

Polní pokusnictví

Letní semestr 2025/26

Ing. Radoslav Koprna, Ph.D.

UP v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra chemické biologie

Použitá literatura:

Stávková J., Dufek J. (2005): **Biometrika**. MZLU v Brně, ISBN: 80-7157-486-4

Lesák P. (2021): **Praktické použití funkcí v Excelu**. ISBN: 978-80-271-1303-3

Petersen R.G. (1994): **Agricultural Field Experiments: Design and Analysis**. CRC Press; 1st edition, ISBN: 978-0824789121, 426 s.

Ehrenbergerová J. (1995): **Zakládání a hodnocení pokusů**. MZLU v Brně, ISBN: 80-7157-153-9.

Povolný M. (2019): **Metodika zkoušek užitné hodnoty**. ÚKZÚZ, ZUH/1-2019/3v/1r - Obecná část ze dne 1. 8. 2019

Horáková V. Kraus P. (2019): **Metodika zkoušek užitné hodnoty – pšenice**. ZUH/22-2019/3v/1r

Zehnálek. P. (2019): **Metodika zkoušek užitné hodnoty – řepka** ZUH/4-2019/3v/1r



Univerzita Palackého
v Olomouci



Věda, vědecká teorie a hypotéza

Vědecká teorie:

- Je soubor vědeckých tvrzení a pojmů, které poskytují vysvětlení zkoumaného jevu, jímž se vědecká teorie zabývá. Vytváří se na základě hypotéz, experimentů, pozorování a potvrzuje se platnost teorie. Pokud je taková teorie uznána, jsou většinou vyloučeny jiné formy vysvětlení daného jevu.

Příklad: postupným snižováním teploty vody pod 0 C dosáhneme pevného skupenství, vznikne krystalická struktura H_2O a pokud je přítomno alespoň 275 molekul H_2O , může vzniknout ledový krystal

Specifika biologické vědy a výzkumu

Práce s živými organismy

- Ne vždy dochází ke stejné reprodukovatelnosti pokusů – důvody:
 - různý genom jedinců – stačí malá odchylka v genomu (ideální jsou u rostlin DH linie)
 - Různé podmínky prostředí (zejména vnější prostředí, ale i prostředí v řízených podmínkách – směr ventilace v komoře, umístění rostlin ve vztahu k osvětlení atd.)
 - Mohou se lišit reakce těchto organismů na testované podmínky (látky, hnojiva, pesticidy...)
 - Živé organismy se vyvíjí, je tedy důležitá stejná fáze experimentů
 - Živé organismy jsou v interakci s vnějším prostředím a díky tomu se může měnit jejich reakce (např. změna světelných podmínek, lidský faktor..)

Specifika biologické vědy a výzkumu

Práce s živými organismy

- Kvůli těmto specifikům, je nutné zajistit dostatečný počet opakování v experimentech
- Bez opakování (ideálně randomizovaných, nelze udělat statistické vyhodnocení experimentu), čím více je opakování, tím vyšší je vědecká jistota, že platí vědecká hypotéza
- Co je statistické vyhodnocení experimentu? ...odpověď, jestli zásah pokusným faktorem, byl náhodou ve smyslu přirozené variability ve sledovaném znaku, nebo byl iniciován naším „pokusným zásahem“
- Fenomén opakovatelnosti pokusů: platí zejména u technických disciplín (např. výkon motoru lze měřit v různém prostředí i čase se téměř stejným výsledkem) ... při reprodukci biologických pokusů bylo zjištěno, že velké množství závěrů není reprodukovatelných

Specifika biologické vědy a výzkumu

Práce s živými organismy

- Důležitá je kontrolní varianta (blank varianta)
- Hodnocení je závislé na lidském faktoru (pokud dochází např. k náhodnému odběru rostlin)
- Např. rostliny mají velmi silný vliv prostředí na svůj růst a vývoj.. Pokud má pšenice prostor kolem, vytvoří 30 stébel a klasů z 1 zrna, pokud nemá prostor, vytvoří 2 stébla a klasy...
- Humánní a etické hledisko, např:
 - Práce a experimenty na živých zvířatech (řízeno směrnici)
 - Práce a experimenty s transgenními rostlinami

Varianta:

Varianta je jedna konkrétní podmínka nebo úprava pokusu, kterou záměrně nastavujeme a chceme ji porovnat s jinými (nebo s kontrolní variantou)

Jinými slovy:

Varianta = *co se v experimentu liší mezi skupinami.*

Může to být např.:

- jiná dávka hnojiva
- jiná teplota
- jiná odrůda rostliny
- jiná koncentrace látky
- kontrola (nulová varianta bez zásahu)

Každá varianta má **stejný postup**, jen se liší **jedním sledovaným faktorem.**

Příklad:

Test vlivu dusíku na růst pšenice:

- Varianta A – 0 kg N/ha (kontrola)
- Varianta B – 50 kg N/ha
- Varianta C – 100 kg N/ha

Opakování:

Varianta je jedna konkrétní podmínka nebo úprava pokusu, kterou záměrně nastavujeme a chceme ji porovnat s jinými (nebo s kontrolní variantou)

Jinými slovy:

Varianta = *co se v experimentu liší mezi skupinami.*

Může to být např.:

- jiná dávka hnojiva
- jiná teplota
- jiná odrůda rostliny
- jiná koncentrace látky
- kontrola (nulová varianta bez zásahu)

Každá varianta má **stejný postup**, jen se liší **jedním sledovaným faktorem.**

Příklad:

Test vlivu dusíku na růst pšenice:

- Varianta A – 0 kg N/ha (kontrola)
- Varianta B – 50 kg N/ha
- Varianta C – 100 kg N/ha

Opakování (replicate, repetition)

Opakování je nezávislé provedení té samé varianty, aby bylo možné:

- snížit vliv náhody
- spočítat statistiku (průměr, směrodatná odchylka)
- ověřit reprodukovatelnost

Opakování = *kolikrát stejnou variantu nezávisle provedu.*

Důležité je slovo **nezávisle** – opakování nesmí být jen vícenásobné měření té samé věci, ale samostatné jednotky.

Příklad:

Varianta B (50 kg N/ha) má 5 opakování → 5 samostatných květináčů / parcel / zvířat / vzorků.

Jaký je tedy minimální počet opakování na jednu pokusnou variantu?

Jaký je tedy minimální počet opakování na jednu pokusnou variantu?



Minimální počet opakování
- Polní experiment vs. nádobový experiment



Striktně dané číslo **neexistuje**, ale v rostlinných experimentech se používají tato praktická minima:

Absolutní minimum

3 opakování na variantu

– to je nejnižší počet, který ještě dovolí spočítat základní statistiku (průměr, směrodatnou odchylku).

Pod 3 už prakticky nelze hodnotit variabilitu.

Běžný standard 5-20 opakování na variantu

– nejčastější volba v:

- květináčových pokusech
- laboratorních pokusech
- růstových komorách

Lze provést statistické analýzy nako ANOVA nebo t-test.

Polní pokusy - 3–6 opakování:

- prostředí je heterogenní
- větší „šum“ v datech (půda, mikroklima, škůdci...)

Kdy je vhodné víc

Více než 15 opakování dává smysl když:

- efekt je očekávaně malý
- vysoká biologická variabilita (např. klíčení, stres suchem)
- geneticky různorodý materiál
- Chceme silnou statistiku (průkaznost)

Typy polních pokusů

- Většina polních pokusů je zaměřena na ověření výsledků základního výzkumu v aplikovaném výzkumu
- Základní členění
 - Odrůdové pokusy (při šlechtění a registraci odrůd)
 - Agrotechnické pokusy (ověření účinku hnojiv, herbicidů, insekticidů, regulátorů růstu...)
 - Pícninářské pokusy
- Členění podle velikosti parcel (experimentů)
 - „Nádobové pokusy“ – pěstební nádoby, většinou se jedná o pokusy v řízených skleníkových podmínkách, mohou být i ve vnějším prostředí (pěstební kontejnery)
 - Šlechtitelské školky (parcely o rozměrech 1 – 5 m²)
 - Maloparcelní pokusy (parcely o rozměrech 10 m²) – **nejčastější typ pokusů**, pokusné varianty jsou randomizovány a provedeny v 3-6 opakováních
 - Poloprovozní pokusy – ověření odrůd/látek v poloprovozních podmínkách, znáhodnění opakování je zde problematické vzhledem k velikosti parcel (0,5 – 1 ha na 1 parcelu, většinou max. 3 opakování)

Nádobové pokusy

- Hodnocení / pozorování na celistvých rostlinách, nebo jejich částech, které jsou pěstovány zejména v řízených klimatických podmínkách

Zásady:

- Přesná znalost fyziologických potřeb rostlin (teplota, světlo/tma, vlhkost)
- Volba pěstební nádoby (velikost kořenového systému)
- Volba zálivky
- Počet variant (rostlin) na experiment



Nádobové pokusy

Výhody:

- Lze provádět celoročně bez vlivu ročního období
- Lze realizovat několik cyklů hodnocení za 1 rok
- Lze testovat velký počet pokusných variant
- Lze simulovat jakékoliv podmínky (stres suchem, zasolení, chlad, délka dne...)

Nevýhody:

- Energetická a finanční náročnost
- Riziko kontaminace (choroby, škůdci)
- Neustálá péče o rostliny (zalévání, hnojení, ochrana)
- Rostliny nemají typická habitus, jaký by měli v přirozeném prostředí
- Ne vždy se daří rostliny dopěstovat do generativní fáze

Nádobové pokusy

Příklad – obilniny (C3 rostliny náročné na světlo):

1. Intenzita světla (PPFD)

Udává se jako **PPFD – photosynthetic photon flux density**

jednotka: $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Doporučené hodnoty

- Pod **200 μmol** už bývá růst etiolovaný (vytahování, světlé listy).
- Nad **700–800 μmol** už přínos často neroste úměrně spotřebě energie (limit CO_2 , teplota).

Fáze růstu	PPFD ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
Klíčení / rané sazenice	150–250
Vegetativní růst	300–500
Odnožování – sloupkování	400–600
Kvetení / nalévání zrna	500–700

Nádobové pokusy

2. Fotoperioda (délka dne)

Obilniny mírného pásma jsou převážně **rostliny dlouhého dne**.

Typické režimy

- **14–16 h světla / 8–10 h tmy** – standardní vegetativní růst
- **16 h světla** – urychlení vývoje
- **12 h** – zpomalení, vhodné jen pro specifické experimenty

U pšenice a ječmene dlouhý den:

- podporuje odnožování
- urychluje přechod do generativní fáze

3. Denní světelná dávka (DLI)

- DLI = kolik světla rostlina dostane za den.
Jednotka: **$\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{den}^{-1}$**
- Pro obilniny v komorách/growth chambers:
- **$15\text{--}25 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{den}^{-1}$** = dobrý standard
- pod 10 mol → slabý růst
- 25–30 mol → už blízko polním podmínkám jara/léta

Nádobové pokusy

4. Spektrum světla

Nejdůležitější je **PAR oblast 400–700 nm**.

Praktické složení LED

- **Modrá (450 nm)** – 15–25 %

kompaktní růst, regulace stomat

- **Červená (660 nm)** – 50–65 %

fotosyntéza, biomasa

- **Zelená + bílá** – zbytek

průnik do porostu, přirozenější morfologie

- **Far-red (730 nm)** – jen cíleně (fotoperioda, stínové reakce)

Plně červeno-modré světlo funguje fyziologicky, ale často dává nepřirozenou morfologii; proto se dnes běžně používají




full-spectrum bílé LED.

Rozsah vln: 380 – 780 nm



Postup při vývoji



1. Základní výzkum, syntéza nových látek, jejich patentová ochrana

2. Ověření jejich účinku v biotestech

3. Ověření jejich účinku v řízených podmínkách a v polních pokusech

4. Ověření jejich účinku v praxi a následný prodej / registrace látek / spolupráce s agrochemickými podniky

Základní výzkum, syntéza nových látek, jejich patentová ochrana

- Stovky nových sloučenin zařazených do databáze látek



Ověření účinku látek v biotestech

- **Kalusový biotest** - je založen na stimulaci buněčného dělení a nárůstu buněčné hmoty, která se po 4 týdnech zváží.
- **Amarantový biotest** - je založen na produkci červeného pigmentu betacyaninu, který vzniká za přítomnosti cytokininu ve tmě.
- **Senescenční biotest** - používají se listy pšenice - je založen na rozpadu listového barviva chlorofylu. CK zpomalují rozpad chlorofylu, aktivita daného CK je na základě zbylé koncentrace chlorofylu v listu.

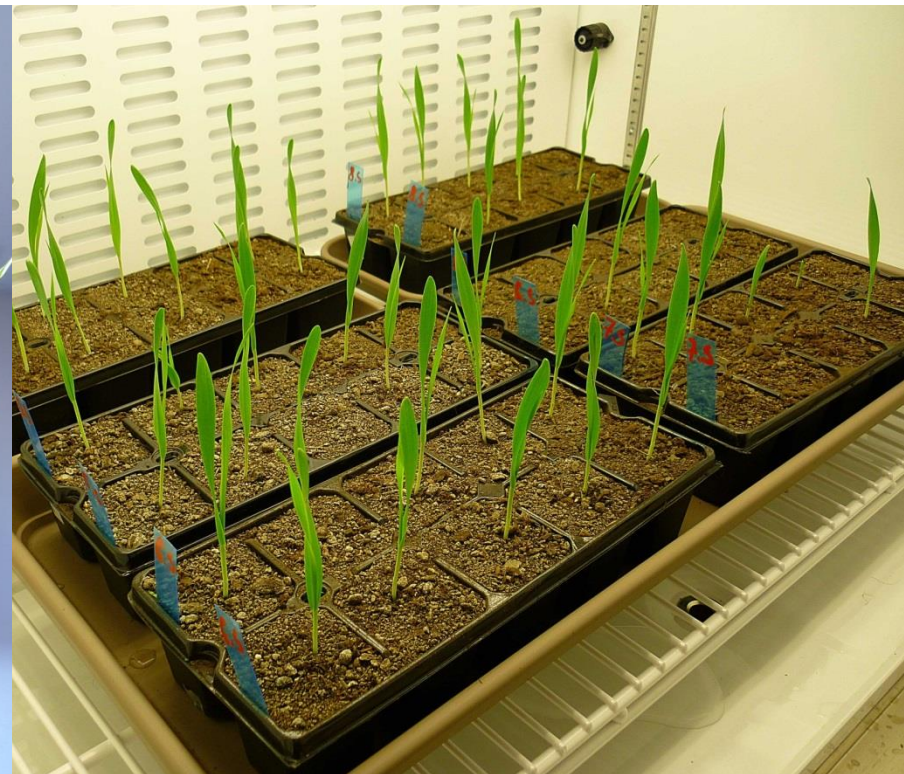
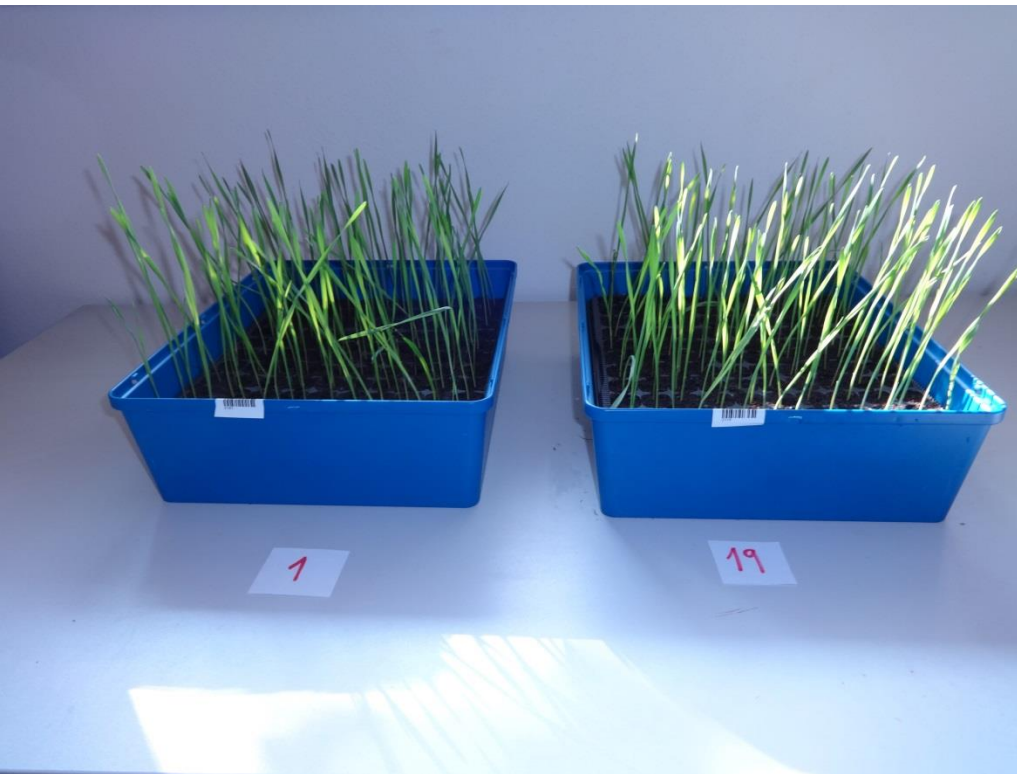


Ověření účinku látek v biotestech

Nejúčinnější látky – patentová ochrana



Ověření účinku látek v řízených podmínkách



Ověření účinku látek v polních pokusech



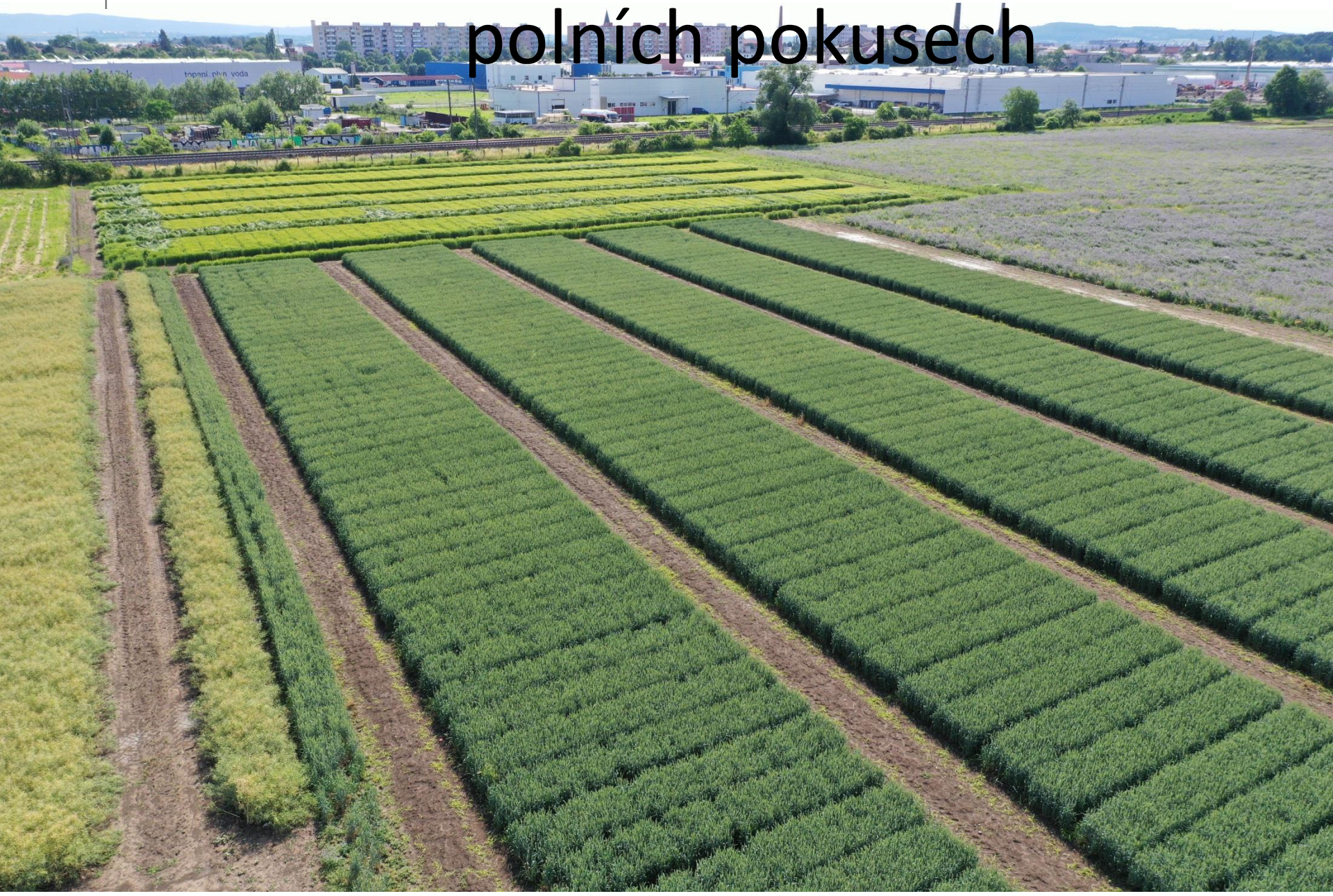
Ověření účinku látek v polních pokusech





Univerzita Palackého
v Olomouci

Ověření účinku látek v polních pokusech



Ověření účinku látek v polních pokusech





Univerzita Palackého
v Olomouci

Ověření účinku látek v polních pokusech



Pokusy laboratorní / skleníkové / v růstových komorách

- Pokusy v řízených podmínkách
- Jejich výsledky jsou přesnější, než v polních podmínkách (menší variabilita jednotlivých opakování)
- Pro pěstování/šlechtění plodin je potřeba tyto výsledky potvrdit v polních podmínkách
- Umožňují hodnocení některých znaků, které nelze hodnotit v polních pokusech (odolnost/napadení, proti houbovým a virovým patogenům)
- Ideální pro testování výživy rostlin (N, P, K, mikroprvky, citlivost rostlin na stres)

Význam polního pokusnictví

- Historický vývoj – selekce materiálů (krajové odrůdy)
- Ověření fenotypového projevu rostlin
- Uchování genetické diverzity
- Šlechtění (výběr vhodných jedinců podle fenotypu)
- Zjištění interakce mezi genotypem a prostředím (Prostředí má značný vliv na projev znaků)

$$h^2 = \frac{\sigma^2_G}{(\sigma^2_G + \sigma^2_E + \sigma^2_{GE})}$$

Rozdělení pokusů s rostlinným materiálem:

Podle umístění pokusů:

- Laboratorní / skleníkové / v růstových komorách
- Nádobové (většinou ve skleníku)
- Polní

Podle zaměření a cíle experimentů:

- Šlechtitelské a semenářské pokusy
- Odrůdové
- Výživářské
- Agrotechnické
- Fytopatologické
- Speciální (závlahové apod.)

