodní erozi.

Brant, 2018

Centrum precizního zemědělství – Česká zemědělská univerzita v Praze

Pěstování širokořádkových plodin

Lokalita Habry

Pásový výsev secím
strojem – hořčice bílá



Legislativa nezná
pásový výsev

- trend – cílený výsev meziplodin
- secí stroje pro nezávislý výsev dvou až třech plodin (velikost osiva a rozmístění)
- dobré vzcházení a úspora osiva
- náklady na setí zvyšují cenu technologie (úspora osiva, kalkulace živin, snížené náklady na základní zpracování strip till)



Pásové zakládání pomocných plodin

Biologické zpracování půdy

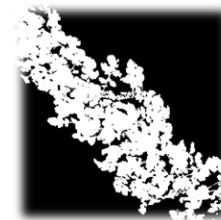
Pásový výsev plečkou – hořčice bílá



Hořčice bílá. Výsev plečkou do budoucího mezípasu kukuřice. 11. října 2018



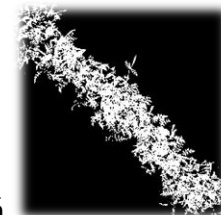
Hořčice bílá



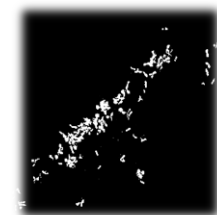
Lokalita Habry



Svazenka vrtičolistá



Tolice dětelová



Ředkev olejná

- cílený výsev meziplodin
- setí dvou druhů – do pásu a plošně
- dobré vzcházení a úspora osiva
- nízké náklady na setí
- univerzální využití stroje



Hrách rolní – jarní forma



Hrách rolní – ozimá forma



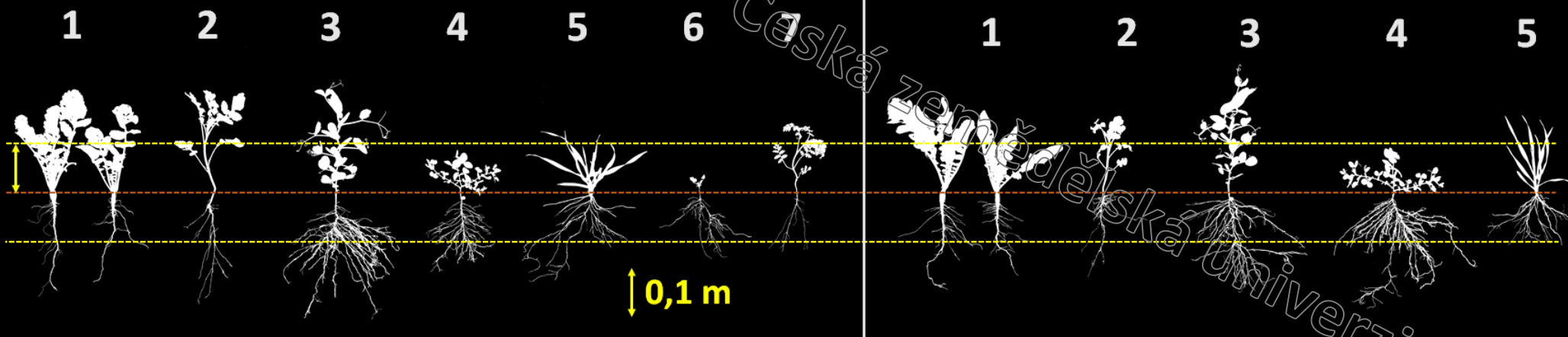
Legislativa nezná pásový výsev

Stav vybraných porostů meziplodin založených do pásu v druhém termínu hodnocení (6.11.2018) v závislosti na způsobu založení.