Podle počtu sledovaných pokusných činitelů:

- Jednofaktorové
- vícefaktorové

Polní pokusy

Základní způsob testování vlastností rostlin v oblasti šlechtění, odrůdového zkušebnictví, agrotechniky, fytopatologie a entomologie

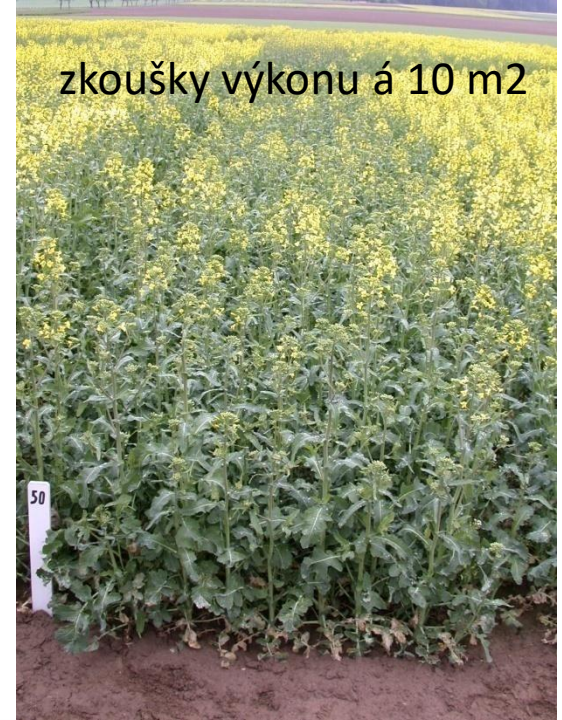
Šlechtitelské pokusy:

- Školky (šlechtitelský materiál v nižších stupních šlechtění)
 - *Tyto nemusí být v opakováních a randomizaci*
- Komponenty hybridů pro topcross, polycross a množení
- Zkoušky výkonu
 - *Tyto pokusy bývají již ve 2-6 opakováních (nejčastěji ve 4 a jsou randomizovány kvůli eliminaci nehomogenity lokality)*
 - již homogenní linie pro zjištění výnosu a kvalitativních parametrů
 - Kříženci hybridů a jejich rodičovské komponenty
 - Syntetické populace
- Mezistaniční předzkoušky – jsou pokusy vedené stejně, jako při registraci odrůdy na ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský), jsou prováděny na více lokalitách (2-10)

Šlechtitelské školky á 3 m² a izolace rostlin



zkoušky výkonu á 10 m²



zkoušky výkonu á 10 m²



šlechtitelské školky pro výběr linií á 2 m²



Státní odrůdové zkoušky (SOZ):

Provádí je výhradně ÚKZÚZ (v jednotlivých zemích EU jsou obdobné organizace – SRN – Bundessortenamt..)

Cílem je prověřit novošlechtění, které přihlásí šlechtitel do registračních zkoušek z hlediska výkonnosti a kvality

Mimo výkon a kvalitu se zkouší tzv. DUS testy

D – Differentiability (odlišnost od jiných registrovaných odrůd)

U – uniformity (uniformita jednotlivých rostlin)

S – sustainability (stálost znaků v jednotlivých letech)

Na DUS slouží menší parcely

SOZ trvají 2-3 roky, většina plodin 3 roky, některé minoritní plodiny (mák, hořčice, ostropestřec, kmín apod.) jen 2 roky

Po registraci – zapsání do **Listiny povolených odrůd** a příp. se navrhne k zařazení do **Seznamu doporučených odrůd**

Výživářské pokusy

Zkouší se různé:

- druhy hnojiv
- optimální dávky hnojiv
- způsoby a termíny aplikace

Hnojiva:

- Zásobní hnojení (P, K, S)
- Produkční hnojení (N) + B, Mg, S
- Kvalitativní hnojení (N)
- Listová hnojiva (všechny prvky)

Hodnocení efektivity hnojení:

- Výnos plodiny a statistické vyhodnocení výnosu
- Obsah prvků v listech, stoncích
- Změněná kvalita sklizených rostlinných produktů (např. obsah NL v ječmeni, kvalita pšenice, olejnatost semen řepky...)

Agrotechnické pokusy

- Ověření předplodin
- Ověření pěstitelských technologií:
 - Příprava půdy (kultivace a zpracování půdy)
 - termín setí
 - Ošetřování během vegetace (velká skupina pokusů s registrací POR – Přípravky na Ochranu Rostlin)
 - Kombinace více faktorů

Fytopatologické a entomologické pokusy

- Citlivost odrůd na choroby a škůdce
- Tzv. „provokační“ zkoušky, nebo infekční pole – je zde uměle vyvinut vyšší tlak škodlivého činitele na testované rostliny
- Lze „inokulovat“ rostliny patogenem na poli/ve skleníku/ v komoře – tím lze dosáhnout vysokého infekčního tlaku chorob, bez ohledu na její přirozený výskyt (např. při šlechtění brukvovitých na odolnost proti nádorovitosti košťálovin *Plasmodiophora brass.*)

Pokusnická terminologie:

Varianta: pokusný činitel/faktor, který je předmětem experimentu

Opakování: stejná varianta pokusu, která je provedena ve více provedeních ve stejném čase a místě působení pokusného činitele - podmínkou je randomizace (znáhodnění)

Většinou se v polním pokusnictví používá označování:

- Číselné řady – **varianty** (1- většinou kontrola, 2, 3, 4, 5....)
- Abecední pořadí – **opakování** (1. opakování = „A“, 2. opakování = „B“, další C, D, E..)

Pokusný blok: v případě většího pokusu se opakování rozdělují do jednotlivých bloků, aby se eliminoval vliv půdy, prostředí...

Statistická průkaznost: vyjádření, jestli zvýšení výnosu, či zlepšení jiné vlastnosti, způsobil pokusný faktor (odrůda, hnojení...), nebo se jedná jen o přirozenou variabilitu ve sledovaném souboru

Nekontrolovatelný vliv: faktor, který způsobuje náhodnou variabilitu v testovaném souboru

Možné nekontrolovatelné vlivy:

- *půdní podmínky (utužení půdy, kapilarita...)*
- *výživa (N, P, K...)*
- *tlak chorob a škůdců (u škůdců výrazný okrajový efekt)*
- *hustota porostu a počet rostlin na ploše*
- *světelné podmínky (zejména v nádobových pokusech)*
- *poškození a ošetření pesticidy (např. neodborný postřik herbicidy způsobí jiný vývoj rostlin)*
- ***lidský faktor – eliminace:***
 - *proškolení a odborné znalosti personálu*
 - *sběr biometrických dat musí být zajištěn stejnou osobou!!!*
 - *snaha o sběr dat pomocí exaktních metod*
 - *obrazová analýza*
 - *strojové učení, fyzikální měření...*

GEP – Good Experimental Practices – soubor norem a opatření, které garantují správné odborné a metodické provedení pokusu (podobné jako ISO)
-na GEP podává pracoviště seznam norem a pracovních postupů, které schvaluje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Protokol / zpráva z pokusu: závěrečný protokol z pokusu, kde jsou přesně uvedeny podmínky pěstování (vč. Meteodat), aplikace pokusného faktoru, výsledky, statistické zhodnocení pokusu a závěry, příp. i doporučení.

Polní deník – v elektronické, nebo papírové podobě. Musí být uveden každý zásah do pokusu (Datum, čas, aplikace, pozorování)- toto tvoří podklady pro vypracování zprávy z pokusu

Foliární aplikace: - aplikace pokusného faktoru na listovou plochu rostlin (většinou v přepočtu 200 – 400 l/ha, tj. 20 – 40 ml / 1 m²)

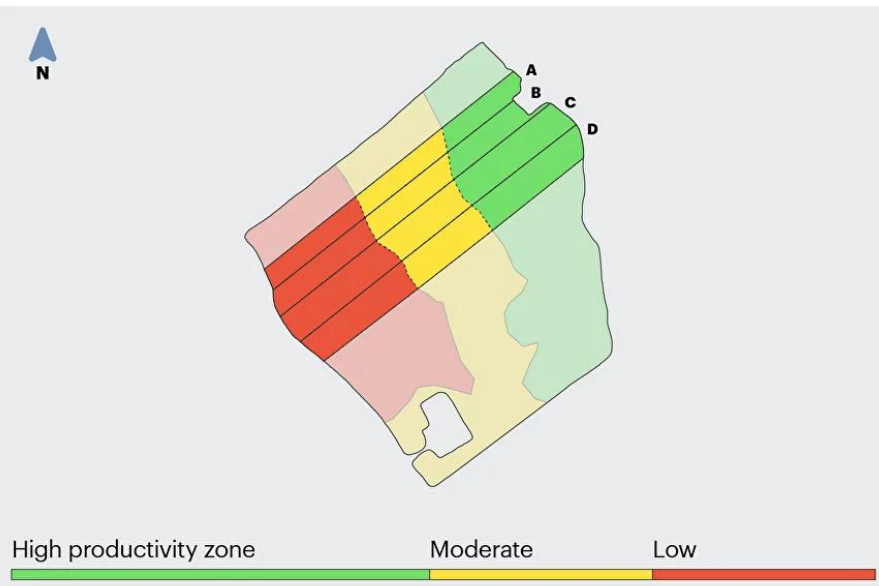
Moření osiva: aplikace látek na osivo nanesení experimentální látky tak, aby látka na osivu ulpěla a osivo bylo tímto faktorem ovlivněno při klíčení a vzcházení

Poloprovozní pokusy

- Velký problém ve vyrovnanosti pozemku
- Eliminace nehomogenity pozemku je možná vyhodnocením satelitních map o úrodnosti půdních bloků
- Tyto pokusy ale nejvíce „simulují“ reálné podmínky pěstování rostlin

Zdroj: *Henin U. (How to Conduct a Field Test the Right Way*

Instructions from Usevalad Henin — precision farming professional, agricultural chemistry expert, and OneSoil co-founder.



The second option is to conduct a test in three plots with relatively equal areas and various productivity levels. This approach lowers the probability of making a mistake while analyzing the results of the field experiment.



The first option is to conduct a test only on a high-productivity plot. You should collect the harvest in the test strips to analyze the experiment's results.

Poloprovozní pokusy

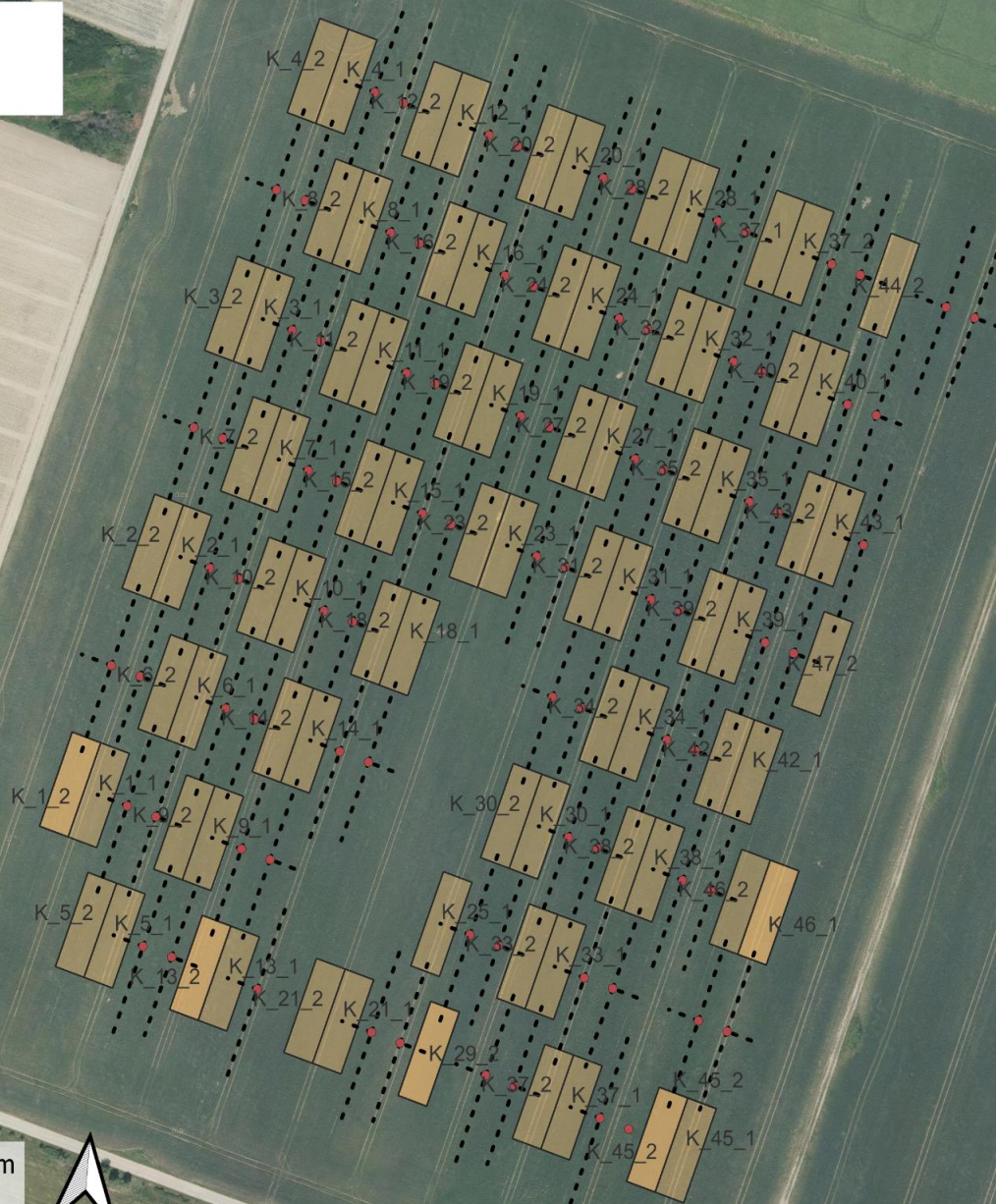
Princip – prokázání účinnosti látek, nebo výkonnosti odrůd, nebo vhodnosti technologií na velké ploše v reálném pěstování

- Nepoužívá se maloparcelní mechanizace a ošetřování, ale – velká mechanizace používaná v zemědělství (např. postřikovače o záběru 30-40 m, kombajn o záběru 10 m apod.)
- Z hlediska robustnosti (počtu rostlin) je tento typ pokusů vhodný, ale není vhodný z hlediska počtu opakování, pokud pokus není rozdělen do bloků
- V případě nesprávné interpretace hrozí chybná analýza dat a závěrů z experimentu
- Problém bývá také v personálním zajištění – lidé v zemědělské praxi nemají zkušenosti z pokusnickou činností



Poloprovozní pokusy – příklad, ječmen, 2024

Malé díly



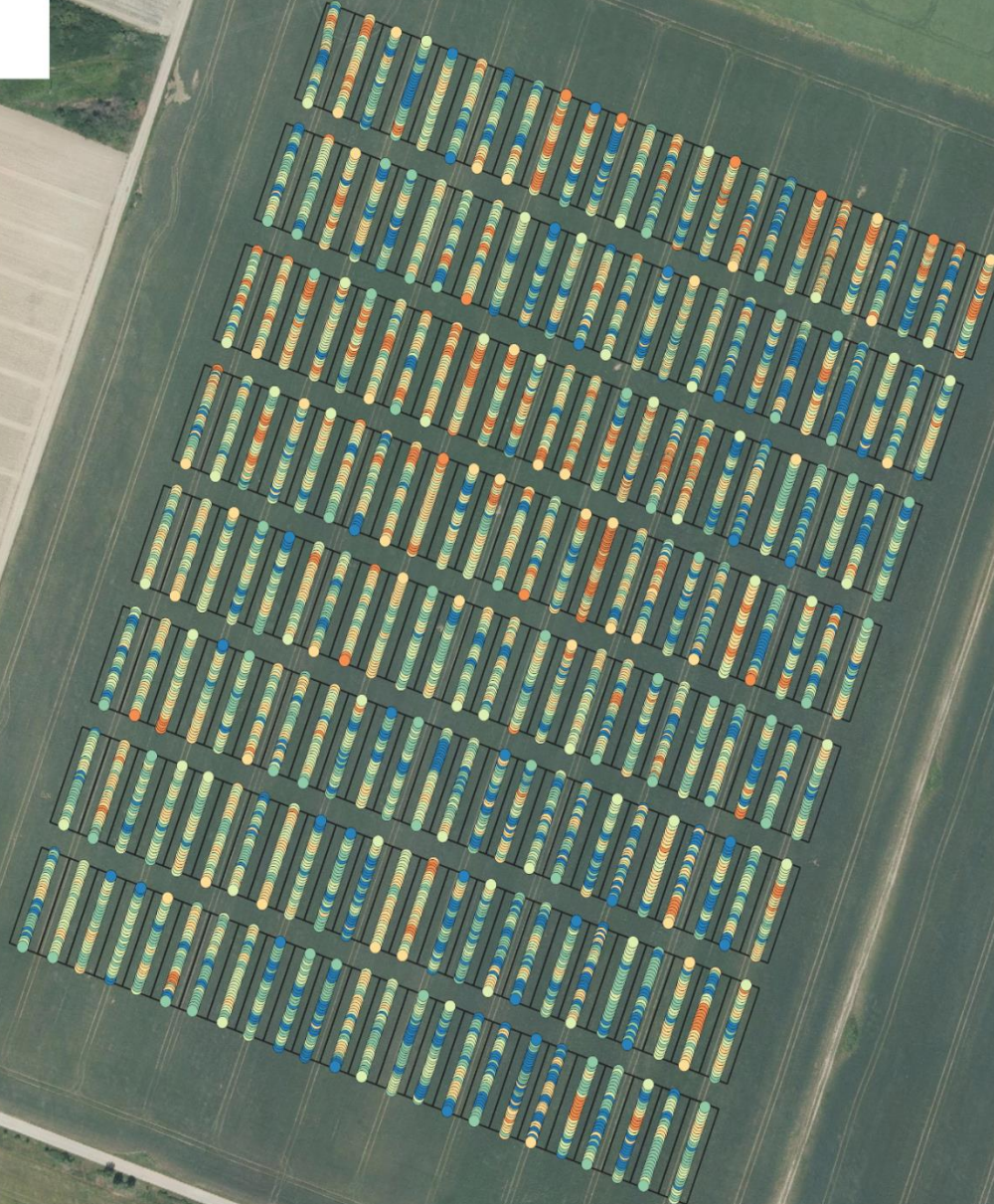
- Pokusné lokality
- - - Výběr sousedů
- Kontrolní lokality

0 50 100 m



Sklizňová mapa – data z kombajnu

Malé díly



Výnos Korekce t/ha

- 3.28 - 6.9
- 6.9 - 7.5
- 7.5 - 7.9
- 7.9 - 8.3
- 8.3 - 8.9

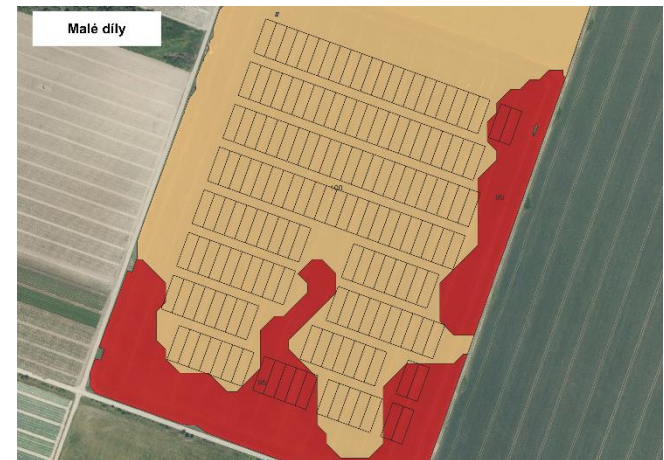
Malé díly

Experimentální směs byla stříkána v polních podmínkách dle schématu: Experimenty a kontroly 24 x 48 m

Pozemek byl rozdělen do dvou bonitních zón – 95 a 100%.

Výnosové záznamy (přesnost 2,5 cm) byly:

- Optimalizovány (Průměrná hodnota z korekčních dat a Medián z korekčních dat).
- Neoptimalizovány (Medián ze surových dat).



Vyhodnocení

Procentuální rozdíl:

Pokusy vs Kontroly – **Pokus nárůst výnosu o 1.25%**

Pokusy vs Kontroly vztažena bonita:

- 95 bonita – **Pokus pokles výnosu o 1.81 %**
- 100 bonita - **Pokus nárůst výnosu o 1.30 %**



Výsledky stat. Testů

Bonita nebyla brána v potaz (průměrná hodnota):

- T test párový oboustranný - **neprokázala** se signifikantní změna (p-value 0.086301)
- Wilcoxonův test oboustranný – **prokázala** se signifikantní změna (p-value v rozmezí: 0.02827).

Bonita - 95 bonitní zona:

- T test nepárový oboustranný - **neproukázala** se signifikantní změna (p-value 0.3162)
- Wilcoxonův test oboustranný – **neproukázala** se signifikantní změna (p-value v rozmezí: 0.4807).