Habitus vyšetých druhů meziplodin při pásovém výsevu v závislosti na způsobu založení na lokalitě
Habry 6.11.2018. Výsev byl proveden 7.9.2018.

výsev do pásů plečkou

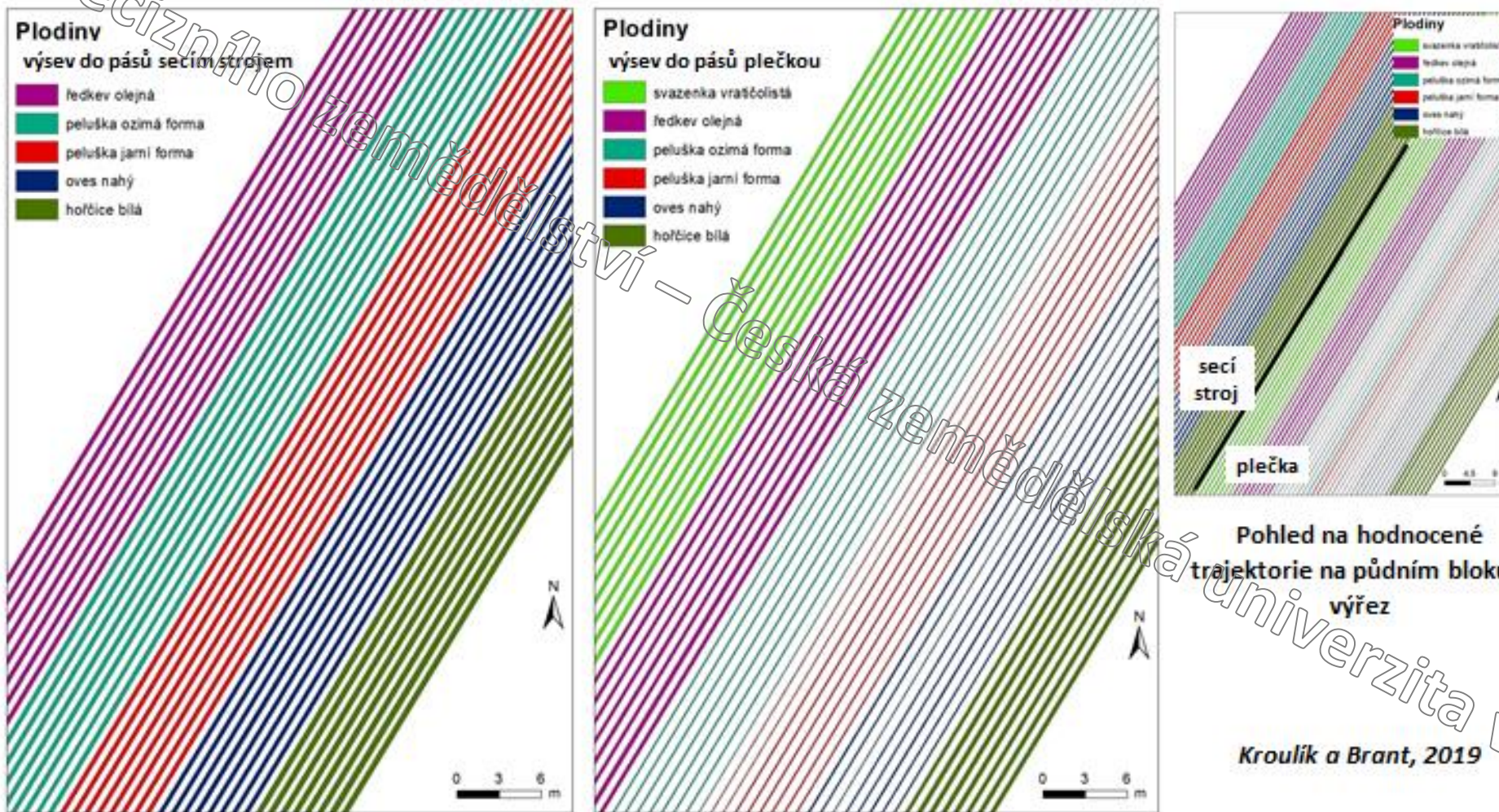
výsev do pásů secím strojem



1 – ředkev olejná, 2 – hořčice bílá, 3 – peluška jarní, 4 – peluška ozimá, 5 – oves nahý,
6 – tollice dětelová, 7 – svazenka vrtičolistá