Bonita - 100 bonitní zona:

- T test nepárový oboustranný - **prokázala** se signifikantní změna (p-value 0.02656)
- Wilcoxonův test oboustranný – **prokázala** se signifikantní změna (p-value v rozmezí: 0.03125)

Dekadické / fenologické fáze vývoje rostlin

Fenologie – nauka o časovém průběhu životních projevů živých organismů, které se nazývají *fenologickými fázemi*

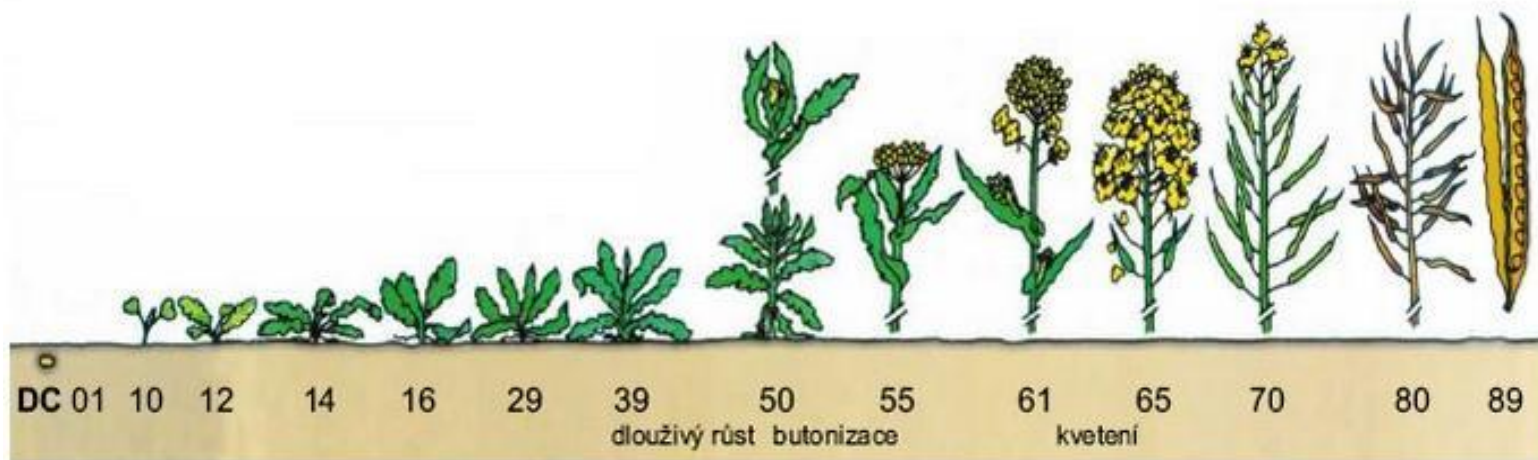
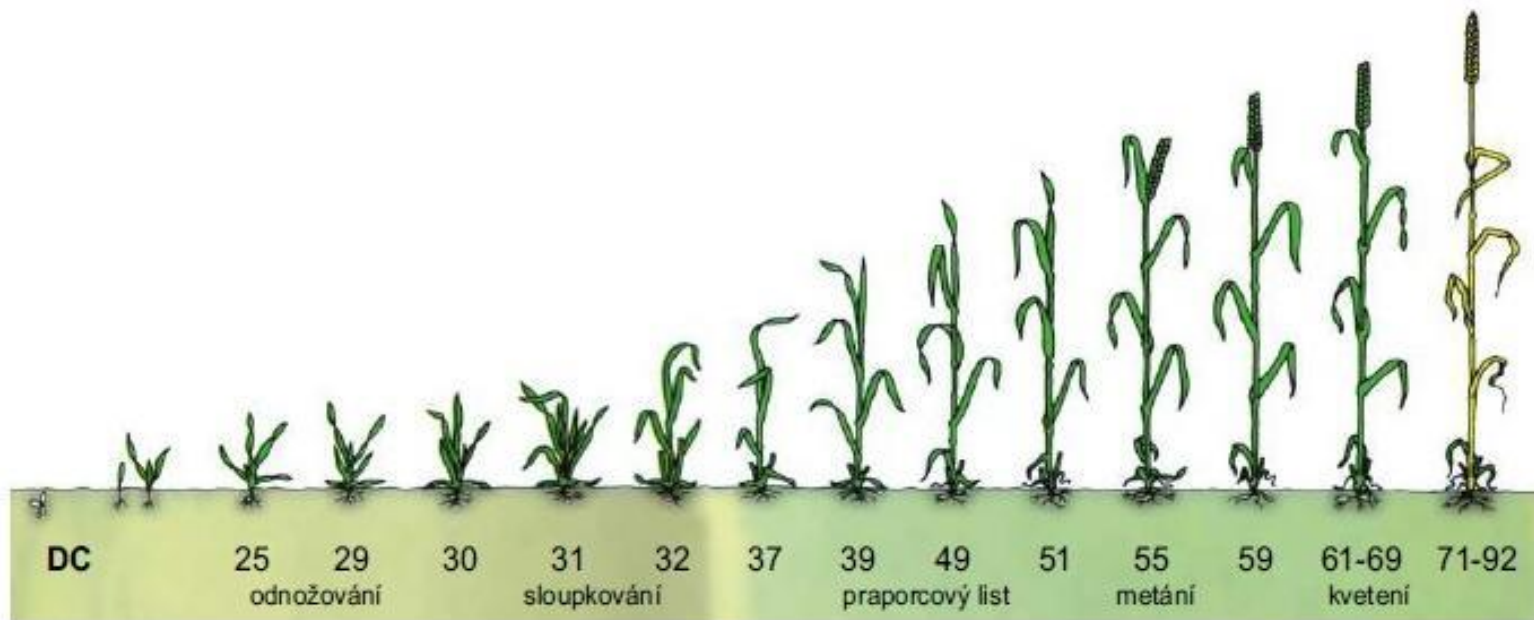
Typy hodnocení – fenologické stupnice:

BBCH – Biologische Bundesanstalt Bundessortenamt and Chemical industry (nejrozšířenější stupnice)

Hodnocení stupňů: 0 – 99 (100)

K čemu je nutné znát přesné BBCH z pokusnického hlediska:

- Všechna pozorování jsou vázána na přesný termín (BBCH) – *nelze hodnotit začátek kvetení v době sklizně a napadení patogenem před jeho výskytem...*
- Aplikace všech látek (pesticidů i pokusných přípravků, jsou vázány na přesný termín BBCH (příklad- extrémní citlivost rostlin na aplikaci selektivních herbicidů a růstových regulátorů)
- Odběr vzorků – na molekulární analýzu, stanovení kvality, sklizeň.



Dekadické fáze vývoje (DC, BBCH) – platné pro všechny plodiny:

Začíná klíčením:	0 – 9
Vývoj listů:	10 – 19
Odnožování / větvení:	21 – 29
Sloupkování / prodlužování:	30 – 39
Fáze před kvetením:	40 – 49
Metání:	51 – 59
Kvetení:	61 – 69
Tvorba semen / zrn:	71 – 80
Zrání:	81 – 89
Stárnutí:	91 – 99

4.3 Fenologická stupnice BBCH (obilniny)

kód popis

Stadium 0: Klíčení

00 suché semeno

01 počátek bobtnání

03 konec bobtnání

05 kořínek vystoupil ze semene

07 koleoptile vystoupila ze semene

09 vzcházení: koleoptile proráží povrch půdy, na špičce koleoptile je již viditelný list

Stadium 1: Vývoj listů

10 první list vystoupil z koleoptile

11 fáze 1. listu: 1. list rozvinutý

12 fáze 2. listu: 2. list rozvinutý

1 vývoj listů pokračuje

19 9 a více listů rozvinutých

Stadium 2: Odnožování

21 první odnož viditelná: počátek odnožování

22 druhá odnož viditelná

2 vývoj odnoží pokračuje

29 9 a více odnoží viditelných

Stadium 3: Sloupkování

30 začátek sloupkování: hlavní odnož i vedlejší odnože se zřetelně napřimují a počínají se prodlužovat, klas (lata) vzdálen od odnožovacího uzlu min. 1 cm

31 fáze 1. kolénka: 1. kolénko těsně nad povrchem půdy zjistitelné, vzdálené od odnožovacího uzlu min. 1 cm

32 fáze 2. kolénka: 2. kolénko postižitelné, vzdálené min. 2 cm od 1. kolénka

33 fáze 3. kolénka: 3. kolénko vzdálené min. 2 cm od 2. kolénka

34 fáze 4. kolénka: 4. kolénko vzdálené min. 2 cm od 3. kolénka

37 objevení se posledního listu (praporcový list): poslední list ještě svinutý

39 fáze jazýčku (liguly): jazýček praporcového listu již viditelný, praporcový list plně rozvinutý

Stadium 4: Naduření listové pochvy

41 pochva praporcového listu se prodlužuje

43 klas (lata) se ve stéble posunuje vzhůru, pochva praporcového listu začíná duřet

45 pochva praporcového listu naduřelá

47 pochva praporcového listu se otevírá

49 špičky osin: osiny jsou viditelné nad ligulou praporcového listu

Stadium 5: Metání

51 počátek metání: špička klasu (laty) vystupuje z pochvy nebo ji proráží bočně

55 střed metání: báze ještě v pochvě

59 konec metání: klas (lata) celý viditelný

Stadium 6: Kvetení

61 počátek kvetení: první prašníky viditelné

65 střed kvetení: 50 % prašníků zralých

69 konec kvetení

Stadium 7: Tvorba zrn

71 první zrna dosáhla poloviny své konečné velikosti, obsah zrn vodnatý

73 časná mléčná zralost

75 střední mléčná zralost: všechna zrna dosáhla své konečné velikosti, obsah zrn mléčný, zrna ještě zelená

77 pozdní mléčná zralost

Stadium 8: Zrání

83 časná těstovitá (vosková) zralost

85 těstovitá zralost: obsah zrna ještě měkký, ale suchý, deformace tlakem nehtu reverzibilní

87 žlutá zralost: deformace tlakem nehtu irreverzibilní

89 plná zralost: zrno je tvrdé, jen s obtíží lze nehtem palce zlomit

Stadium 9: Stárnutí

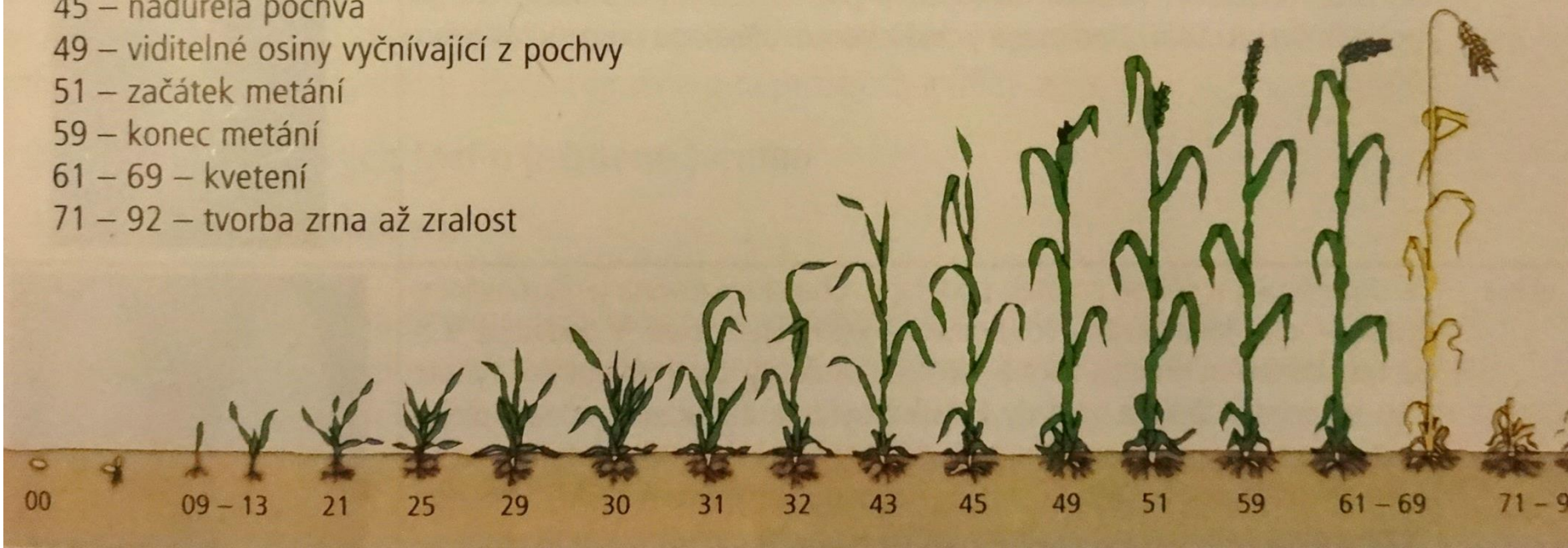
92 mrtvá zralost: zrno již nelze nehtem palce stisknout nebo zlomit

93 zrna se uvolňují

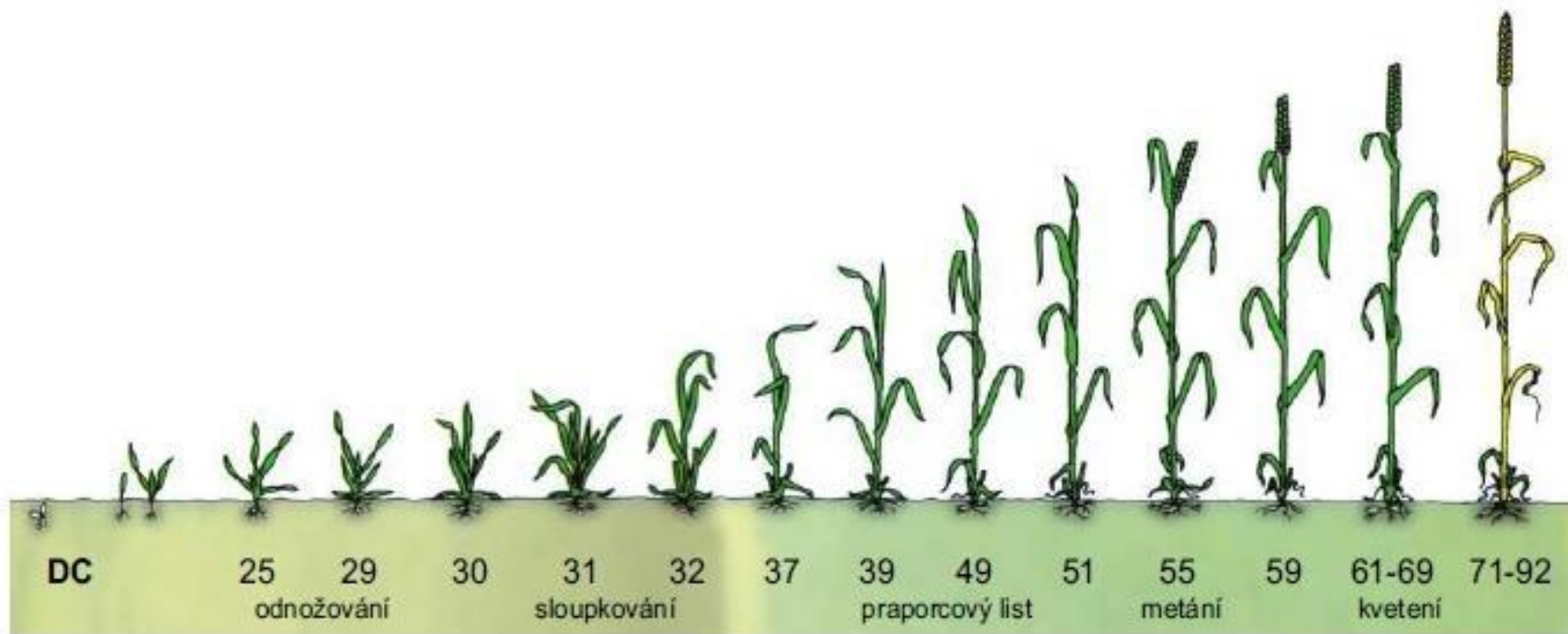
97 rostlina plně odumřelá, stéblo se láme, 99 sklizené zrno

Hodnocení během vegetace: Dekadická stupnice - obilniny

- 00 – výsev
- 09 – 13 – vzcházení až stadium 1 – 3 listů
- 21 – počátek odnožování
- 25 – hlavní odnožování
- 29 – konec odnožování
- 30 – začátek sloupkování
- 31 – stadium 1. kolénka
- 32 – stadium 2. kolénka
- 43 – začátek naduřování pochvy posledního listu
- 45 – naduřelá pochva
- 49 – viditelné osiny vyčnívající z pochvy
- 51 – začátek metání
- 59 – konec metání
- 61 – 69 – kvetení
- 71 – 92 – tvorba zrna až zralost



Obr. 26 – Makrofenologická stupnice ječmene (DC)



Fenologická stupnice růstových fází řepky (BBCH)

Stadium 0: Klíčení

- 00 suché semeno
- 01 počátek bobtnání
- 03 konec bobtnání
- 05 klíčící kořen vystoupil ze semene
- 07 hypokotyl s děložními listy protrhl osemení
- 08 hypokotyl s děložními listy prorůstá u povrchu půdy
- 09 vzcházení: děložní listy pronikají nad povrch půdy

Stadium 1: Vývoj listů

- 10 děložní listy plně vyvinuté
- 11 1. pravý list vyvinutý
- 12 2. pravý list vyvinutý

1 vývoj listů pokračuje

19 9 a více listů vyvinuto

Stadium 2: Tvorba bočních větví

- 20 žádné výhony
- 21 počátek tvorby bočních výhonů; první boční výhon
- 29 konec vývoje bočních výhonů: 9 i více bočních větví

Stadium 3: Prodlužovací růst

- 30 počátek prodlužovacího růstu, žádná internodia (listová růžice)
- 31 1. internodium viditelné
- 32 2. internodium viditelné
- 39 9 a více internodií viditelných

Stadium 5: Tvorba květů

- 50 hlavní květenství již viditelné, těsně obklopené nejvyššími listy
- 51 hlavní květenství viditelné shora uprostřed nejvyšších listů
- 52 hlavní květenství volné, ve stejné výši jako horní listy
- 53 květenství převyšuje horní listy
- 55 na hlavním květenství se oddělily jednotlivé květy (zavřené)
- 57 jednotlivé květy sekundárních květenství viditelné (uzavřené)
- 59 první korunní plátky viditelné, květy ještě zavřené

Stadium 6: Kvetení

- 60 první otevřené květy
- 61 asi 10 % květů na hlavním stonku otevřeno, květní osa se prodlužuje
- 63 asi 30 % květů na hlavním stonku kvete
- 65 plné kvetení: asi 50 % květů na hlavním stonku otevřených, první korunní plátky již opadávají
- 67 dokvétání: velké množství korunních plátků opadlo
- 69 konec kvetení

Stadium 7: Vývoj plodů

- 71 asi 10 % šesulí dosáhlo druhově, resp. odrůdově specifické velikosti
- 73 asi 30 % šesulí dosáhlo druhově, resp. odrůdově specifické velikosti
- 75 asi 50 % šesulí dosáhlo druhově, resp. odrůdově specifické velikosti
- 77 asi 70 % šesulí dosáhlo druhově, resp. odrůdově specifické velikosti
- 79 téměř veškeré šesule dosáhly druhově, resp. odrůdově specifické velikosti

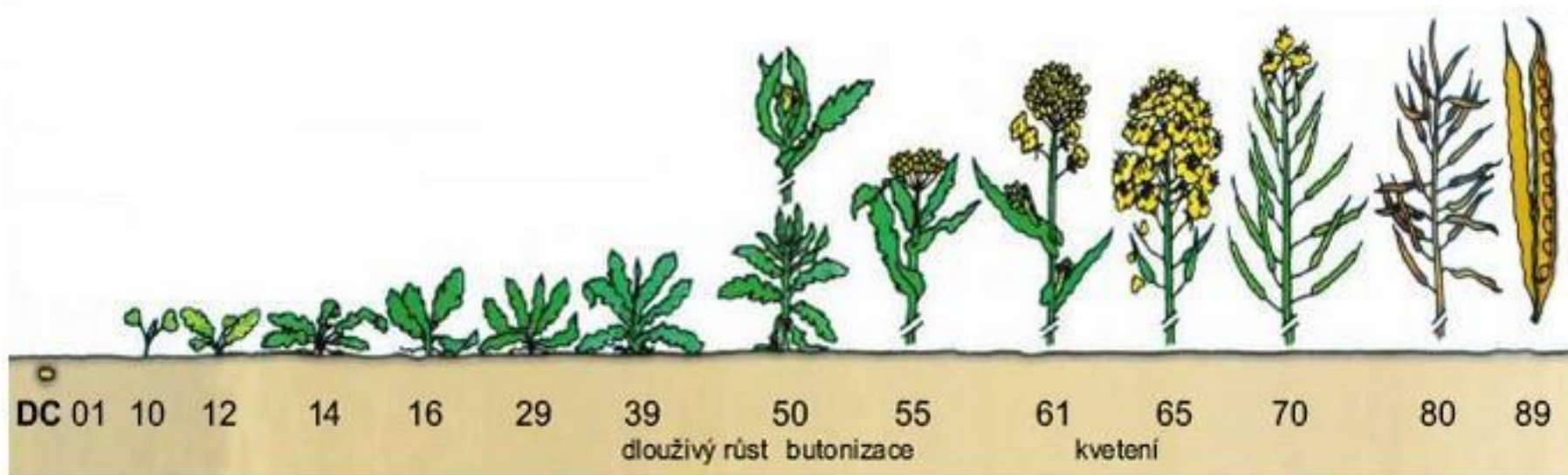
Stadium 8: Zrání

- 81 asi 10 % šesulí vyzrálo (semena černá a tvrdá)
- 83 asi 30 % šesulí vyzrálo (semena černá a tvrdá)
- 85 asi 50 % šesulí vyzrálo (semena černá a tvrdá)
- 87 asi 70 % šesulí vyzrálo (semena černá a tvrdá)
- 87 většina semen je z poloviny černá
- 89 plná zralost: téměř veškerá zrna na rostlině černá a tvrdá

Stadium 9: Stárnutí

- 97 rostlina odumřela
- 99 sklizňová zralost

Řepka olejná - fenologické fáze



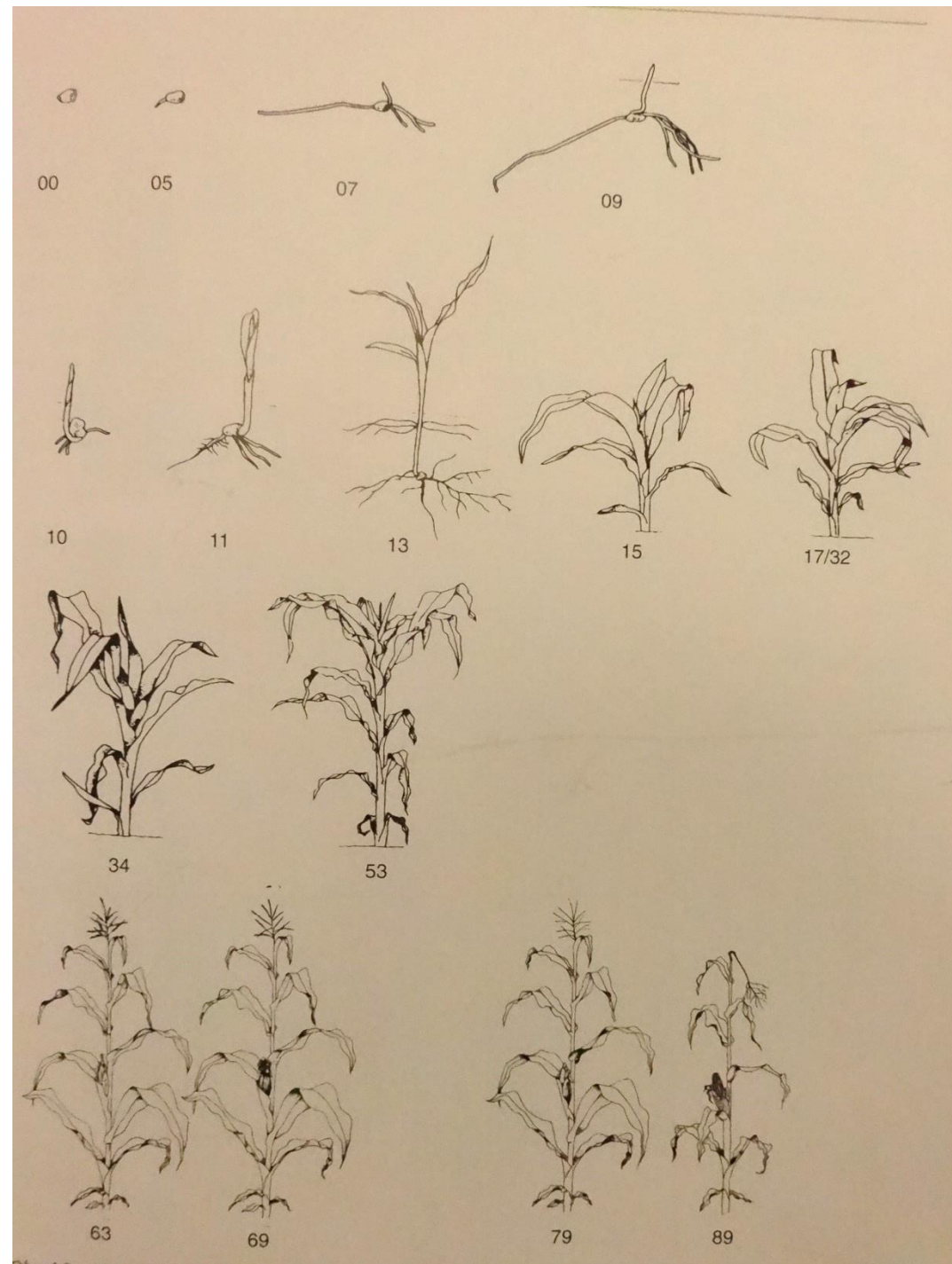
Hodnocení během vegetace: Dekadická stupnice - kukuřice

RŮST A VÝVOJ KUKUŘICE

Stručná charakteristika růstových fází kukuřice – DC

Kód DC	Popis	Kód DC	Popis
0	klíčení	51	začátek metání lat
5	objevení primárního kořínku	53	objevení se vrcholu laty
7	objevení koleoptile	55	lata vysunutá z obalových listenů
9	délka koleoptile 2,5 cm	59	konec metání – lata plně vyvinutá
10	vzcházení	60	kvetení lat
11	koleoptile proniká nad povrch půdy	61	začátek prášení ve střední části laty
15	první zárodečný list vytvořen	65	plné prášení všech prašníků
19	druhý list rozvinut	70	kvetení blizen
20	růst listů	73	objevení se špiček blizen
23	plné rozvinutí 5. listu	75	nitky blizen venku z klasu
25	rozvinutí 7. listu	79	blizny zaschlé
27	12. a další listy rozvinuty	80	zralost
30	prodlužovací růst	82	mléčná zralost
32	vytvoření 1. kolénka	84	vosková zralost
35	3. kolénko	85	fyziologická zralost
36	4. kolénko	87	sklizňová zralost
50	metání	89	konečná fáze – sláma suchá

Hodnocení během vegetace: Dekadická stupnice - kukuřice





Jarní ječmen ve fázi BBCH 30-31 (konec odnožování až začátek sloupkování)



Ozimá pšenice ve fázi BBCH 35-36 (koniec sloupkování – až praporcový list)



METODIKA ZKOUŠEK UŽITNÉ HODNOTY

OBECNÁ ČÁST

Nabývá účinnosti dne

15.8.2013

2 ZÁKLADNÍ POJMY

2.1 Zkoušený sortiment

Soubor všech odrůd v pokusu. Sortimenty sestavuje a zkušebním místům dodává Ústav. Použité standardy odpovídající našim půdně - klimatickým podmínkám stanoví Ústav. Srovnávací registrované odrůdy se v současném systému zkoušení odrůd využívají k relativnímu hodnocení vlastností odrůd přihlášených do zkoušek pro registraci; jejich počet je dán dohodou NOÚ s žadatelem.

2.2 Pokusná parcela (dále jen „parcela“)

Základní prostorová jednotka osetá nebo osázená rostlinami jedné odrůdy.

Rozměry parcely a vzdálenost mezi řádky či rostlinami v řádku, jakož i její sklizňová plocha, jsou uvedeny v části Metodiky zkoušek užitné hodnoty, která je sestavena pro každou plodinu nebo skupinu podobně zkoušených plodin (dále jen „Plodinové metodiky“).

K ochraně sklizňové části parcely před poškozením nebo jiným ovlivněním slouží:

- ochranné okraje parcely (přední a zadní), oddělené od sklizňové plochy příčnými oddělovacími mezerami,
- ochranné („nulové“) parcely vyseté (vysázené) na začátku a na konci pokusu nebo mezi sousedními bloky, podbloky nebo systémy.

2.3 Blok

Soubor parcel, na nichž jsou umístěny zkoušené odrůdy, a to buď všechny nebo jen některé z nich, právě jedenkrát.

Rozlišujeme:

- úplný blok zahrnující všechny zkoušené odrůdy,
- neúplný blok zahrnující pouze některé zkoušené odrůdy.

2.4 Opakování

Může být tvořeno:

- jedním úplným blokem,
- skupinou neúplných bloků, která zahrnuje všechny zkoušené odrůdy v pokusu právě jedenkrát.

Opakování může být v případě nutnosti rozděleno dle následujících pravidel:

- opakování tvořená jedním úplným blokem rozdělujeme na přibližně stejné části,
- opakování tvořená neúplnými bloky lze rozdělit pouze na části obsahující celé neúplné bloky.

Jednotlivá opakování mohou být umístěna buď vedle sebe nebo nad sebou.

Počet opakování pro zkoušení odrůd jednotlivých plodin stanovují Pokyny pro založení a vedení pokusů, (dále jen „Pokyny“), které dodává Ústav.

2.6 Intenzita pěstování

U vybraných plodin se pokusy na zkušebním místě zakládají v několika variantách lišících se rozdílnou úrovní hnojení dusíkem a chemického ošetření.

2.7 Pokusné uspořádání

Plánky pokusů dodává Ústav v Pokynech.

2.7.1 Uspořádání v úplných blocích

Pokusy s nejvýše 20 odrůdami jsou obvykle uspořádány v úplných znáhodněných blocích.

Příklad: Plánek pro 13 odrůd v pokusu, 4 opakování - úplné znáhodněné bloky:

D	3	7	1	5	13	11	6	12	4	8	10	2	9
C	10	6	8	2	12	4	9	5	7	13	3	11	1
B	7	9	11	13	8	10	12	1	3	5	2	6	4
A	1	4	5	7	3	2	8	9	10	6	11	12	13

2.7.2 Uspořádání v neúplných blocích

Pokusy s více než 20 odrůdami jsou obvykle uspořádány v neúplných blocích typu α -design.

Příklad: Plánek pro 20 odrůd v pokusu, 3 opakování - neúplné bloky

Opak	V 01	V 02	V 03	V 04	V 05	V 06	V 07	V 08	V 09	V 10	V 11	V 12	V 13	V 14	V 15	V 16	V 17	V 18	V 19	V 20
C	3	7	11	16	6	4	5	10	2	9	8	1	15	12	13	20	14	19	18	17
B	9	14	4	17	15	3	1	19	5	6	20	12	10	16	11	2	18	7	13	8
A	4	1	10	2	12	11	14	9	20	17	5	18	7	6	19	13	8	3	16	15

Pokusy s některými plodinami jsou uspořádány v rozložitelných neúplných blocích typu α -design s respektováním předpokládané délky rostlin. Algoritmus tvorby pokusného uspořádání vychází z rozdělení odrůd podle jejich délky do tří skupin (nízké, střední a vysoké) a při jejich alokaci do pokusu zamezuje umístit vedle sebe odrůdy z marginálních skupin.

2.8 Zkušební oblasti

Zkušební oblasti pro jednotlivé plodiny vycházejí ze zemědělských výrobních oblastí ČR a jsou definovány v Plodinových metodikách.

3 OBECNÉ ZÁSADY PROVÁDĚNÍ ODRŮDOVÝCH POKUSŮ

3.1 Zkušební místa

Pokrývají významné oblasti pěstování jednotlivých plodin tak, aby u nich mohly být provedeny zkoušky užité hodnoty odrůd v odpovídajících podmínkách.

Polní zkoušky užité hodnoty odrůd se zakládají jako maloparcelní pokusy na zkušebních místech, kterými jsou zkušební stanice Ústavu a zkušební místa jiných odborně způsobilých osob, s nimiž Ústav uzavírá pro tento účel smlouvy.

3.2 Osevní postup

Na zkušebních stanicích Ústavu se střídání plodin řídí metodickým pokynem „Osevní postupy na zkušebních stanicích platné od roku 2000“ (JELÍNEK, 2000). Jeho základem je volný blokový osevní postup s omezením pěstování víceletých pícnin a hnojení statkovými hnojivy.

Ústav vyžaduje, aby základní principy tohoto metodického pokynu byly respektovány i na zkušebních místech jiných odborně způsobilých osob.

3.3 Pozemky a zařazování pokusů

Při výběru nejvhodnějšího místa v honu pro pokus dbáme na to, aby:

- pokus byl zařazen po jednotné vyrovnávací plodině,
- byly respektovány specifické požadavky některých plodin na délku intervalu pěstování na stejném honu (např. len - 7 let),
- pokus byl umístěn v honu stejné nebo příbuzné plodiny (např. krmná řepa v honu cukrovky),
- část honu určená pro pokus měla co nejvyrovnanější půdní podmínky (půdní typ a druh, charakter ornice i podomičí, výška spodní vody), svažitost pozemku do 12 %, nebyla zaplevelena, nebyla zaplavována, netrpěla větrnou či vodní erozí,
- v ploše pokusu nebyly zrušené cesty a meze, místa zamokřená, dřívější polní hnojiště a skládky slámy, lokální navážky půdy apod.,
- pokus nebyl umístěn v místě s rezidui herbicidů,
- pokus byl v dostatečné vzdálenosti od budov, cest, souvratí, sloupů elektrického vedení apod.,
- na svažitém pozemku byla neošetřená varianta umístěna nad ošetřenou variantu.

3.4 Označování pokusů

Pokusy se označují podle těchto zásad:

- všechny parcely musí být označeny po celou dobu trvání pokusu jmenovkami (číslovkami), údaje na nich uvedené musí být napsány nesmývatelnou barvou,
- jmenovky (číslovky) se umísťují na začátek prvního řádku zleva, u všech parcel pokusu stejným způsobem,
- zkoušené odrůdy se v pokusu označují arabskými číslicemi v souladu s plánkem pokusu, v prvním opakování je u registrovaných odrůd uveden také jejich název.

4.1 Předplodina

Předplodina pro pokusy má být druhově jednotná, vhodná pro zkoušenou plodinu.

4.2 Příprava půdy

4.2.1 Podmítka

Provádí se po všech předplodinách, s výjimkou okopanin, ihned po sklizni. Poté se pozemek zpravidla uválí nebo uvláčí.

4.2.2 Orba

Hlavní zásady:

- orat kolmo na budoucí řádky pokusů,
- na svahu orat po vrstevnicích, skývy klopat proti svahu,
- orat bez skladů a rozorů, tj. k jedné straně (do roviny),
- k ozimům orat 2–4 týdny před setím, následují-li po jetelovinách, pak nejméně 6 týdnů před setím,
- k jařinám orat na podzim, ponechat v hrubé brázdě.

4.2.3 Předset'ová příprava

Před setím se pozemek (celý hon) smykuje, podle potřeby kypří, vláčí a zapravují se dusíkatá hnojiva. Směr pojezdu souprav se volí nejlépe pod úhlem 45° na směr orby i budoucích řádků pokusu. Poslední kultivační zásah se zpravidla týká pouze plochy pro pokus a vede se kolmo na směr budoucích řádků.

4.3 Hnojení

Hnojení fosforem, draslíkem, hořčíkem a potřeba vápnění vychází z výsledků agrochemického zkoušení zemědělských půd. Hnojení dusíkem je dáno požadavky plodiny, může být upraveno Pokyny.

Hnojení se řídí těmito zásadami:

- celý hon včetně provozní plochy se hnojí rovnoměrně stejnými dávkami i stejným způsobem včetně zásobního hnojení,
- v případech, kdy jsou v honu zařazeny pokusy s odlišnými plodinami nebo s různou intenzitou pěstování, se dusíkem se hnojí individuálně,
- dávky a formy hnojiv, jakož i způsob jejich aplikace, jsou uvedeny v Plodinových metodikách nebo Pokynech,
- statková hnojiva lze nahradit zaorávkou zelené hmoty a slámy s dodáním dusíku.

4.4 Osivo a sadba

Ústav zajišťuje:

- objednávky rozmnožovacího materiálu odrůd od druhého roku zkoušení a odrůd registrovaných,
- moření nebo jinou úpravu rozmnožovacího materiálu dle Plodinových metodik,
- distribuci rozmnožovacího materiálu na jednotlivá zkušební místa.

4.5 Setí, výsadba

4.5.1 Termín setí nebo výsadby, spon

Určují Plodinové metodiky.

Celý pokus musí být založen v jeden den. Není-li to ze závažných důvodů možné, musí se založení pokusu dokončit co nejdříve a označit parcely, které byly osety (osázeny) později. Tuto skutečnost je nutno neprodleně oznámit příslušnému plodinovému specialistovi Ústavu, který pokus metodicky řídí.

4.5.2 Výsevek, výsevné (výsadbové) množství

- sděluje všem zkušebním místům Ústav v Pokynech,
- rozvážení osiva na jednotlivé parcely se provádí na zkušebním místě.

a) výsevek pro hustoseté semenné kultury se stanovuje podle vzorce:

$$V = \frac{HTS \times MKS \times 100}{UH}$$

kde:

- V - výsevek na hektar v kg,
- HTS - hmotnost 1000 semen v g,
- MKS - milióny klíčivých semen na ha,
- UH - užitná hodnota osiva (čistota % x klíčivost % /100).

b) výsevné (výsadbové) množství pro sponové kultury se udává počtem semen (hlíz) na m² nebo na parcelu.

4.5.3 Způsob setí (výsadby)

4.5.3.1 Bezezbytkové secí stroje

Zajišťují vysetí veškerého vloženého množství osiva na parcelu. Používají se především k setí obilnin, luskovin, olejnin a většiny pícein.

Výsevek na parcelu se vypočte podle vzorce:

$$V_p = \frac{V_{ha} \times OP_p}{10000}$$

$$OP_p = \check{S}_p \times (D_p + B)$$

kde:

V_p - výsevek na parcelu v kg,

V_{ha} - výsevek na hektar v kg ,

OP_p - osévaná plocha parcely v m^2 ,

\check{S}_p - šířka parcely v m (počet řádků x stanovená šířka řádku),

D_p - délka parcely s ochrannými okraji v m,

B - bonifikace - přesévání parcely v m (součet předního i zadního přesetí).

4.6 Ošetřování pokusů

Celý pokus musí být vždy ošetřen v jednom dni a stejným způsobem. V případech, kdy pokus zahrnuje různé intenzity pěstování s odlišnými požadavky na výživu a ochranu rostlin, aplikují se hnojiva a přípravky individuálně. Dávky a způsob aplikace jsou uvedeny v Plodinových metodikách a Pokynech.

4.6.1 Mechanické ošetřování

Může zahrnovat vláčení, válení, rozrušování škralkou, jednocení, podsazování, plečkování, okopávání, oplocování, ochrana sítěmi, plašení ptactva, apod. Použití jednotlivých operací uvádějí Plodinové metodiky nebo Pokyny.

4.6.2 Chemická ochrana

Používají se pouze přípravky uvedené v platném vydání „Seznamu registrovaných přípravků na ochranu rostlin“ a doporučené Ústavem, způsobem, který uvádí aktuální etiketa přípravku. O speciálních zásazích rozhoduje Ústav.

5 RŮSTOVÁ POZOROVÁNÍ ZA VEGETACE

Od založení pokusu až do jeho ukončení se soustavně pozoruje a hodnotí projev každé odrůdy ve všech opakováních, nestanoví-li Plodinové metodiky jinak. O pozorováních se vedou přesné záznamy v polním deníku, který je po skončení vegetace uložen na referátu plodiny.

Kromě povinných pozorování, která předepisují Plodinové metodiky, se v protokolu o pokusu zaznamenávají i další skutečnosti, které by mohly ovlivnit výsledek pokusu.

5.1 Obecné zásady

- hodnocení se provádí na rostlinách, které reprezentují porost,
- ze zjišťování se musí vyloučit rostliny okrajové, rostliny sousedící s prázdnými místy na parcele nebo zřetelně jinak ovlivněné,
- vybrané znaky (zejména některé choroby) se hodnotí v ohniscích výskytu,
- u každého hodnocení se zaznamenává jeho datum; Plodinové metodiky stanoví, u kterých znaků se uvádí i datum prvního výskytu,
- jestliže znak nemohl být hodnocen, uvede se stručně důvod v protokolu o pokusu.

5.2 Znaky objektivně hodnocené

Projev znaku se zjišťuje měřením, vážením, počítáním (např. délka rostlin, výnos, počet rostlin atd.)

5.3 Znaky subjektivně hodnocené

Projev znaku se vyjadřuje v jednotkách bodové stupnice 9–1 (např. poléhání, stupeň napadení chorobami). Hodnota 9 představuje zpravidla nejpříznivější, hodnota 1 nejméně příznivý projev znaku.

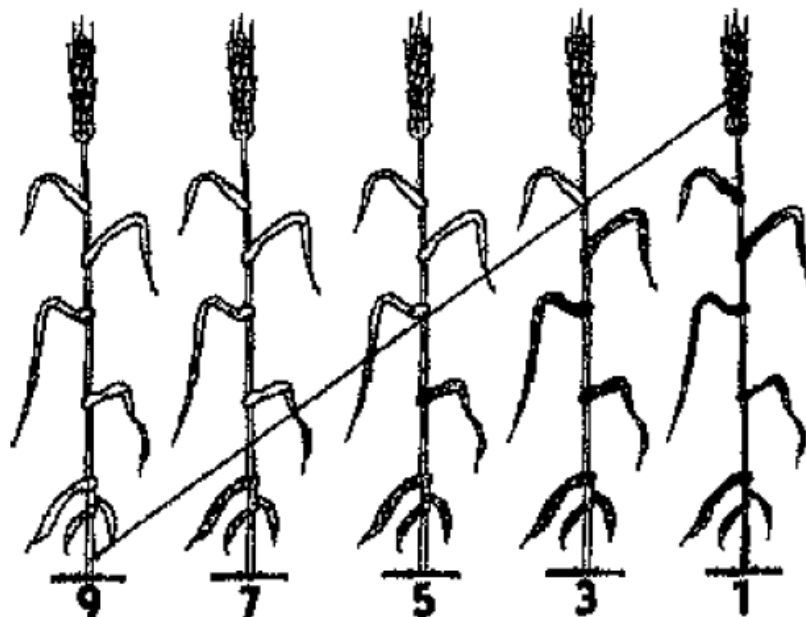
Příklad bodového hodnocení a jeho slovního vyjádření:

<u>stupeň</u>	<u>příklad popisu</u>
9	odolná
8	odolná
7	středně odolná
6	středně odolná
5	méně odolná
4	méně odolná
3	náchylná
2	náchylná
1	náchylná

U některých znaků se používá zjednodušená stupnice hodnocení (9-7-5-3-1) s vypuštěním sudých stupňů.

5.4 Základní principy hodnocení chorob

1) V případě že choroba postupuje po rostlině směrem vzhůru platí následující obrázek. Podle něho se pokusy hodnotí nejdříve v lichých bodech podle toho, do jaké výšky se v porostu dostaly (plodina může být v jakékoliv růstové fázi). Případné zařazení do sudých hodnot proběhne podle stupnic uvedených u konkrétní choroby podle procenta napadené listové plochy.



Př.: Padlí travní (*Blumeria graminis*) napadne rostlinu do poloviny výšky. Bude tedy hodnocena stupněm 5.

Pokud na nemocných listech bude napadeno pouze do 10 % plochy - výsledný stupeň bude bod 6.

Při napadení 10–30 % listové plochy zůstane hodnocení na stupni 5 a při vyšším napadení listů než 30 % bude výsledný stupeň 4.

2) Pokud se choroba vyskytuje pouze ve vyšších listových patrech rostlin, hodnocení se provádí pouze podle stupnic uvedených u konkrétní choroby podle procenta napadení.

3) V případě, že se choroba nevyskytuje na parcele plošně, ale v ohniscích, hodnotí se přímo v ohnisku napadení, za ohnisko se považují nejméně 3 napadené rostliny.

4) Sudé stupně při hodnocení: jestliže je u hodnocení konkrétní choroby v metodice uvedena stupnice intenzity napadení tvořená pouze lichými stupni, je možné použít i sudé stupně, je-li to nutné pro odlišení rozdílů mezi odrůdami.

5) Hodnocení chorob ve variantách pěstování: před aplikací fungicidu na ošetřenou variantu se hodnotí choroby v obou variantách ošetření bez ohledu na stupeň napadení. Po aplikaci fungicidu se v ošetřené variantě výskyt chorob hodnotí pouze v případě, že napadení je na stupeň 5 nebo nižší.

V neošetřené variantě se hodnotí stupeň napadení chorobami vždy při každém výskytu.

6 SKLIZEŇ POKUSŮ A ODBĚR VZORKŮ

6.1 Sklizeň pokusů

U většiny plodin se těsně před sklizní položí jmenovky odrůd před parcely na zem pro snadnější identifikaci sklizených odrůd. Nejdříve se pak sklídí, jsou-li založeny, přední a zadní ochranné okraje a nulové parcely. Potom se případně ručně rozhrnou uličky mezi parcelami, je-li porost polehlý.

Pokusy se sklízí jednorázově nebo postupně podle zralosti odrůd (viz Plodinové metodiky).

Sklizeň z parcely může být vážena přímo při sklizni, pokud je sklízecí stroj vybaven palubní váhou, anebo po sklizni na stacionární váze. Hmotnost sklizně se stanoví s přesností nejméně na tři platné číslice (107 kg; 15,3 kg; 7,82 kg). Po zvážení se odeberou vzorky podle Plodinových metodik.

6.1.1 Sklizeň zrnin

Sklízí se maloparcelními sklízecími mlátičkami. Zrno z každé parcely se sype do samostatného pytlíku, který se po sklizni celé parcely dobře označí připravenými jmenovkami vně i uvnitř. Není-li zrno automaticky váženo hned při sklizni, je třeba je neprodleně (tentýž den) dopravit k vyčištění a zvážení. Sklizeň v označených pytlících se před vážením dle potřeby přečistí na stacionárním čisticím zařízení, potom se zváží s přesností na 0,01 kg. Ihned po zvážení sklizně se odebírají vzorky.