Brant, 2018

Grafické znázornění reálné šířky pásů osetých odlišným druhem meziplodiny na pokusném pozemku na lokalitě Habry v roce 2018 (vlevo – secí stroj, vpravo – modifikovaná plečka) – výřez z pokusného půdního bloku.



Grafické znázornění reálné šířky pásů osetých odlišným druhem meziplodiny na pokusném pozemku na lokalitě Habry v roce 2018 (vlevo – secí stroj, vpravo – modifikovaná plečka) – výřez z pokusného půdního bloku.

Kroulík a Brant, 2019

Mělké pásové zpracování půdy

Eliminace zhuštění půdy



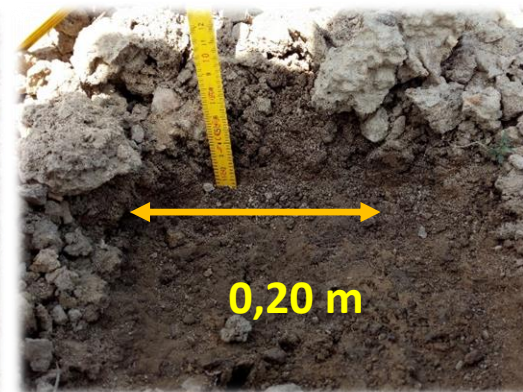
kypření



výsev



Mělké pásové kypření



Kontrola



Legislativa ??????????

- Kombinace na jaře pro strip till – příprava půdy a hnojení
- Nahrazení celoplošné předsetové přípravy

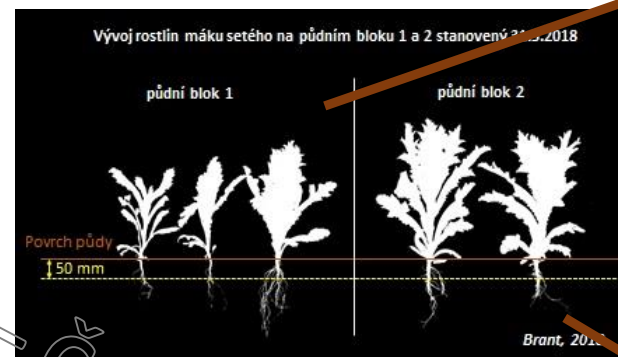
Mák s pomocnou plodinou



Stav porostů máku na půdním bloku 1 stanovený 31.5.2018 (foto Brant)



Stav porostů máku na půdním bloku 2 stanovený 31.5.2018 (foto Brant)



Vývoj rostlin máku setého na půdním bloku 1 a 2 stanovený 31.5.2018.

Cíle technologie

- Eliminace erozních rizik
- Zamezení evaporace po umrtvení
- Zdroj dostupných živin pro mák
- Podpora infiltrace během vegetace
- Omezení rozvoje plevelů

Průměrné hodnoty počtu makovic na rostlině (kusy/rostlina), průměrná hmotnost semen v makovici (g), průměrná hmotnost tisíce semen (HTS, g) a výnos semene (t/ha) v termínu sklizně (8.8.2018).