6.1.2 Sklizeň pícnin, silážní kukuřice a dalších plodin určených pro produkci zelené hmoty

Sklízí se maloparcelními sklízeči píce, nebo žacími stroji s následným shrabáním posečené píce. Sklizeň se váží ihned přímo na mobilní váze sklízeče píce. Odeberou se dílčí vzorky zelené hmoty.

6.1.3 Sklizeň okopanin a speciálních plodin

Sklízí se ručně, vyorávači, jednořádkovými nebo víceřádkovými sklízeči s následným zvážením sklizeného produktu a odběrem potřebných vzorků.

6.2 Odběr vzorků, rozbory vzorků

Vzorky odebírané pro fyzikální, chemické a biologické rozbory musí představovat průměrný stav porostu a průměrnou kvalitu sklizně. U všech zkoušených odrůd téhož pokusu se musí odebírat standardním způsobem a za shodných podmínek (stejná růstová fáze, stejný stupeň zralosti, stejně vlhká či suchá sklizeň, stejné atmosférické i technické podmínky apod.).

Velikost a počet vzorků, rostlin, sklizní a produktů, jakož i postupy jednotlivých stanovení včetně odkazů na příslušné normy, uvádějí Plodinové metodiky a Pokyny.

6.2.1 Dílčí vzorek

Je reprezentativní množství produktu odebrané z každé parcely dané odrůdy.

6.2.2 Souhrnný vzorek (někdy označovaný též jako hrubý, směsný, průměrný)

Je potřebné množství produktu získané smícháním dílčích vzorků. Všechny další vzorky se odebírají ze souhrnného vzorku po jeho náležitém promíchání tak, že se z několika náhodně vybraných míst (3–5) odeberou potřebná množství produktu, která se znovu dobře promíchají. U cukrovky se souhrnný vzorek nevytváří, každý dílčí vzorek se analyzuje v laboratoři samostatně.

6.2.3 Laboratorní vzorek

Je množství produktu odebrané ze souhrnného vzorku a určené pro analýzu nebo jiné zkoušení.

6.2.4 Vzorek pro stanovení HTS (HTZ, HTN)

Vzorek pro stanovení hmotnosti tisíce semen, zrn nebo nažek se odebírá ze souhrnného vzorku. Jeho velikost představuje cca pětinasobek očekávané hmotnosti tisíce semen, zrn nebo nažek. Podle potřeby se ze vzorku odstraní příměsi a nečistoty.

6.2.4.1 Stanovení HTS (HTZ, HTN)

Zjišťuje se buď pomocí počítače semen (2 x 500 semen) nebo ručním odpočítáním (100, 200, 200 a 500 semen) a zvážením odpočítaného množství semen s přesností nejméně na 3 platné číslice (107 g; 15,3 g; 7,82 g).

Je-li rozdíl obou stanovení provedených počítačem semen větší než 5 % jejich aritmetického průměru u osiva s HTS nad 25 g nebo větší než 10 % u osiva s HTS pod 25 g, musí se zkouška opakovat. Přesahuje-li rozdíl i při druhé zkoušce požadovanou hodnotu přesnosti, vypočítá se HTS ze všech opakování.

6.2.5 Vzorek pro stanovení vlhkosti zrn, semen a nažek

Stanovené množství produktu se odebere ze souhrnného vzorku. Vzorek se pro tento účel ukládá do neprodyšně uzavřených vzorkovnic naplněných až po okraj. Potom se zpracuje buď přímo na zkušebním místě nebo se neprodleně posílá ke stanovení vlhkosti do laboratoře Ústavu nebo jiné akreditované osobě. Nelze-li zpracovat vzorek na místě tentýž den, uchovává se v chladu a zpracuje se do 24 hodin, pouze ve výjimečných případech do 48 hodin po odběru vzorku.

6.2.5.1 Stanovení vlhkosti vázkovou metodou

Z laboratorního vzorku se odebere cca 50 g a rozemele se na laboratorním mlýnku. Předem se vysuší a zváží hliníkové vysoušečky i s víčkem. Do nich se naváží rozemletý a promíchaný vzorek o hmotnosti cca 10 g a otevřené vysoušečky i s víčkem se vloží do předem vyhřáté sušárny. Doba do dosažení předepsané teploty nemá přesáhnout 30 minut. Suší se po dobu a při teplotě uvedené v tabulce 1. Doba sušení se počítá od dosažení předepsané teploty. Po skončení sušení se vysoušečky uzavřou, vloží se vedle sebe do exsikátoru a ponechají se vychladnout po dobu přibližně 30–45 min. Poté se zváží na analytických vahách. Veškerá vážení se provádějí s přesností na tři desetinná místa (0,001 g).

Z každého vzorku se provádějí dvě paralelní stanovení a jako výsledek se bere jejich průměr. Jestliže rozdíl hodnot vlhkostí obou paralelních stanovení překročí 0,5 %, provedou se další dvě paralelní stanovení z téhož vzorku. Pokud rozdíl i těchto stanovení překročí povolenou toleranci, bere se jako výsledek průměr všech čtyř stanovení. Výsledná hodnota se uvádí s přesností na dvě desetinná místa.

6.2.5.2 Stanovení vlhkosti vlhkoměrem

Ze souhrnného vzorku o minimálním objemu 1000 ml se provádějí dvě paralelní stanovení a jako výsledek se bere jejich průměr. Jestliže rozdíl hodnot vlhkostí obou paralelních stanovení překročí 0,5 %, provedou se další dvě paralelní stanovení z téhož vzorku a jako výsledek se bere průměr dalších paralelních stanovení. Pokud rozdíl i těchto dvou dalších stanovení překročí povolenou toleranci, bere se jako výsledek průměr všech čtyř stanovení. Výsledná hodnota se uvádí s přesností na jedno desetinné místo.

- V případě výskytu jednoho a více vzorků, jejichž vlhkoměrem zjištěná vlhkost přesáhne hranici 17 %, je nutné vlhkost těchto vzorků ověřit vážkovou metodou.
- Jestliže zjistíme, že třeba jen u jednoho vzorku je rozdíl mezi vlhkostí stanovenou vážkově a vlhkoměrem větší než 0,9 %, provedeme stanovení vlhkosti u všech odrůd pokusu vážkovou metodou. Pokud je u všech ověřovaných vzorků rozdíl mezi vlhkostí stanovenou vážkově a vlhkoměrem do 0,9 %, použijeme pro celý pokus výsledky vlhkosti naměřené vlhkoměrem.
- Vždy platí zásada pro celý pokus použít jednu metodu stanovení vlhkosti.
- Stanovení sklizňové vlhkosti vlhkoměrem se nepoužívá u těchto plodin: kukuřice, slunečnice, sója.
- Vlhkoměr musí mít I.třidu přesnosti a kalibraci alespoň jedenkrát ročně.

6.2.5.3 Stanovení vlhkosti přístrojem na principu NIRS

Metodou blízké infračervené spektrometrie (NIRS) se může stanovit vlhkost u vzorků celých zrn. Mletí vzorků může výsledky analýzy negativně ovlivnit. Stanovení sklizňové vlhkosti metodou NIRS se nesmí používat u plodin: kukuřice, slunečnice, sója.

Předpokladem použití je každoroční kalibrace přístroje.

6.2.6 Vzorek pro stanovení suché hmoty (sena)

Při sklizni píče se z každé parcely odebere dílčí vzorek zelené hmoty o hmotnosti 2–3 kg. Tyto dílčí vzorky se sloučí do souhrnného vzorku. Pokud vzorky nebyly sklizeny sklízecí řezačkou, musí se co nejdříve odvézt z pole a pořezat na stacionární řezačce. Z celého množství řezanky se odebere laboratorní vzorek o hmotnosti cca 2000 g a zváží se s přesností na 1 g.

6.2.6.1 Stanovení suché hmoty (sena)

Laboratorní vzorek se suší v komorové nebo boxové sušárně při teplotě 50 +/- 5° C. Během sušení se vzorky několikrát promíchají, aby sušení proběhlo co nejrychleji a rovnoměrně. Suší se tak dlouho, až se kterákoliv část vzorku (zejména stonek) s prasknutím hladce zlomí. Poté se vzorky vyjmou a ponechají se v laboratoři po dobu alespoň 24 hodin vychladnout. Potom se zváží s přesností na 1 g. Tento postup neplatí pro kukuřici na siláž, příprava vzorku a stanovení suché hmoty jsou uvedeny v Plodinové metodice.

6.2.8 Vzorky pro další rozборы

Vzorky pro rozборы neprováděné na zkušebním místě se odebírají ze souhrnného vzorku. Množství, termíny a způsob dodání uvádějí Plodinové metodiky nebo Pokyny. U vybraných plodin se před vlastními rozborů provádí egalizace vzorku (úprava vzorku sjednocením - zpravidla jemné přečištění).

6.2.9 Rezervní vzorek

Zbývající část souhrnného vzorku po odebrání laboratorních vzorků zůstává uložena na zkušebním místě jako rezerva pro případné další rozборы a lze ji zlikvidovat výhradně na pokyn Ústavu.

6.3 Zásady pro zasílání vzorků

Vzorky se ukládají do trvanlivých obalů, aby nedošlo během transportu k jejich znehodnocení (vysypání, vydrolení, pomíchání různých odrůd atd.).

Označení vzorku vně i uvnitř obalu musí být provedeno nerasmazatelným způsobem a obsahovat následující údaje:

- zkušební místo,
- plodina,
- typ pokusu,
- rok sklizně,
- číslo a název (nebo kód) odrůdy.

Vzorky se zasílají na adresu uvedenou v Pokynech.

Současně se vzorky se zasílá písemný seznam vzorků, a to ve dvou vyhotoveních, jedno se přikládá k zásilce vzorků a druhé se zasílá příslušnému plodinovému specialistovi Ústavu (elektronickou poštou). Seznam musí obsahovat:

- zkušební místo,
- plodina,
- typ pokusu,
- rok sklizně,
- rok založení pokusu,
- číslo a název (nebo kód) odrůdy,
- datum odběru vzorků,
- datum odeslání vzorků,
- jméno vzorkovatele.

6.4 Přepočítání výnosu

6.4.1 Přepočítání výnosu na standardní (normovanou) vlhkost

$$Q_V = Q_{SV} \frac{100 - SV}{100 - V}$$

kde:

- V - standardní vlhkost pro určitý produkt,
- SV - sklizňová vlhkost sklizeného produktu,
- Q_V - skutečný výnos při standardní vlhkosti,
- Q_{SV} - zjištěný (sklizňový) výnos při sklizňové vlhkosti.

Standardní vlhkost je uvedena v příslušné Plodinové metodice.

=(100-G3)/100*F3/0,86

D	E	F	G	H	I	J	K	Řádek vz
Parc. na délku (Y)	Parcely na šířku	Hmotnost	Vlhkost	Měrná hmotnost	Pořadové číslo	Poznámka		Průměr
1	1	8,8	11,4	69,7	7		9,07	11,80
2	30	12,94	13,3	71,6	217		13,05	
3	48	13,71	14	71,4	314		13,71	
4	5	11,64	11,9	78,3	30		11,92	
5	15	11,23	13,8	75,1	138		11,26	
1	2	10,48	12,7	78,3	16		10,64	11,26
2	14	11,84	13,6	71,3	132		11,90	
3	35	11,42	13,3	71,4	245		11,51	
4	50	11,27	13,4	70,5	325		11,35	
5	9	10,97	14,5	73,2	99		10,91	
1	3	9,92	11,4	72,5	17		10,22	10,93
2	40	12,54	13,4	70	273		12,63	
3	21	10,69	13,2	72,2	167		10,79	
4	47	10,73	13,9	70,5	310		10,74	
5	1	10,03	12	72,5	11		10,26	

7 ZPRÁVA O POKUSU

Osoba provádějící pokusy vypracuje zprávu za každý provedený pokus.

Zpráva o pokusu zahrnuje vyplněné elektronické formuláře:

- Protokol o pokusu („Obalový list“),
- formulář HSP.

Oba formuláře zasilá Ústav zkušebnímu místu.

7.1 Protokol o pokusu

Protokol o pokusu obsahuje:

- administrativní a identifikační údaje,
- charakteristiky zkušebního místa,
- agrotechnická data,
- meteorologické záznamy,
- komentář obsahující hodnocení průběhu vegetačního období s důrazem na extrémy, které mohly ovlivnit jednotlivé odrůdy nebo celý pokus, reakce odrůd na vnější vlivy, relace mezi odrůdami, citlivosti, choroby, anomálie.

7.2 Formulář HSP

Formulář HSP obsahuje:

- administrativní a identifikační údaje,
- hodnocení sledovaných znaků,
- výnosové údaje.

Přehled všech znaků a vlastností, které se zaznamenávají do formuláře HSP, uvádějí Plodinové metodiky. Údaje se do formuláře HSP vkládají ihned po vyhodnocení příslušného znaku.

Hodnocení během vegetace:

Stupnice 1-9: 9 = vyšší stupeň požadované vlastnosti

1 = nižší stupeň požadované vlastnosti

- Používají se většinou liché hodnoty 1, 3, 5, 7, 9

Absolutní hodnoty: datum kvetení, výška porostu, počátek a konec kvetení..

Výsledky bonitace se většinou statisticky nehodnotí (odrůdové pokusy)

Náhodné faktory při hodnocení: poškození porostu zvěří, nevzešlá místa, jinak poškozená místa..

- Nelze provést dopočet – rostliny při různé hustotě mají jinou vitalitu i morfologii

Sledované znaky:

Podle stupnice (EPPO, UPOV, GEP, ÚKZÚZ)

- Stupně 1 – 9
 - 1 = nejnižší hodnota znaku (např. odolnost)
 - 9 = nejvyšší hodnota znaku (např. odolnost)

Podle exaktních biometrických hodnot

A) Vegetační hodnocení

- Výška (cm)
- Počet listů, odnoží, klasů.. („n“ - ks)
- Ranost, zralost (dny)
- Sklizeň (t/ha)
- HTZ, HTS (g), mrazuvzdornost...

B) Kvalitativní znaky

- Obah NL, oleje, obsahových látek (mg/kg, mikromoly / g...)
- Speciální znaky (podíl zrna určité velikosti, sladařská kvalita ječmene, vaznost těsta pšenice atd.)

C) Speciální znaky – obrazová analýza:

- RGB spektrum, pixelizace, listová pokryvnost, fluorescence chlorofylu

Příklady hodnocených znaků - pšenice

1.1 Přehled hodnocených znaků a vlastností

1. data nástupů makrofenofází - vzejití, odnožování, sloupkování, metání, plná zralost
2. datum sklizně
3. stav porostu po vzejití (=úplnost vzejití) (9–1)
4. stav porostu před zámrzem (9–1)
5. stav porostu po zimě (9–1)
6. poléhání po metání, poléhání maximum, poléhání před sklizní (9–1)
7. délka rostlin (cm)
8. počet produktivních stébel (ks/m²)
9. odolnost proti chorobám a škůdcům (9–1)
10. výnos zrna (t/ha)
11. vlhkost zrna (%)
12. hmotnost tisíce zrn (g)
13. poškození zvěří a ptáky (9–1)
14. kvalitativní parametry: pekařský pokus, mlynářské vlastnosti, farinografické hodnocení, alveografické hodnocení, číslo poklesu, sedimentační Zelenyho test, objemová hmotnost, výtěžnost na sítích, tvrdost zrna, obsah N látek v sušině zrna, obsah škrobu v sušině, podíl zrn se sníženou sklovitostí, výtěžnost zrna po loupání

Statistické programy na zpracování dat z pokusů

Základní statistické vyhodnocení

– MS Excel: průměr
medián
modus
minimum a maximum
rozptyl
směrodatná odchylka
kvartily
percentily

Také může vytvořit: histogram

boxplot (novější verze Excelu)

základní grafy rozdělení dat

Doplněk **Analysis ToolPak**, Excel zvládne:

ANOVA

lineární regresi

F-test pro rozptyl

korelační matice

Statistické programy na zpracování dat z pokusů

Pokročilé statistické vyhodnocení – specializovaný Software pro polní pokusy – ARM Agricultural Research Manager:

Program umí základní statistiku pro pokusy:

ANOVA (analýza variance)

testy významnosti mezi variantami

výpočet průměrů variant

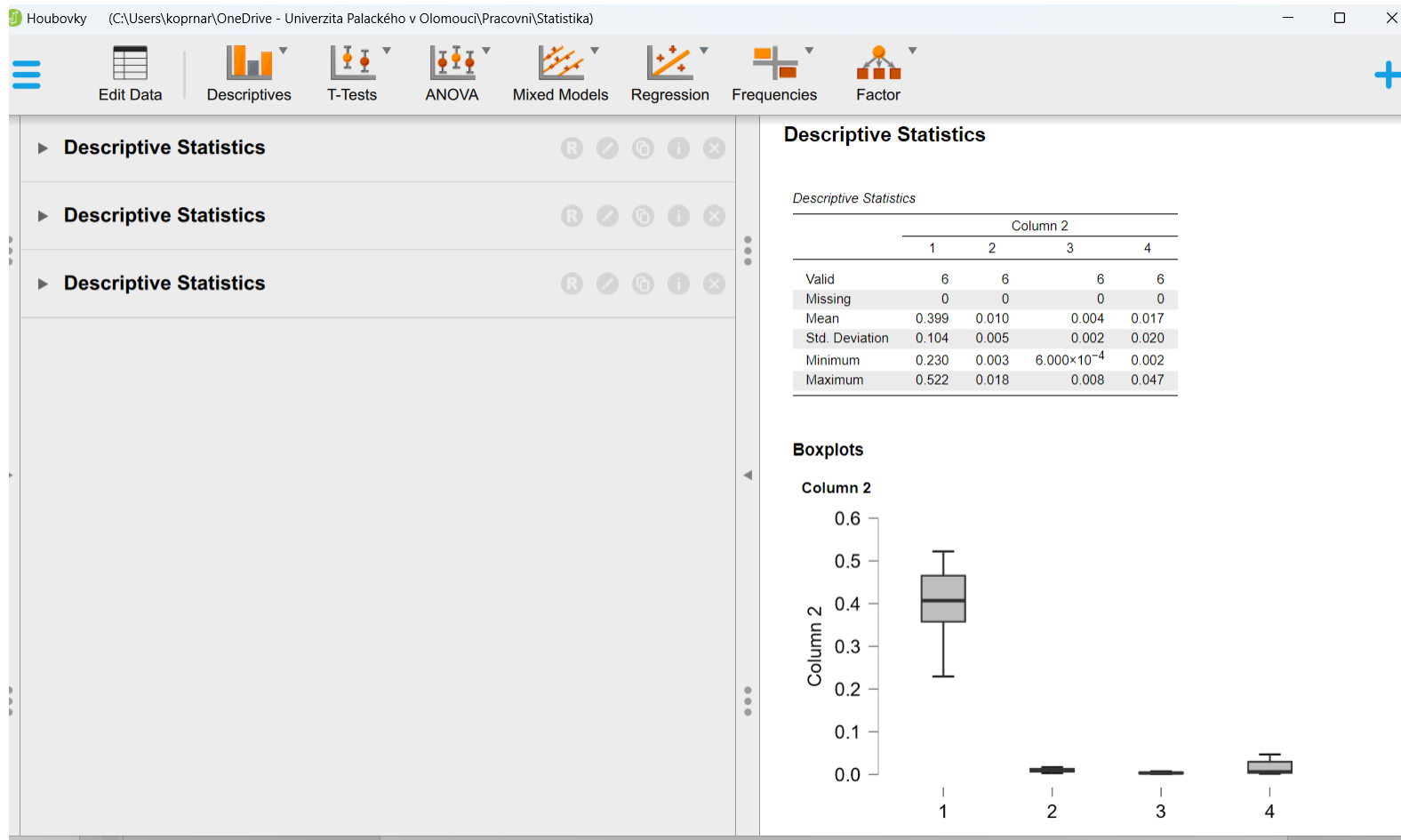
LSD nebo jiné porovnání variant

grafy a tabulky výsledků.

Statistické programy na zpracování dat z pokusů

Pokročilé statistické vyhodnocení – statistický Software **JASP** (freeware): <https://jasp-stats.org/>

- Všechny pokročilé statistické funkce



Statistické zpracování dat z pokusů

Díky této analýze můžeme vyhodnotit, jestli byl pokusný faktor (a jeho projev ve fenotypu) dílem náhody, nebo způsobil žádoucí/nežádoucí změnu cíleně

Zásady:

- 1) Vyšší počet opakování zvyšuje pravděpodobnost statistické průkaznosti
- 2) Vhodnost použití parametrických a neparametrických hodnot podle normality dat

Míry variance:

Informují o proměnlivosti zkoumaného kvantitativního znaku v daném souboru (tedy o jeho variabilitě)

V pokusnické praxi je toto důležitá informace při hodnocení naměřených dat:

- V rámci opakování
- Mezi opakováními (pokud děláme např. odběry rostlin z více opakování)

Platí: čím vyšší je variabilita ve sledovaném souboru, tím se snižuje pravděpodobnost prokázání statistické průkaznosti sledovaného parametru.

Tedy: homogennější a vyrovnanější soubory mají i při malé odchylce průměru od kontrolní varianty vyšší pravděpodobnost statistické průkaznosti, než při vysoké variabilitě.