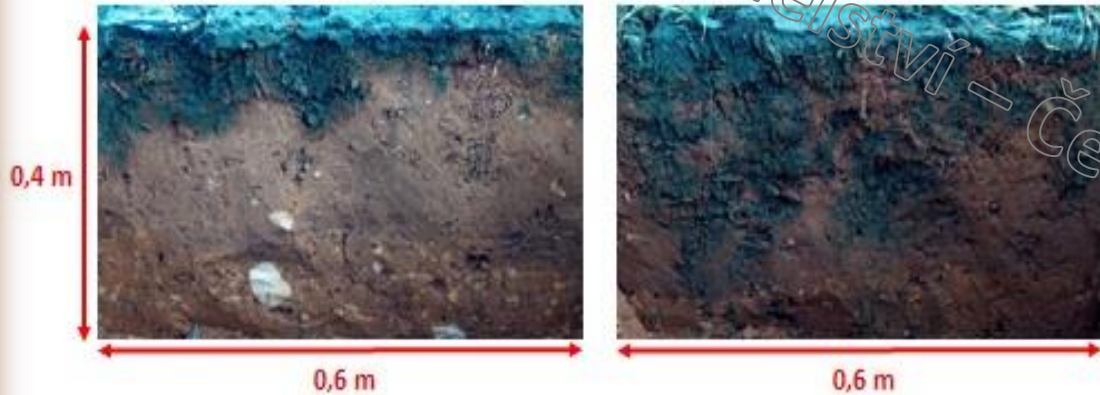
lokality	ječmen jarní – pomocná plodina	počet makovic na rostlině (kusy)	hmotnost semen v makovici (g)	HTS (g)	výnos semen (t/ha)
PB 1	ne	3,5	2,21	0,40	-
	ano	4,1	2,92	0,52	0,55
PB 2	ne	4,3	2,88	0,52	-
	ano	2,7	2,77	0,51	1,00

Mák s pomocnou plodinou

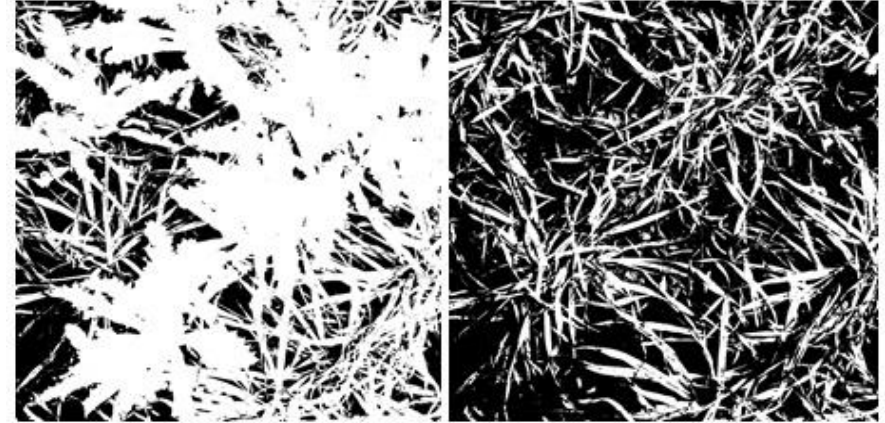
Infiltrace vody do půdy na plochách s mákem setým

plocha bez výsevu ječmene

plocha s výsevem ječmene



Infiltrace na kontrolní ploše bez přítomnosti ječmene a na ploše s ječmenem (foto Kroulík).

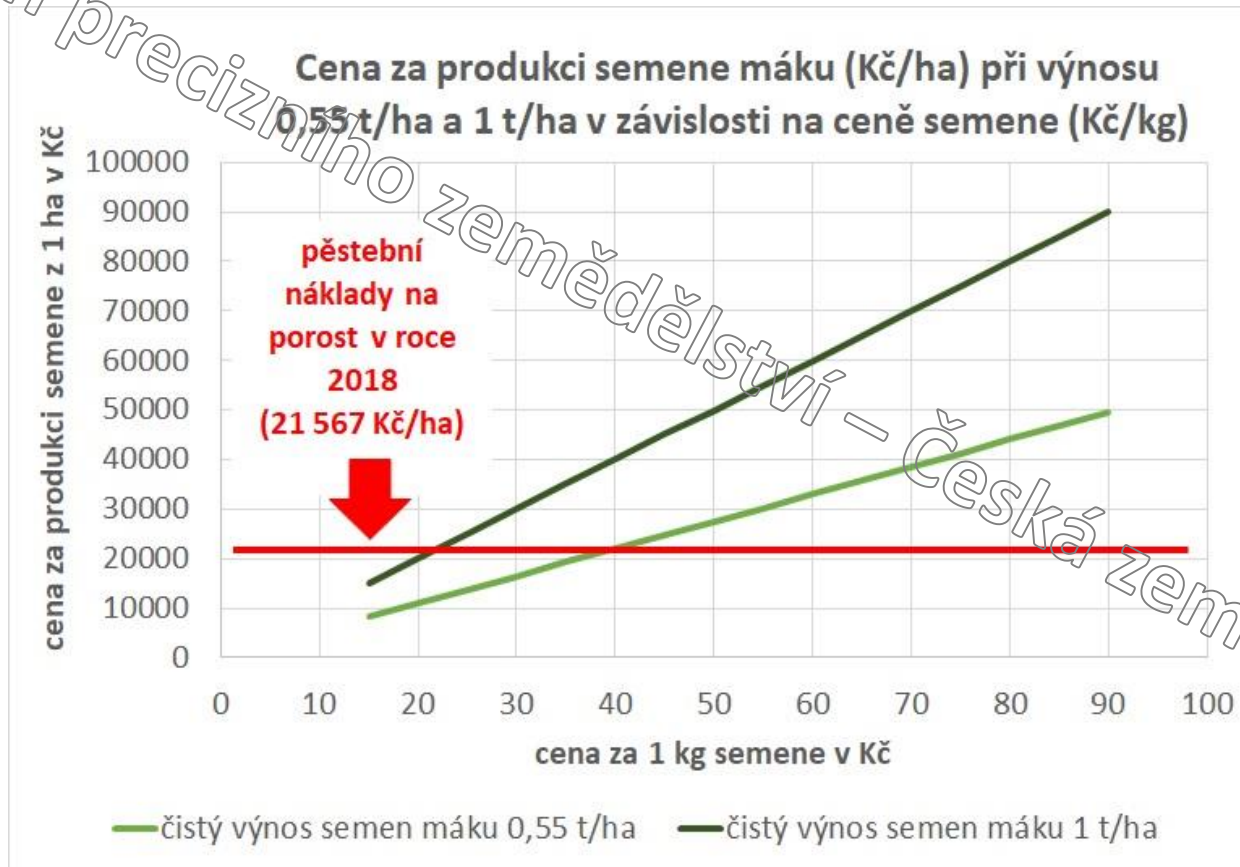


Pokryvnost povrchu půdy na půdním bloku 1. vlevo rostliny máku a ječmene a vpravo pokryvnost ječmene po odstranění rostlin máku 31.5.2018 (Brant a Zábanský, 2018).



Prokořenění půdního profilu na ploše s ječmenem jako pomocnou plodinou (foto Brant).

Mák s pomocnou plodinou



Cena produkce čistých semen máku setého z jednoho hektaru při dosažených průměrných výnosech na hodnocených půdních blocích (0,55 a 1 t/ha) v závislosti na výkupní ceně semene v kg/ha. Červeně je vyznačena hladina nákladů na 1 ha porostu máku setého.

Náklady na založení pomocné plodiny se z důvodu společného výsevu máku setého a ječmene skládaly z ceny osiva jarního ječmene (**795 Kč/ha**) a z nákladů na umrtvení ječmene (**cena herbicidu – 800 Kč/ha a ceny aplikace – 240 Kč/ha – standardní ošetření**). Jejich celková výše činila **1 835 Kč/ha** a z celkových nákladů (21 567 Kč/ha) tvořila 8,5 %.