Normalita dat

Pokud mají data parametry normálního výskytu (normalita dat), mají alespoň částečně podobu Gausovy křivky

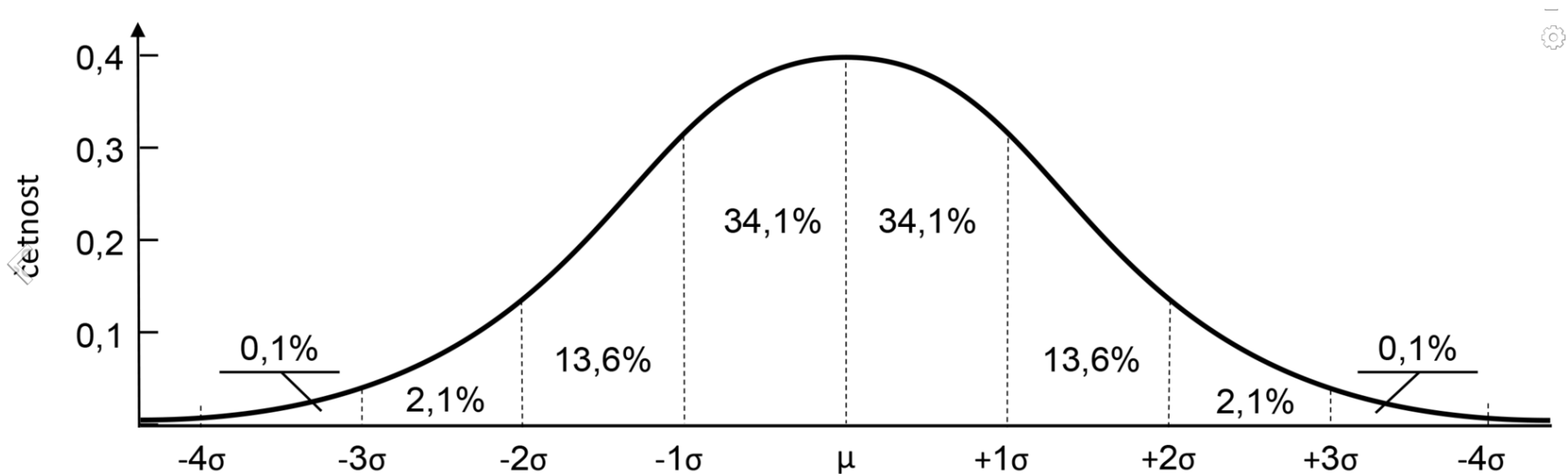
Hlavní znaky normálního rozdělení

1. Symetrie kolem průměru

Průměr, medián i modus jsou stejné nebo velmi podobné.

2. Zvonovitý tvar křivky

Nejvíce hodnot je blízko průměru, extrémní hodnoty jsou vzácné.



Normalita dat

Normální rozdělení plně charakterizují dvě konstanty: **střední hodnota** μ a **rozptyl** σ^2 .

μ = střední hodnota (průměr) celé populace

• s^2 = **rozptyl** (výběrový rozptyl)

• s = **směrodatná odchylka**

Pravidlo pro normální rozdělení dat 68–95–99,7 %

1. 68 % dat leží v intervalu ± 1 směrodatná odchylka
2. 95 % dat v intervalu ± 2 směrodatné odchylky
3. 99,7 % dat v intervalu ± 3 směrodatné odchylky

Rozptyl říká, jak moc jsou hodnoty rozptýlené kolem průměru.

Pokud jsou všechny hodnoty blízko průměru \rightarrow rozptyl je malý.

Pokud jsou hodně vzdálené \rightarrow rozptyl je velký.

Výpočet (u výběru):

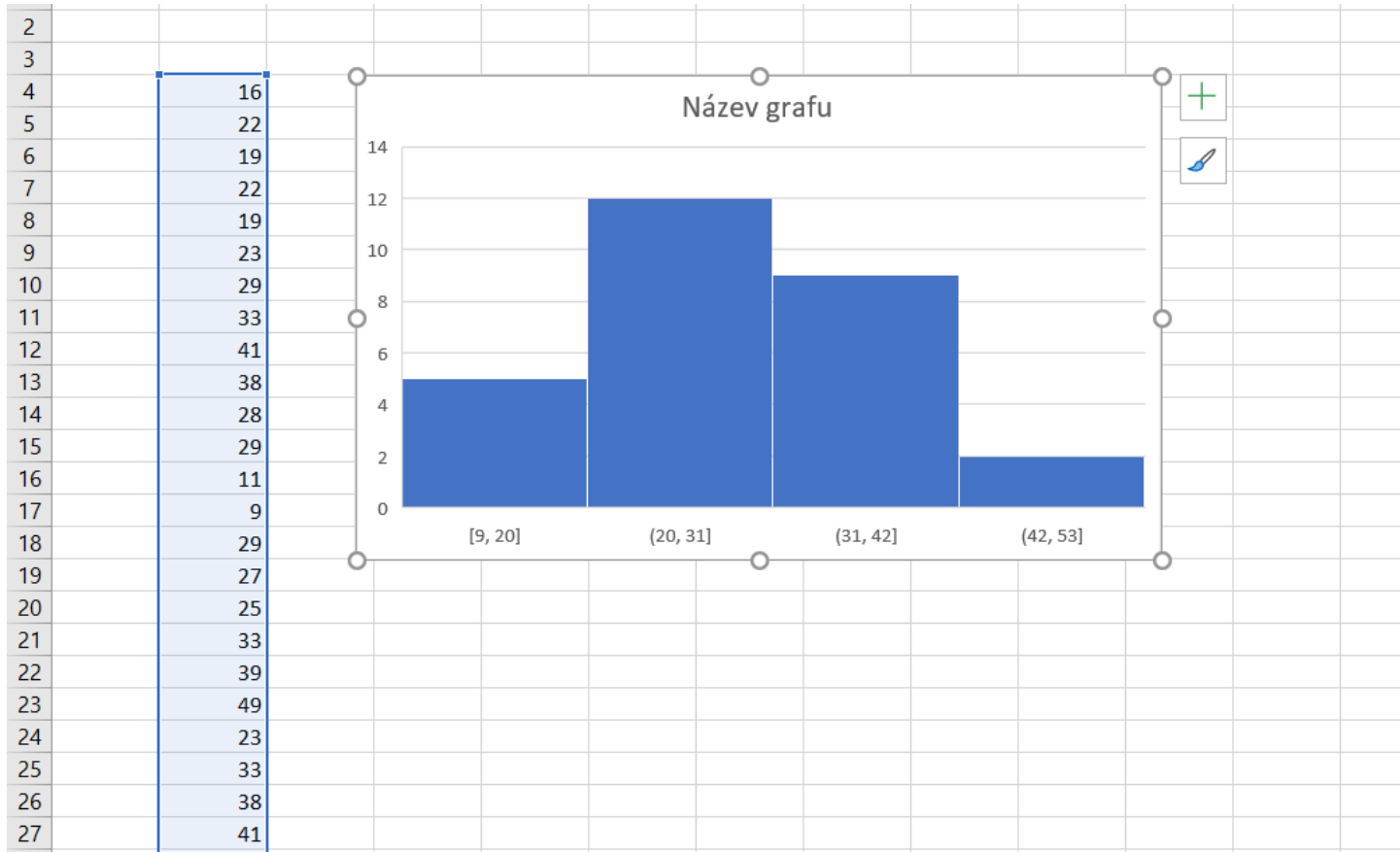
$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Rozdělení dat – normalita

Nejjednodušší způsob – **histogram**

EXCEL

- Zvolíme oblast hodnot
- „Vložení“ – „vložit statistický graf“ – zvolíme volbu „histogram“
- Volba „formát osy“



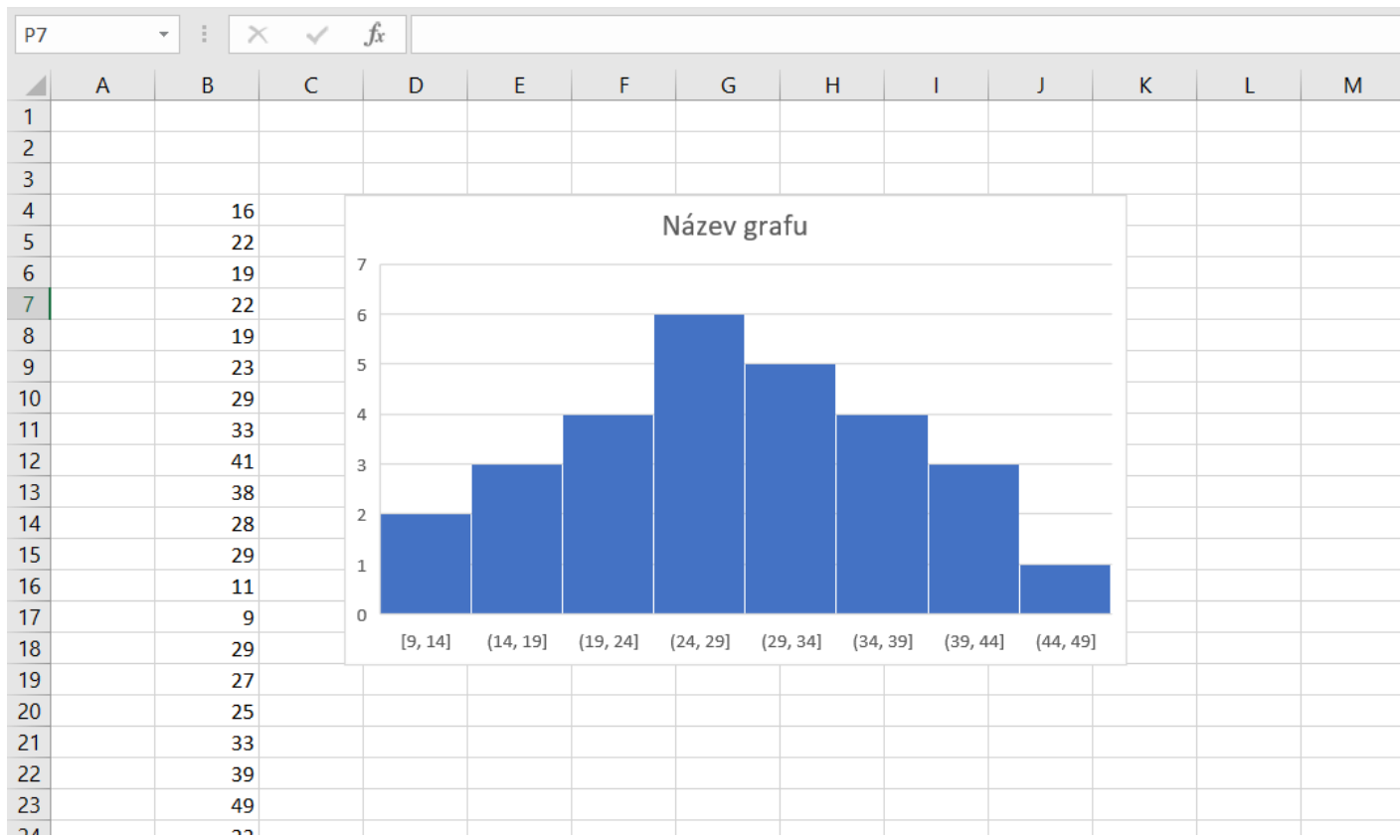
Rozdělení dat – normalita

Nejjednodušší způsob – **histogram**

EXCEL

- Volba „formát osy“
- Šířka osy – Automatická, nebo „šířka přihrádky“ a definice intervalu šířky hodnot

Příklad: zde je zvolena šířka osy 5



Grafické znázornění četnosti:

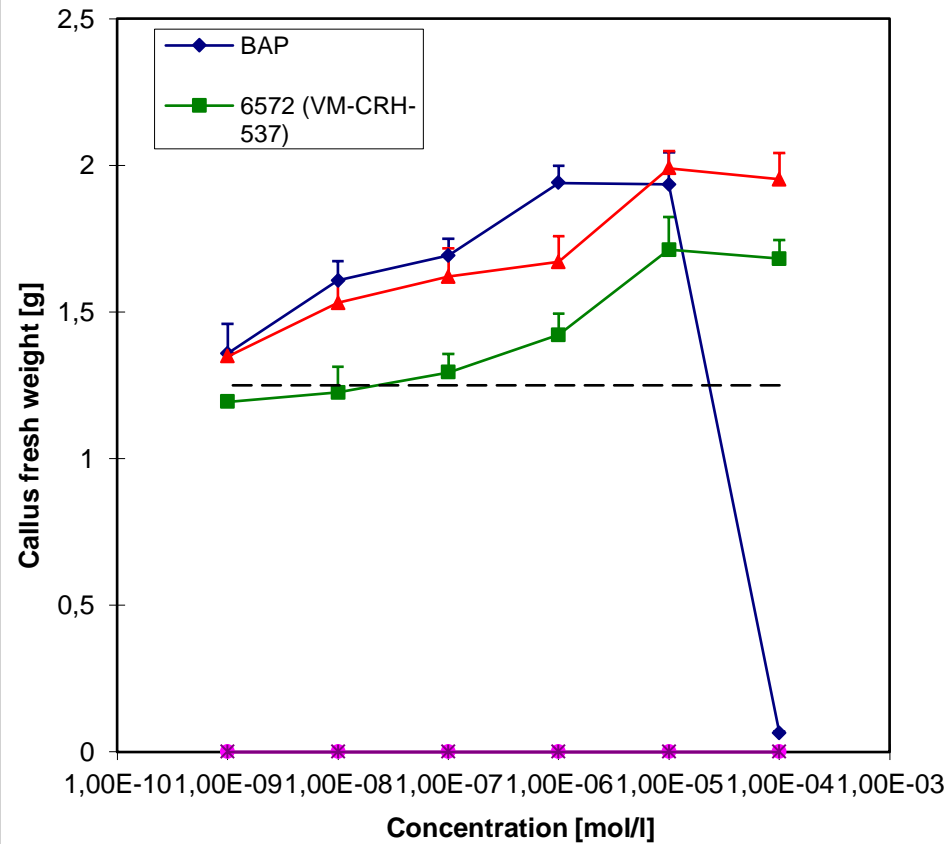
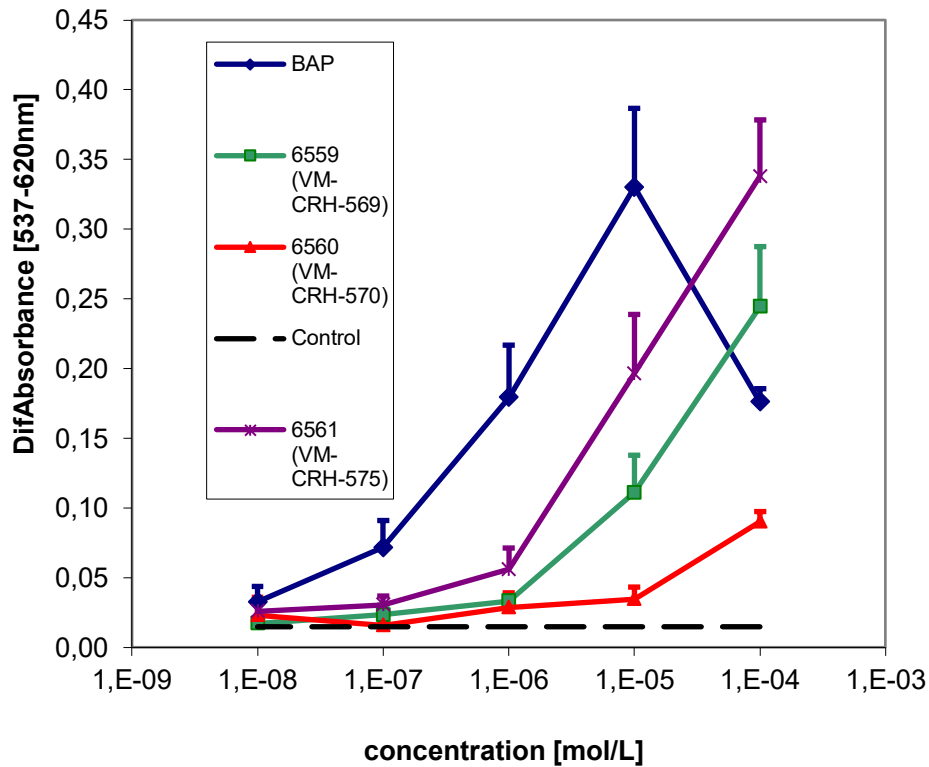
Histogram – sloupkový graf, vhodný pro intervalové znázornění četnosti znaku jednoho souboru. Šířka sloupců vyjadřuje délku intervalu, jejich výška vyjadřuje četnost jednotlivých intervalů

Polygon (polygonické rozdělení) – spojnicový graf, který vznikne spojením bodů vynesných nad středy intervalů ve výšce intervalových četností.

Tab. 2.3

Poř. číslo int.	Vymezení intervalu	Střed intervalu x_i	Intervalová četnost		Kumulativní četnost			
			absolutní n_i	relativní p_i	vzestupná		sestupná	
					abs.	relat.	abs.	relat.
1	125,1 – 155	140	2	2,50	2	2,50	80	100,00
2	155,1 – 185	170	8	10,00	10	12,50	78	97,50
3	185,1 – 215	200	10	12,50	20	25,00	70	87,50
4	215,1 – 245	230	22	27,50	42	52,50	60	75,00
5	245,1 – 275	260	27	33,75	69	86,25	38	47,50
6	275,1 – 305	290	8	10,00	77	96,25	11	13,75
7	305,1 – 335	320	3	3,75	80	100,00	3	3,75
Σ	×	×	80	100,00	×	×	×	×

Polygonické vyjádření

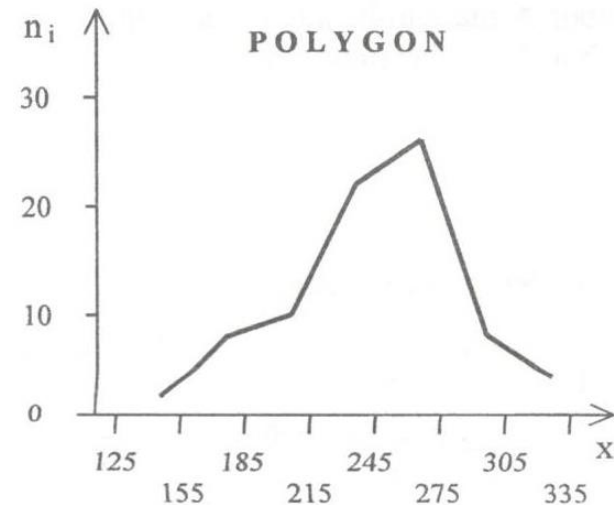
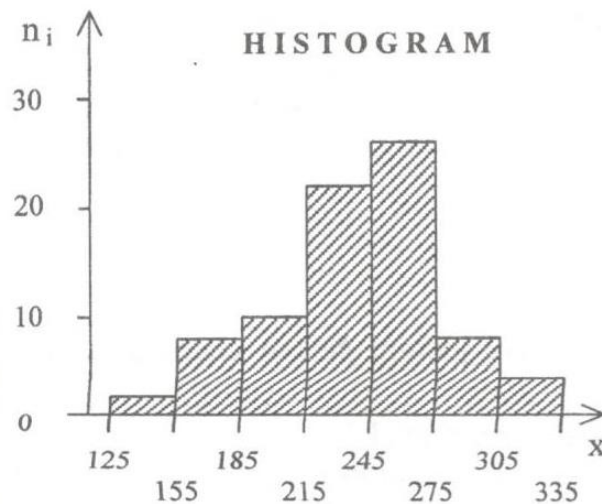


Grafické znázornění četnosti:

Histogram – sloupkový graf, vhodný pro intervalové znázornění četnosti znaku jednoho souboru. Šířka sloupců vyjadřuje délku intervalu, jejich výška vyjadřuje četnost jednotlivých intervalů

Polygon (polygonické rozdělení) – spojnicový graf, který vznikne spojením bodů vynesných nad středy intervalů ve výšce intervalových četností.

◆ Grafické znázornění intervalového rozdělení četností:



Descriptive Statistics ▾

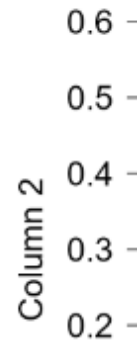
Descriptive Statistics ▾

	Column 2			
	1	2	3	4
Valid	6	6	6	6
Missing	0	0	0	0
Median	0.407	0.009	0.003	0.006
Mean	0.399	0.010	0.004	0.017
Std. Deviation	0.104	0.005	0.002	0.020
Shapiro-Wilk	0.970	0.964	0.979	0.771
P-value of Shapiro-Wilk	.893	.853	.948	.032
Minimum	0.230	0.003	6.000×10^{-4}	0.002
Maximum	0.522	0.018	0.008	0.047



Boxplots

Column 2



p-hodnota

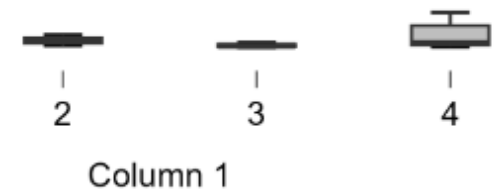
Interpretace

$p > 0,05$

data jsou kompatibilní s normálním rozdělením

$p < 0,05$

data nejsou normálně rozdělená



Míry variance:

- Variační rozpětí R
- Průměrná absolutní odchylka d
- Průměrná relativní odchylka d'
- Rozptyl (variance) s_x^2
- Směrodatná odchylka s_x
- Variační koeficient v_x

Statistické základy hodnocení pokusů:

Rozptyl - variance (d nebo s^2): vyjadřuje míru proměnlivosti naměřených hodnot.

Je průměrná čtvercová odchylka od aritmetického průměru – je to nejdůležitější míra variance

$$s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

prostá forma výpočtu

SS – suma čtverců (Sum of Squares)

df – počet stupňů volnosti

$$s^2 = \frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{n - 1} = \frac{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}}{n - 1} = \frac{SS}{df} = MS,$$

Směrodatná odchylka (σ nebo s): druhá odmocnina rozptylu – podobně jako rozptyl vyjadřuje rozptyl hodnot s ohledem na průměr

- Je absolutní mírou variance a není vhodná pro srovnání variability
- Pro srovnání míry variability souboru je vhodnější **variační koeficient „v“**

Variance (výběrový rozptyl) (VAR)- je bodovým odhadem populačního rozptylu. Popisuje variabilitu dat, s růstem počtu opakování (n) se nijak zásadně nemění.

V praxi – čím větší ve s a s^2 – tím nižší bude průkaznost a větší chyba ve statistickém souboru sledovaných jedinců (rostlin)

$$VAR = s^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}$$

Variační koeficient (Coefficient of Variation) je relativní míra variability (vyjádřena %)

- Podíl směrodatné odchylky a aritmetického průměru

$$CV = \frac{SD}{\bar{y}}$$

Variační rozpětí

- Rozdíl mezi největší a nejmenší hodnotou ve sledovaném souboru

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

Průměrná absolutní odchylka

- Je aritmetickým průměrem absolutních odchylek všech hodnot od některé střední hodnoty – obvykle od aritmetického průměru
- Odchylky se uvádí v absolutních hodnotách

$$\bar{d}_x = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n |d_i|}{n}$$

Absolutní odchylka:

- Podíl průměrné absolutní odchylky od aritmetického průměru * 100

Střední hodnoty:

- Jsou hodnoty jednorozměrné charakteristiky, které jedním číslem charakterizují absolutní úroveň zkoumaného číselného znaku.
- Průměr může být „fiktivní hodnota“, která se nemusí ve sledovaném souboru vůbec vyskytovat. Nejčastěji se využívá – **aritmetický průměr, modus a medián**

Střední hodnoty:

- Průměry
 - Aritmetický
 - Kvadratický
 - Harmonický
 - geometrický
- Ostatní střední hodnoty
 - Medián
 - Modus

Aritmetický průměr:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Výpočet:

$$\text{průměr} = \frac{\text{suma všech hodnot}}{\text{počet hodnot}}$$

Vlastnosti:

- Bere v úvahu každou hodnotu
- Je citlivý na extrémní hodnoty (outliery)
- Nejlépe funguje u symetrických (např. normálních) rozdělení

Příklad:

Data: 2, 3, 4, 5, 100

Průměr = 22,8

*Nevýhoda – jakákoliv extrémní hodnota zásadně změní hodnotu X
„Když sním celé kuře a 3 hladoví nedostanou nic, podle aritmetického průměru jsme se všichni najedli a měly ¼ kuřete“*

Medián:

Je prostřední hodnota uspořádané řady hodnot a dělí soubor na dvě stejné poloviny co do počtu členů v obou polovinách
Tedy: 50 % hodnot je větších a 50 % menších

Medián je **prostřední hodnota seřazených dat.**

- Rozděluje data na **dvě stejné poloviny.**
- Polovina hodnot je **menší než medián**, polovina je **větší než medián.**

Jak se počítá:

1. Seřadíš data vzestupně.
2. Pokud je **lichý počet hodnot**, medián = **prostřední hodnota.**
3. Pokud je **sudý počet hodnot**, medián = **průměr dvou prostředních hodnot.**

Příklad:

Data: 2, 3, 5, 8, 10

- Pořadí: 2, 3, 5, 8, 10
- **Prostřední hodnota = 5 → medián**

Data: 2, 3, 5, 8

Modus:

Je nejčastější hodnota kvantitativního znaku zkoumaného souboru, je to tedy hodnota, která se v souboru vyskytuje nejčastěji

Modus je hodnota, která se v datech vyskytuje nejčastěji.

- Může být:
 - 1 (unimodální) – jeden nejčastější
 - 2 (bimodální) – dvě nejčastější
 - více – multimodální

Příklad:

Data: 2, 3, 3, 5, 8

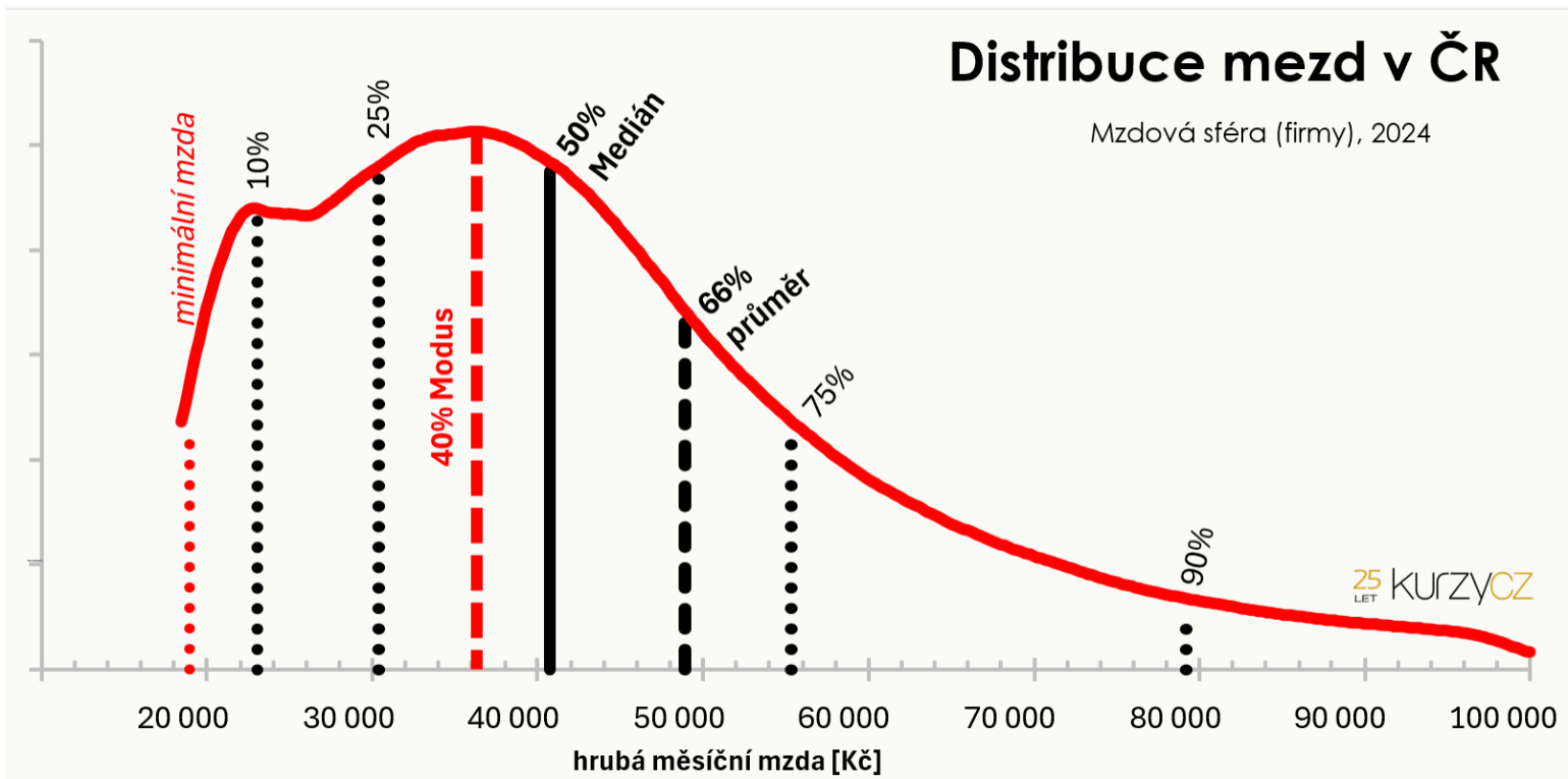
- Hodnota, která se opakuje nejčastěji = 3 → modus

Data: 1, 2, 2, 3, 3, 4

- Nejčastější hodnoty = 2 a 3 → bimodální

Modus je užitečný zejména u **kategorických dat** (např. barva očí, volby, typ produktu).

Ukazatel	Co říká	Použití
Průměr (\bar{x}/μ)	Aritmetický průměr	Když data nemají extrémny
Medián	Prostřední hodnota	Když jsou data zkreslena extrémny
Modus	Nejčastější hodnota	Hlavně u kategorií nebo frekventovaných hodnot

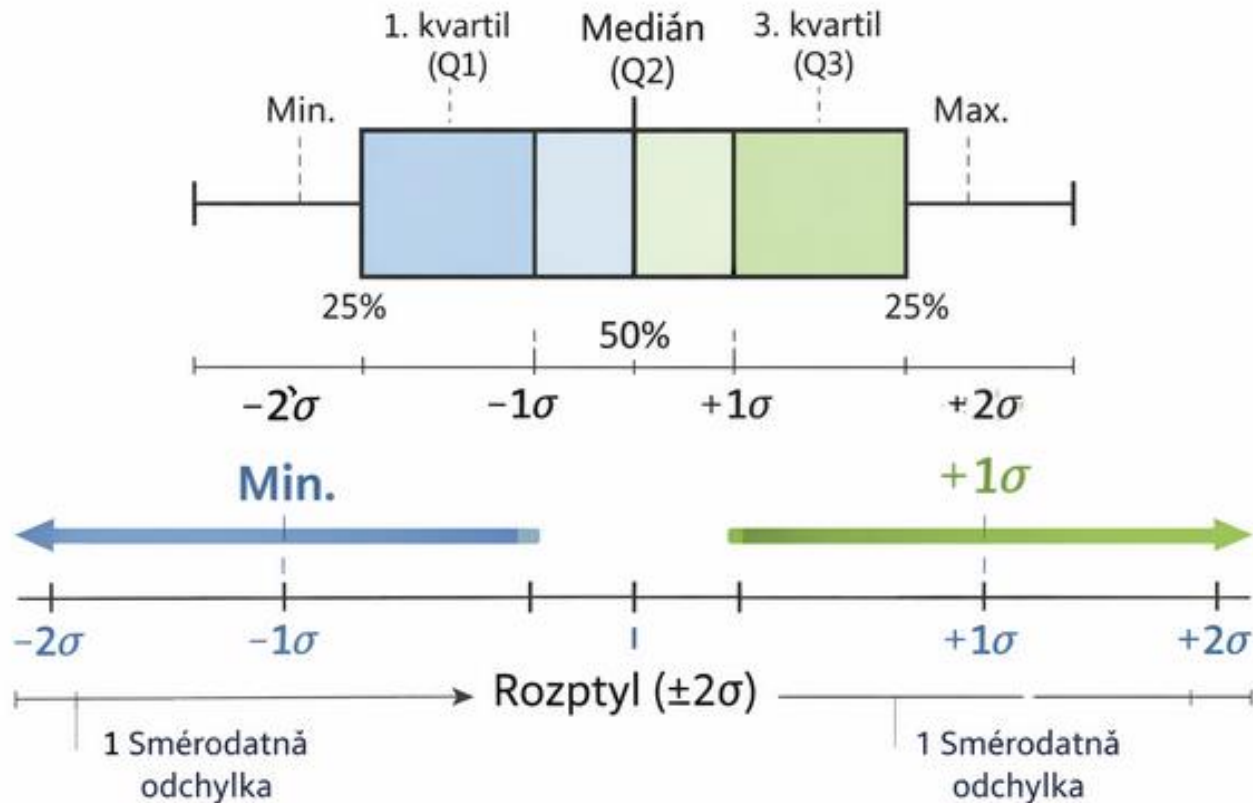


Rozpětí (range)

Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší naměřenou hodnotou.

Kvantily, kvartily

Čtvrtina dat leží pod spodním kvartilem, čtvrtina dat nad horním kvartilem.



Test	Málo početná data (n < 30)	Hodně početná data (n > 30)	Normální rozdělení dat	Nenormální rozdělení dat	Typické použití
<u>Student's t-test</u>	✓ vhodný (pokud je normalita)	✓ vhodný	✓ ano	✗ spíše nevhodný	porovnání 2 skupin
<u>Analysis of Variance</u>	✓ možné (pokud je normalita)	✓ velmi vhodné	✓ ano	✗ spíše nevhodné	porovnání 3 a více skupin
<u>Kruskal-Wallis test</u>	✓ velmi vhodný	✓ vhodný	✓ lze použít	✓ hlavní použití	porovnání 3 a více skupin při nenormálních datech

Pravidlo (praktická interpretace)

Normální rozdělení dat → parametrické testy

- 2 skupiny → Studentův t-test
- 3+ skupin → ANOVA

Nenormální rozdělení dat → neparametrické testy

- 3+ skupin → Kruskal-Wallis

Srovnání statistických testů

Test	Princip	Kdy se používá	Výhody	Nevýhody
<u>Studentův t-test</u>	Porovnává průměr dvou skupin	pouze 2 varianty (např. kontrola vs. ošetření)	jednoduchý, velmi silný test	nelze použít pro více variant
<u>analýza variance</u>	Porovnává průměry více skupin najednou	běžné polní pokusy (3+ variant)	standard v agronomii, vysoká statistická síla	vyžaduje normální rozdělení a podobný rozptyl
<u>Kruskal-Wallisův test</u>	Porovnává mediány pomocí pořadí dat	když data nejsou normální	nevyžaduje normální rozdělení	menší statistická síla než ANOVA

T-test (nepárový T-Test)

Používá se, když jsou **pouze dvě varianty**.

Příklad

- kontrola (bez hnojení)
- varianta s hnojením

Test zjišťuje, zda se **průměr výnosu liší**.

Výhoda

Velmi jednoduchý a přesný test.

Data nemusí mít normální rozdělení

T-Test v MS Excel:

Vrátí pravděpodobnost spojenou se Studentovým t-testem. Funkce T-TEST se používá k testování rozdílnosti nebo shodnosti středních hodnot dvou výběrů nebo jednoho výběru testovaného dvakrát.

T.TEST(matice1,matice2,chwosty,typ)

Syntaxe funkce T.TEST má následující argumenty:

- **Matice1:** Povinný argument. Jedná se o první množinu dat.
- **Matice2:** Povinný argument. Jedná se o druhou množinu dat.
- **Chvosty:** Povinný argument. Určuje, zda se jedná o jednostranné či dvoustranné rozdělení. Pokud chwosty = 1, použije funkce T.TEST jednostranné rozložení. Pokud chwosty = 2, použije funkce T.TEST dvojstranné rozložení.
- **Typ:** Povinný argument. Jedná se o typ t-testu, který má být proveden.

Parametry

Hodnota argumentu test	Provedený test
1	Párováný
2	Dvojvýběrový s rovností rozptylů
3	Dvojvýběrový s nerovností rozptylů

T-Test - test průkaznosti rozdílů dvou průměrů

Na testování průměrů dvou na sobě nezávislých souborů (většinou vždy kontrola + pokusná varianta – 1 faktorová analýza)

Soubory nemusí mít stejný počet pozorování

Často se v polním pokusnictví porovnává:

- výkonnost 2 odrůd

- různé chemické ošetření /pesticidy/

- různé úrovně hnojení....

Je nutné mít buď:

- randomizované uspořádání opakování (jedinců)

- náhodný výběr jedinců (pokud není udělána randomizace)

Příklad: Výnos jarního ječmene z maloparcelních pokusů (t/ha)

	opakování								
Varianta	1	2	3	4	5	6	průměr	% na K	T-Test
Kontrola	5,12	5,33	5,47	4,94	5,25	5,44	5,258333		
ošetřená varianta	5,37	5,74	5,29	5,44	5,55	5,62	5,501667	104,6276	0,046009

	opakování								
Varianta	1	2	3	4	5	6	průměr	% na K	T-Test
Kontrola	5,12	5,33	5,47	4,94	5,25		5,222		
ošetřená varianta	5,37	5,74	5,29	5,44	5,55		5,478	104,9023	0,064758

	opakování								
Varianta	1	2	3	4	5	6	průměr	% na K	T-Test
Kontrola	5,12	5,33	5,47	4,94			5,215		
ošetřená varianta	5,37	5,74	5,29	5,44			5,46	104,698	0,159039

	opakování								
Varianta	1	2	3	4	5	6	průměr	% na K	T-Test
Kontrola	5,12	5,33	5,47				5,306667		
ošetřená varianta	5,37	5,74	5,29				5,466667	103,0151	0,404702

ANOVA

Nejpoužívanější metoda v agronomii.

Testuje hypotézu: všechny varianty mají stejný průměr.

Pokud ANOVA zjistí rozdíl, používají se **post-hoc testy**, např.: **LSD test**

Příklad použití

Pokus s hnojením:

- kontrola
- dusík
- fosfor
- kombinace NPK

ANOVA zjistí, zda se alespoň jedna varianta liší.

Výhoda

- umožňuje analyzovat více variant
- velmi silný statistický nástroj

Nevýhoda

- vyžaduje přibližně **normální rozdělení dat**
- citlivá na extrémní hodnoty.

Analýza rozptylu (ANNOVA)

Příklad:

Interpretace:

- $F \approx 1 \rightarrow$ rozdíly mezi variantami jsou malé
- $F \gg 1 \rightarrow$ rozdíly mezi variantami jsou velké

p-hodnota

Interpretace

$p > 0,05$

rozdíly nejsou statisticky významné

$p \leq 0,05$

existuje statisticky významný rozdíl

Výnosy [kg]

Var.	A	B	C	D
1	13	12,9	13,05	12,85
2	13,05	13,6	13,35	13,1
3	13,7	13,7	13,65	13,6
4	13,25	13,1	13,3	13,6
5	13,05	12,8	13,15	13,4
6	13,5	13,2	13,3	13,3
7	13,35	13,6	13,1	13,45

Vlhkost parcel [%]

Var.	A	B	C	D
1	29	29,4	29,9	29,7
2	28,7	28,9	29	29,1
3	29,1	30	30,4	29,3
4	29,2	29,4	29,1	29,4
5	29,7	30,6	29,7	29,9
6	30,3	30,9	30,7	30,5
7	29,2	30,8	30,7	29,9

4.1.2. Výsledky k 1.11.2016

Výpočet ANOVA

	dF	SS	MS	F
A	6	0,892	0,149	4,602
B	3	0,064	0,021	0,656
R	18	0,582	0,032	

Tukey (min.rozdíly)

90%	0,376
95%	0,420
99%	0,520

Srovnání průměrů [kg]

(relace % vůči vybrané variantě č.1)

Var.	Skup.	Prům.	t/ha	Relace %	90%	95%	99%
3	TP	11,17	11,17	105,20	A	A	A
2	TP	10,97	10,97	103,35	AB	AB	AB
4	TP	10,95	10,95	103,13	AB	AB	AB
7	TP	10,86	10,86	102,33	AB	AB	AB
6	TP	10,75	10,75	101,29	B	AB	AB
5	TP	10,67	10,67	100,48	B	B	AB
1	K	10,62	10,62	100,00	B	B	B

Kruskal-Wallisův test Je neparametrická alternativa ANOVY

Používá se, když:

- data nejsou normální
- variabilita je velmi nerovnoměrná

Test nepracuje s hodnotami, ale s **pořadím (rangy)**.

Příklad

Hodnocení choroby:

- 0 = bez příznaků
- 1 = slabé napadení
- 2 = střední
- 3 = silné

Taková data často nejsou normální → Kruskal-Wallis.

Výhoda

funguje i u „problematických“ dat.

Nevýhoda

méně citlivý než ANOVA.

Kruskal – Wallisův test

Testuje, zda existuje **statisticky významný rozdíl mezi třemi nebo více nezávislými skupinami**

- Nevyžaduje normální rozdělení.
- Používá **pořadí dat (rangy)** místo původních hodnot.

Princip:

1. Seřadí všechny hodnoty napříč skupinami podle velikosti (nejmenší = 1, další = 2, ...).
2. Spočítá průměrné pořadí (rangu) pro každou skupinu.
3. Porovná tyto průměrné rangy mezi skupinami.
4. Vypočítá testovou statistiku H , která má přibližně chi-kvadrát rozdělení s $k-1$ stupni volnosti (k = počet skupin).

Edit Data

Descriptives

T-Tests

ANOVA

Mixed Models

Regression

Frequencies

Factor

▶ Model

▶ Assumption Checks

▶ Contrasts

▶ Order Restricted Hypotheses

▶ Post Hoc Tests

▶ Descriptives Plots

▶ Bar Plots

▶ Raincloud Plots

▶ Marginal Means

▶ Simple Main Effects

▼ Nonparametrics

Kruskal-Wallis Test



Column 1

Estimates of effect size

Dunn's post hoc tests

ϵ^2 η^2 Confidence 95 %

ANOVA

ANOVA - Column 2

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Column 1	0.680	3	0.227	81.06	< .001
Residuals	0.056	20	0.003		

Note. Type III Sum of Squares

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test

Factor	Statistic	df	p
Column 1	15.25	3	.002

Praktické doporučení pro pokusy s rostlinami

Situace

Doporučený test

2 varianty

t-test

3 a více variant

ANOVA

data nejsou normální

Kruskal-Wallis

Teorie testování hypotéz – průkaznost testovaných variant oproti kontrolní variantě

V praxi se často vypočtené hladiny významnosti statistických testů prezentují ve formě: n.s. (zkratka not significant)

$$P > 0,05$$

$$P \leq 0,05$$

$$** P < 0,01$$

$$*** P < 0,001$$

Označení výsledku * však může znamenat, že konkrétní vypočtená P mohla být rovna 0,049, ale také 0,011.

Obdobně, n.s. může znamenat výsledek testu $P = 0,051$, ale také $P = 0,95$!

Je vhodnější uvádět konkrétní vypočtenou P namísto hvězdičkové symboliky.

Výsledek testu $P = 0,055$, $n = 8$ jednoznačně napovídá, že při větším počtu opakování by vypočtená hladina významnosti mohla klesnout pod 5%.

Popis a analýza vícerozměrných souborů

Předchozí soubory byly statisticky analyzovány z hlediska jednoho znaku, příp. vícero znaků, které byly zkoumány odděleně

Analýza vícerozměrných souborů = zkoumání souborů z hlediska vzájemné závislosti znaků

- tj. kdy jeden znak je příčinou druhého znaku
- Příklad: počet klasů na 1 m² je v korelaci s výnosem zrna z 1 ha

Podle druhu znaků – členění závislosti:

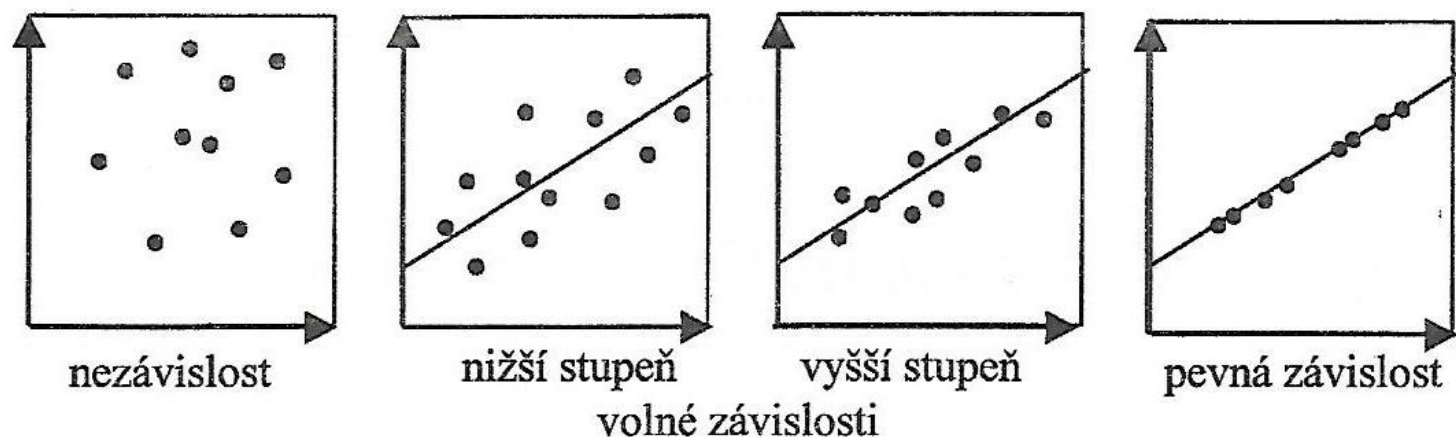
- 1) Korelační závislost: mezi kvantitativními znaky (délka klasu pšenice/ výnos zrna..)
- 2) Asociační závislost: mezi kvalitativními alternativními znaky (postřik stromů/ červivost ovoce)
- 3) Kontingenční závislost: mezi kvalitativními množnými znaky (odrůdy pšenice/ odolnost proti chorobám pat stébel)

Závislost kvantitativních znaků: změna úrovně jednoho znaků (měřitelná změna), povede ke změně jiného měřitelného znaku

Regrese: vystihuje průběh závislosti prostřednictvím odpovídající matematické funkce (regresní funkce)

Korelace: stanovení stupně (těsnosti, intenzity) závislosti

Grafické vyjádření závislosti:



Obr. 3.1: Schematické znázornění stupně (těsnosti) závislosti dvou kvantitativních znaků

Koeficient korelace (r) – je vyjádření těsnosti lineární korelační závislosti měřených znaků.