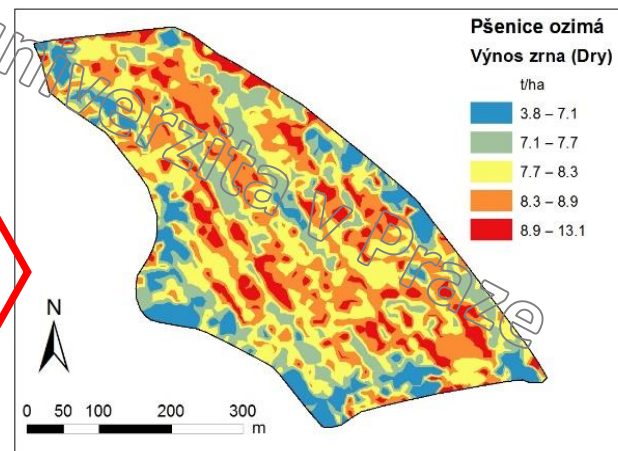
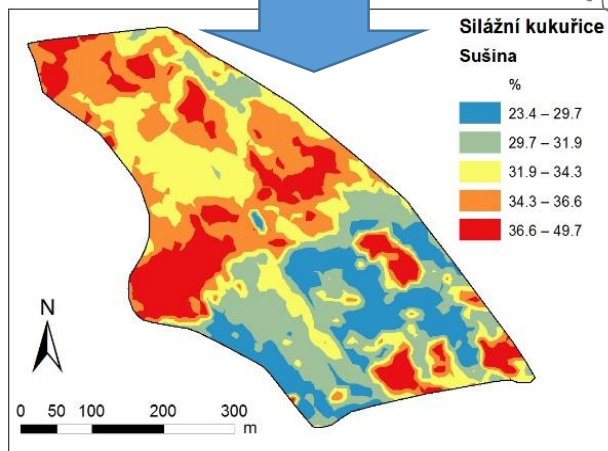
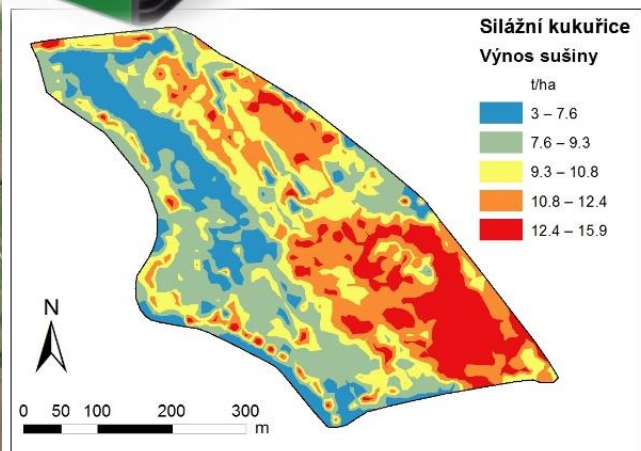
Vlastnosti porostu ve vztahu k půdnímu bloku

Cíle technologie

- Optimalizace odběrových míst pro kvalitu siláže
- Plánování sklizňových trajektorií
- Kvantifikace vláhových podmínek PB
- Stanovení výnosových map
- Závislosti mezi kvalitativními a kvantitativními parametry



skupina	sušina biomasy (%) - interval parametru	plocha PB (ha)	podíl plochy skupiny na výměře PB
1	od 23 - 29	1,5	12,6
2	29 - 31	2,0	16,5
3	31 - 33	2,1	17,9
4	33 - 35	2,4	19,7
5	35 - 50	4,0	33,3
celkem		11,9	100,0



Závěry

- Biotické intenzifikace jsou systémové opatření
- Jedna z možných cest – neznámá budoucnost
- Návrat k principům střídání plodin
- Dokonalá znalost biologie rostliny – odrůdy, hybridy, populace
- Vývoj zemědělských strojů a software
- Variabilita secích strojů a multifunkčnost
- Státní správa nereflektuje nové trendy
- Pozice českého zemědělství v EU a ve světě

Děkujeme za pozornost!