Závislost /korelace/ - může být jak kladná (+), tak i záporná (-)

Hodnoty:

0 nezávislost

do 0,3 nízká těsnost / závislost

0,3–0,5 mírná těsnost / závislost

0,5-0,7 významná těsnost / závislost

0,7-0,9 velká těsnost / závislost

0,9-0,99 velmi vysoká těsnost / závislost

1 Pevná závislost

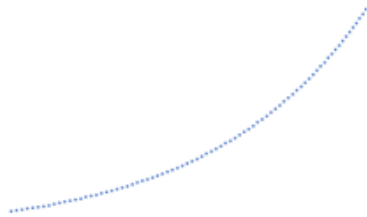
Grafické vyjádření závislosti:

Lineární trend - spojnice trendu je co nejhodnější přímka používaná pro jednoduché lineární množiny dat. Data jsou lineární, pokud se vzorek v datových bodech podobá čáře. Lineární spojnice trendu obvykle zobrazuje, že něco rovnoměrně roste nebo klesá

Logaritmický trend - je nejvhodnější zakřivená spojnice, která je nejužitečnější v případě, že rychlost změny dat rychle roste

Polynomický trend - je zakřivená spojnice, která se používá, když jsou data kolísá

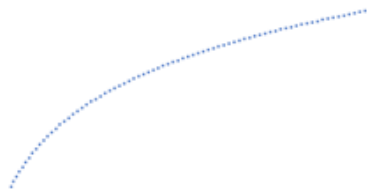
Exponenciální funkce



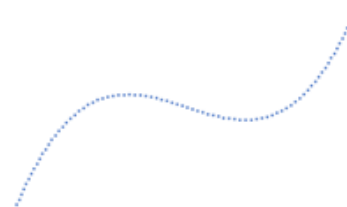
Lineární funkce



Logaritmická funkce



Polynomická funkce



Teorie testování hypotéz – průkaznost testovaných variant oproti kontrolní variantě

$$t = \frac{|\bar{x} - \mu|}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}}$$

Vypočteme testovací kritérium (statistiku) t :

\bar{x} - průměr výběrového souboru

m - střední hodnota základního souboru

s^2 - rozptyl výběrového souboru

n - počet členů výběrového souboru

Pro vyhledání tabulkové kritické hodnoty musíme stanovit počet stupňů volnosti výběrového souboru: $v = n - 1$ a zvolit hladinu významnosti α .

Vypočtenou statistiku t porovnáme s tabulkovou kritickou hodnotou $t_{1-\alpha/2(v)}$, kde $v = n-1$ a α volíme 0,05 nebo 0,01 :

- Je-li $t \leq t_{1-\alpha/2(v)} \Rightarrow$ statisticky **nevýznamný** rozdíl mezi střední hodnotou μ a známou konstantou při zvolené α (nezamítáme nulovou hypotézu H_0 , tzn. výběrový soubor pochází z populace se známou střední hodnotou $\mu = konst.$).

Závěr: pokusný zásah byl neúčinný, protože nebyla ovlivněna střední hodnota souboru při aplikaci zásahu ($p > 0,05$).

Popis a analýza vícerozměrných souborů

Předchozí soubory byly statisticky analyzovány z hlediska jednoho znaku, příp. vícero znaků, které byly zkoumány odděleně

Analýza vícerozměrných souborů = zkoumání souborů z hlediska vzájemné závislosti znaků

- tj. kdy jeden znak je příčinou druhého znaku
- Příklad: počet klasů na 1 m² je v korelaci s výnosem zrna z 1 ha

Podle druhu znaků – členění závislosti:

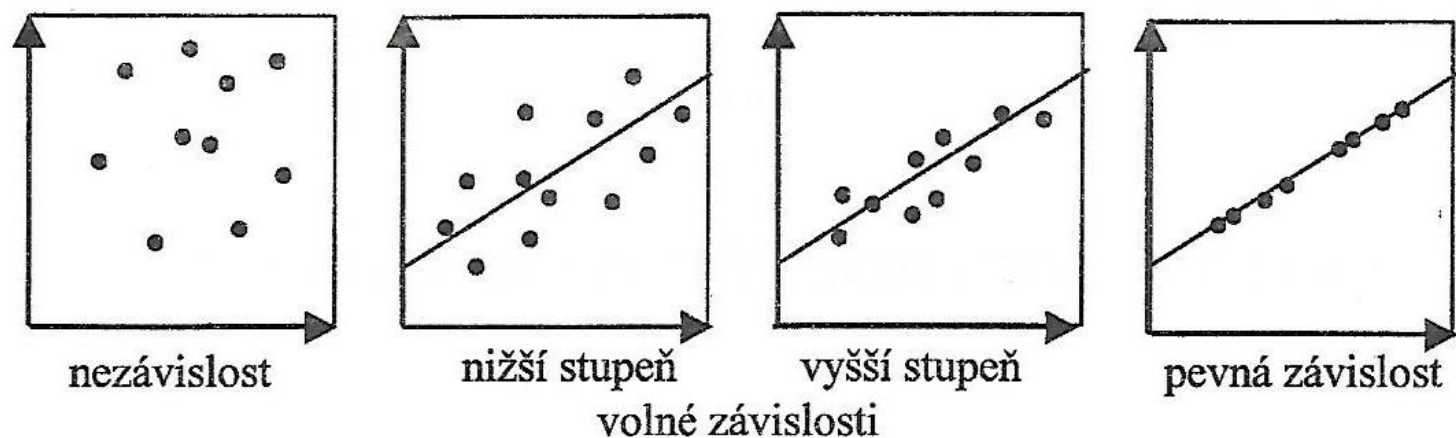
- 1) Korelační závislost: mezi kvantitativními znaky (délka klasu pšenice/ výnos zrna..)
- 2) Asociační závislost: mezi kvalitativními alternativními znaky (postřik stromů/ červivost ovoce)
- 3) Kontingenční závislost: mezi kvalitativními množnými znaky (odrůdy pšenice/ odolnost proti chorobám pat stébel)

Závislost kvantitativních znaků: změna úrovně jednoho znaků (měřitelná změna), povede ke změně jiného měřitelného znaku

Regrese: vystihuje průběh závislosti prostřednictvím odpovídající matematické funkce (regresní funkce)

Korelace: stanovení stupně (těsnosti, intenzity) závislosti

Grafické vyjádření závislosti:



Obr. 3.1: Schematické znázornění stupně (těsnosti) závislosti dvou kvantitativních znaků

Koeficient korelace (r) – je vyjádření těsnosti lineární korelační závislosti měřených znaků.

Závislost /korelace/ - může být jak kladná (+), tak i záporná (-)

Hodnoty:

0 nezávislost

do 0,3 nízká těsnost / závislost

0,3–0,5 mírná těsnost / závislost

0,5-0,7 významná těsnost / závislost

0,7-0,9 velká těsnost / závislost

0,9-0,99 velmi vysoká těsnost / závislost

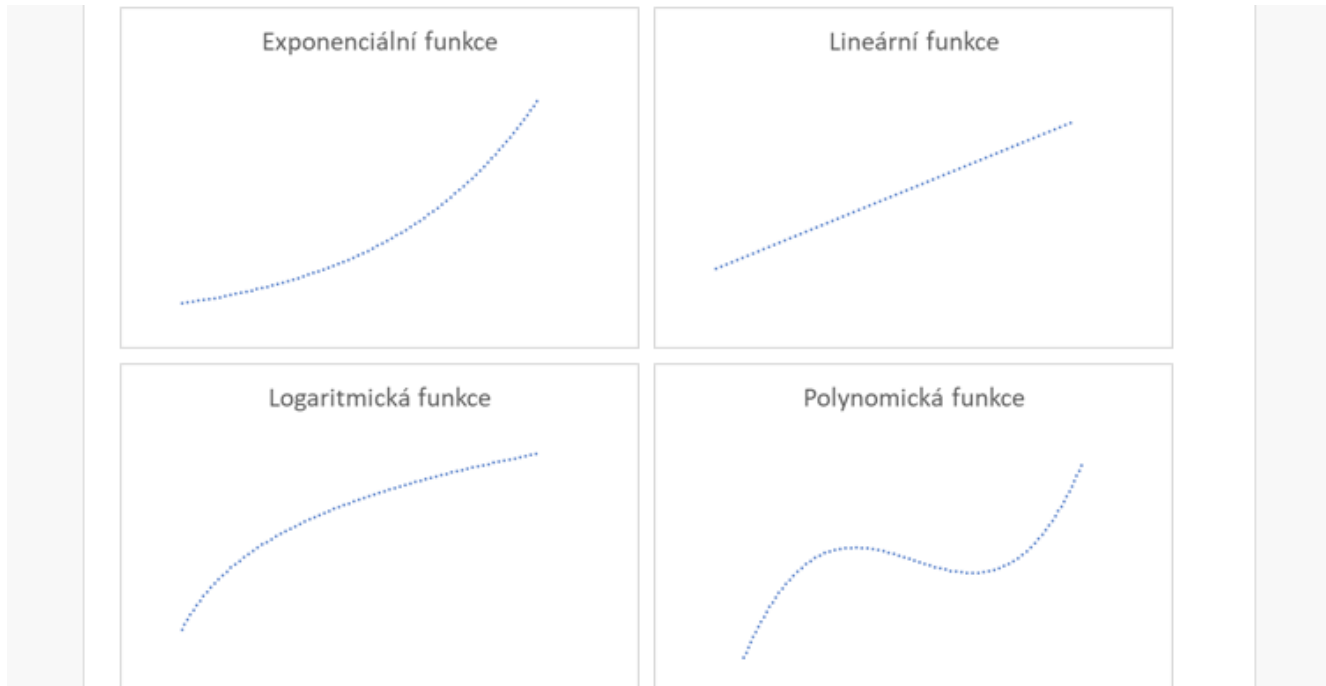
1 Pevná závislost

Grafické vyjádření závislosti:

Lineární trend - spojnice trendu je co nejhodnější přímka používaná pro jednoduché lineární množiny dat. Data jsou lineární, pokud se vzorek v datových bodech podobá čáře. Lineární spojnice trendu obvykle zobrazuje, že něco rovnoměrně roste nebo klesá

Logaritmický trend - je nejvhodnější zakřivená spojnice, která je nejužitečnější v případě, že rychlost změny dat rychle roste

Polynomický trend - je zakřivená spojnice, která se používá, když jsou data kolísá



Agrochemikálie a výživa (hnojení):

1) Základní biotesty (kalusy, části rostlin, buňky..)

- Velké rozdíly mezi kontrolou a sledovanými variantami (až v řádu 100 % nad kontrolu)

2) Nádobové pokusy
(řízené prostředí)

- Výrazné rozdíly mezi kontrolou a sledovanými variantami (10 - 50 % nad kontrolu)

3) Polní experimenty
(maloparcelní)

- Nepatrné rozdíly mezi kontrolou a sledovanými variantami (5 - 15 % nad kontrolu)

4) Poloprovozní pokusy

- Minimální rozdíly mezi kontrolou a sledovanými variantami (0 - 10 % nad kontrolu)

Statistické základy hodnocení pokusů:

Populace (základní soubor): soubor položek (rostlin, parcel), které jsou předmětem zkoumání

Výběr (výběrový soubor): vybraná podmnožina populace – tento soubor může tvořit jedna hodnota, nebo více hodnot

Náhodný výběr z populace: podmnožina jednotek, která byla náhodně vybrána z populace

Průměr: populační (z celé populace), výběrový (z výběrového souboru)

Označení: \bar{x} μ

Medián: (označován Me) je hodnota, jež dělí řadu vzestupně seřazených výsledků na dvě stejně početné poloviny

Modus (označováno ModX) je hodnota, která se v daném statistickém souboru vyskytuje nejčastěji (je to hodnota znaku s největší relativní četností).

Statistické základy hodnocení pokusů:

Pokusná jednotka: objekt, na kterém provádíme měření sledovaných znaků (tedy proměnné jednotky oproti kontrolnímu souboru)

Počet opakování: počet pokusných jednotek v jednotlivé dílčí variantě experimentu

??? Jaký je minimální počet opakování pro statistickou průkaznost testovaného souboru ???

- Neexistuje exaktně dán počet opakování (teoreticky lze použít min. 2 opakování)
- Nádobové experimenty – min. 20 opakování (ideálně 30 opakování)
- Maloparcelní pokusy (min. 3 opakování, standardně 4 opakování, ideálně 5 opakování)

Zpracování dat z polních pokusů:

- 1) Aritmetický průměr (vždy)
- 2) Směrodatná odchylka (v případě nerozhodnosti, jestli jsou data konzistentní na statistickou analýzu – např. malý počet opakování)
- 3) % na kontrolu
 - Na negativní kontrolu (kontrola, která např. není ošetřena)
 - Na pozitivní kontrolu (např. na jiný přípravek, který chceme testovaným přípravkem překonat)
- 4) Studentův T-Test (může být i u nepárových dat a nízkého počtu opakování – např. výnos z parcel)
- 5) ANNOVA
- 6) Kruskal-Wallisův test

Hodnocení základních chorob (a odolnosti rostlin) proti houbovým patogenům

Padlí travní



Braničnatka



Rez travní, plevová



Běloklasost – sněti, fuzariózy



Virová zakrslost pšenice

Příznaky: výrazné zpomalení jejich růstu, zakrslost. Rostliny téměř nevytvářejí klasy. Mohou se vyskytnout i doprovodné příznaky - barevné změny (žloutnutí, ale i červenání listů).

Přežívání, zdroj primární infekce

Virus napadá kromě pšenice i ostatní obilniny a kulturní i plané trávy. Ty jsou také zdrojem infekce pro další vegetační rok. Virus je přenášen křískem polním.

Hospodářský význam:

mohou způsobit výrazné výnosové ztráty až 80 %



Verticiliové vadnutí



- **Původce:** *Verticillium dahliae*
- **Vývojový cyklus:** Zdroj infekce představují černá mikrosclerocia, mycelium houby a konidiospóry ve zbytcích stonků a kořenů. Houba se šíří přes kořeny do celé rostliny a způsobuje suchou hnilobu hlavního stonku a větví.
- **Hostitelské rostliny:** Houba je polyfágní - napadá více rodů rostlin. Mezi kulturní hostitelské rostliny patří např.: brambory, len, řepka, okurky, jahody apod.
- **Ochranná opatření:** Fungicidní ochrana není dosud dostatečně prozkoumaná. Veškerá opatření směřující k ozdravení půdy. Biologická ochrana (Supresivit, Polyversum - dosud není u nás registrován do řepky).

Verticiliové vadnutí



Fomová hniloba



- **Původce:** *Phoma lingam*, pohl.forma.: *Leptosphaeria maculans*
- **Vývojový cyklus:** Rostliny jsou infikovány askosporami, které se vytvářejí na napadených posklizňových zbytcích. Rostliny mohou být infikovány z napadeného osiva. Pro infekci je potřebná dostatečná vlhkost a teplota.
- **Hostitelské rostliny:** houba parazituje na všech brukvovitých plodinách.
- **Ochranná opatření:** Fungicidní ochrana: moření osiva, postřik v době vegetace (podzim, jaro). Osevní postup 4-letý.

Hlízenka obecná (bílá hniloba)



- **Původce:** *Sclerotinia sclerotiorum*
- **Vývojový cyklus:** k infekci dochází ze sklerocií askosporami nebo mycéliem. Životnost sklerocií v půdě je 7 - 10 let. Infekci podporuje teplo a vysoká vlhkost.
- **Hostitelské rostliny:** řepka ozimá, cukrová řepa, obilniny, kmín, brambory, slunečnice, konopí, luskoviny, rajčata ...
- **Ochranná opatření:** Fungicidní ochrana: ošetření v době plného květu. Hustota porostu 40-60 rostlin. Osevní postup 4-6 let.

Černě



- **Původce:** *Alternaria brassicae*, *Alternaria brassicicola*, *Alternaria tenuis*
- **Vývojový cyklus:** houba je přenášena infikovaným osivem, nebo přežívá na posklizňových zbytcích. Teplé a vlhké počasí přispívá k rozvoji choroby. Zvláště napadány jsou poškozené šešule (např. krupobitím). Patří k původcům padání klíčnic rostlin.
- **Hostitelské rostliny:** cukrová řepa, mák, obilí, řepka....
- **Ochranná opatření:** Fungicidní ochrana: moření osiva, postřik.

Cylindrosporium



- **Původce choroby:** *Cylindrosporium concentricum*, pohl.forma: *Pyrenopeziza brassicae*
- **Vývojový cyklus:** Houba přežívá na posklizňových zbytcích. Z nich se šíří konidiosporami pomocí větru a srážek. Možný je přenos i osivem. Pro rozvoj jsou důležité střídavé teploty a vysoká vzdušná vlhkost. Na jaře dochází k tvorbě askospor v apothéciích na posklizňových zbytcích. Rozšiřuje se srážkami a větrem.
- **Ochranná opatření:** Fungicidní ošetření: preventivní na podzim konec září (možné spojit s ošetřením na regulaci růstu).

Nepravé padlí

plíseň zelná

Původce:

Peronospora parasitica



Pravé padlí

Původce:

Erysiphe cruciferarum



Plíseň šedá



- **Původce:** *Botrytis cinerea*, pohl.forma: *Botrytionia fuckeliana*
- **Vývojový cyklus:** Choroba se šíří vzduchem a přežívá na zbytcích rostlin, nebo jako sklerocium ve stoncích. Chladnější vlhké počasí podporuje infekci. Infikované jsou rostliny poškozené mrazem, přihnojením a rostliny oslabené polehnutím.
- **Ochranná opatření:** Fungicidní ochrana - neošetřuje se cíleně proti této chorobě. Hustota porostu 40-60 rostlin na m².

Dřepčici – riziko zejména u vzcházejících rostlin a v raných vývojových stádiích

- Žír listů a totální poškození

Řešení:

- Kontaktní INS
- Systémové INS
- Moření osiva



Poškození listů dřepčiky (foto©Josef Pozděna)



Kohoutek černý:

- Škodlivost v období sloupkování až kvetení
- Škodí larvy svým žírem na listech
- Snížená fotosyntéza a výnos
- Nutná chemická ochrana



Diagnostika výskytu škůdců:

- Vizuální kontrola
- Lepové desky
- Lapače s feromony (zejména lesnictví – kůrovec)
- Žluté misky (polní pokusy) - Mörickeho miska - zjišťování výskytu a přeletů krytonosců, blýskáčků, dvoukřídlých a mšic, lákají některé dvoukřídlé, blanokřídlé, brouky a třásněnky



Statistické zpracování:

- Neupravená zdrojová data
- Průměr, sm_odchylka, var_koeficient
- % srovnaná na průměr
- Grafické znázornění četnosti a průměrů, histogram
- Rozptyl hodnot
- Korelační koeficienty a závislosti mezi sledovanými znaky
- Párový T-test a slovní komentář k výsledkům
- Slovní hodnocení a účinnost jednotlivých foliárních aplikací

Přípravky na ochranu rostlin:

<https://www.agromanual.cz/>

Při použití pesticidů je vždy potřeba sledovat:

- Rozsah použití (pro jako plodinu, proti jakému cílovému organismu – plevelle, škůdci, choroby..)
- Dávkování (většinou je jednotná dávka na 1 ha, nebo od-do)
- Mísitelnost (s dalšími přípravky, hnojivy)
- Ochranná lhůta (kolik dnů se nesmí od aplikace konzumovat/krmit ošetřeným porostem)
- Podmínky aplikace (vývojová fáze BBCH, vosková vrstva...)
- Spektrum účinnosti (zejména u herbicidů – rozdílná citlivost u plevelů)
- Toxicita pro necílové organismy (zejména včely u insekticidů)
- Toxicita pro člověka, vodní organismy

Příbalový leták – je u každého přípravku

Bezpečnostní list - zásady bezpečného použití, první pomoc, R a S věty ohledně toxicity, zdravotní škodlivosti...

Zásady polního pokusnictví

- Znalost pěstební technologie
 - Nároky na stanoviště
 - Nároky na setí (hustota, hloubka, termín, příprava půdy)
 - Herbicidy
 - Fungicidy
 - Insekticidy
 - Moluskocidy
 - Rodenticidy
 - Nároky na výživu (N, P, K, Ca, mikroprvky)
 - Základní a intenzivní agrotechnika
- Znalosti postupů a statistického zpracování dat
 - Pozorování za vegetace
 - Minimální počet opakování (jedinců, parcel)
 - Randomizace pokusu
 - Použitá statistická metoda

Stanovení pokusného cíle:

- Pokusný objekt (druh rostliny, odrůda)
- Studované faktory (odrůdy, hnojení, postřiky)
- Studované znaky (výnos, kvalita, odnože, odolnost)
- Požadovaný rozsah platnosti (místní, regionální, nadregionální)
- Konstantní rámcové podmínka (předplodina, ošetření osiva, doba sklizně..)

Další požadavky:

- Vyrovnanost pozemku
- Velikost pokusných bloků (v případě vysokého počtu variant – rozdělit pokus do více bloků, použít více kontrol)
- Velikost pokusné plochy (min. 10 m²)
- Minimální počet opakování (min. 3-4, optimum 6) – čím více lokalit, tím méně opakování a naopak
- Eliminace okrajových efektů – okrajové parcely „nuláky“
- Pečlivé a přehledné značení parcel

Založení pokusu a jeho vyhodnocení:

Zadání pokusných variant

Příprava pozemku

Příprava osiva

Hodnocení za vegetace

Ošetřování pokusu

Sklizeň a sběr biometrických dat

Statistické vyhodnocení získaných dat

Metodiky jednotlivých pokusů:

Zdroje dat:

www.ukzuz.cz

www.eagri.cz

www.agromanual.cz

- **Pšenice**
- **Ječmen**
- **Kukuřice**
- **Řepka**

Statistické zpracování:

- Neupravená zdrojová data
- Průměr, sm_ odchylka, var_koeficient
- Histogram s četností (vč. vyhodnocení normality dat)
- % srovnaná na průměr
- Grafické znázornění četnosti a průměrů, histogram
- Rozptyl hodnot
- Korelační koeficienty a závislosti mezi sledovanými znaky
- Párový T-test a slovní komentář k výsledkům
- ANNOVA, Kruskal-Wallis
- Slovní hodnocení a účinnost jednotlivých foliárních aplikací