



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM

VÝSKUMNÝ ÚSTAV
AGROEKOLÓGIE

MARTIN DANILOVIČ
JÁN HECL

**VPLYV PÔDNYCH A RASTLINNÝCH
KONDIČIONÉROV V INTERAKCII
S DIFERENCOVANOU AGROTECHNIKOU
NA KVANTITATÍVNE A KVALITATÍVNE
PARAMETRE ÚRODY**



2022

MARTIN DANILOVIČ

JÁN HECL

**VPLYV PÔDNYCH A RASTLINNÝCH KONDICIONÉROV
V INTERAKCII S DIFERENCOVANOU AGROTECHNIKOU
NA KVANTITATÍVNE A KVALITATÍVNE PARAMETRE ÚRODY**

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum
VÚRV – Ústav agroekológie
Michalovce, 2022

Názov: Vplyv pôdnych a rastlinných kondicionérov v interakcii s diferencovanou agrotechnikou na kvantitatívne a kvalitatívne parametre úrody

Autori: Ing. Martin Danilovič, PhD.
RNDr. Ján Hecl, PhD.

Recenzent: Ing. Božena Šoltysová, PhD.

ISBN 978-80-89162-76-5
EAN 9788089162765

Pod'akovanie

Výsledky prezentované v tejto práci vznikli v rámci riešenia projektu **„Produkčné a konkurencieschopné agroekosystémy zohľadňujúce produkciu zelenej energie“**, ktorý bol podporovaný Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky.

OBSAH

1. ÚVOD	6
2. PÔDNE A RASTLINNÉ POMOCNÉ LÁTKY (kondicionéry), význam a uplatnenie.....	7
3. MATERIÁL A METÓDY	17
3.1 Charakteristika pokusnej lokality	17
3.2 Charakteristika pôdných pomerov	18
3.3 Spôsob založenia pokusov	19
3.4 Sledované parametre.....	24
3.5 Testovanie experimentálnych výsledkov matematicko-štatistickými metódami	24
4. VÝSLEDKY POKUSOV s kondicionérmi a ich analýza	25
4.1 Hmotnosť tisícich zrn	33
4.2 Obsah dusíkatých látok v zrne	38
4.3 Podiel zrna nad sitom 2,5 mm	42
4.4 Monitoring fenologických fáz	46
4.5 Monitoring úrodovných prvkov	46
5. ZÁVERY	48
POUŽITÁ LITERATÚRA:	50

1. ÚVOD

Zhoršujúca sa situácia v rastlinnej výrobe na Slovensku, kde vplyvom rôznych skutočností začala rapídne klesať kvalita poľnohospodárskej pôdy, postupne prinútila odborníkov aj laikov hľadať a navrhovať nové možnosti riešenia nepriaznivých vplyvov a dopadov na kvalitu pôdy, ako jeden z rozhodujúcich faktorov úrody plodín. Úbytok pôdnej organickej hmoty je najvýznamnejším procesom degradácie pôdy v podmienkach Slovenska. V ohrození je až 59 % výmery pôdy. Degradácia pôdy má spravidla postupný a kumulatívny charakter a dlhodobo resp. trvalo ovplyvňuje zabezpečovanie tak produkčnej, ako aj ostatných ekologických funkcií pôdy. Degradácia pôdy predstavuje významný faktor, ktorý z dlhodobého hľadiska ovplyvňuje eko-sociálny rozvoj krajiny. Uvedená skutočnosť je stále viac predmetom záujmu tak na národnej, ako aj nadnárodnej úrovni. Regenerácia pôdneho prostredia, resp. hľadanie dostupných alternatív regenerácie pôdneho prostredia predstavuje spôsob zvrátenia dlhodobého negatívneho vývoja poľnohospodárskych sústav Slovenska, na ktorý poukazujú systémové analýzy. Pre dnešné hospodárenie je príznačná negatívna bilancia vstupov, za vyčerpávania menších rezerv vytvorených v minulosti. Zachovanie negatívnych trendov vo výžive rastlín i časového vývoja parametrov transformácie uhlíkatej hmoty sa ako príčiny poklesu úrod plodín môžu prejavovať ešte výraznejšie. V posledných desaťročiach sa vynaložilo značné úsilie na navrhnutie a aplikácie technológií, ktoré pomáhajú bojovať proti vznikajúcim problémom výroby potravín. Jednou z možností je aj použitie pomocných látok, ktoré vytvárajú priaznivé podmienky pre biologický život v pôde. Ide o látky, ktoré sú svojím pôvodom a tvarom schopné udržiavať pôdu vzdušnejšou a kyprejšou a tiež ju obohacovať o niektoré živiny. Taktiež regulujú vodný režim rastlín, pretože zabezpečujú efektívnejšie hospodárenie s vodou. Pôsobia proti acidifikácii (prekysleniu) pôdy a zlepšujú pôdnu štruktúru, čo sa prejavuje v jej prevzdušnení a následne vo zvýšení pôdnej úrodnosti.

Snahou autorov je v predloženej publikácii poskytnúť poznatky o pomocných látkach použitých v experimente a ich vplyve na úrody jarného jačmeňa a vybrané kvalitatívne ukazovatele.

2. PÔDNE A RASTLINNÉ POMOCNÉ LÁTKY (kondicionéry), význam a uplatnenie

Pôda je nenahraditeľným a neobnoviteľným zdrojom, na ktorý je ľudstvo rozhodujúcim spôsobom odkázané z pohľadu pestovania kultúrnych rastlín a produkcie potravín rastlinného i živočíšneho pôvodu. Pritom sa vyznačuje určitými špecifickými (fyzikálnymi, biologickými, chemickými, fyzikálno-chemickými a inými) vlastnosťami. Jej pedologicko-agrochemické vlastnosti významnou mierou ovplyvňujú rast a vývoj rastlín najmä v aridných podmienkach, resp. pri deficite zrážok, ktorý je v posledných rokoch stále častejší. Jej úrodnosť je vo všeobecnosti ovplyvnená množstvom živín, pôdnym vzduchom, množstvom organických látok v pôde a mikroorganizmami. Východoslovenská nížina (VSN) s výmerou okolo 200 tisíc hektárov poľnohospodárskej pôdy predstavuje významné územie z pohľadu potravinovej sebestačnosti Slovenska. Tak ako aj inde vo svete sú aj tu farmári pod značným tlakom, aby zabezpečili stále vyššie výnosy v dostupnej cene a vyhovujúcej kvalite. Preto využívanie rôznych technológií a prípravkov sa v posledných desaťročiach udomácnilo aj na pôdach, ktoré sa vyznačujú menej priaznivými vlastnosťami. Deje sa tak aj na pôdach VSN – jedinečného krajinného priestoru so špecifickými klimatickými a pôdno-ekologickými podmienkami. Pôdy s vysokým obsahom ílovitých častíc v ornici i podornici sú charakteristické pre toto územie. Ílovité pôdy v zásade patria k ťažkým pôdam, ktoré vzhľadom na ich štruktúru treba jednoznačne upravovať z viacerých hľadísk. Napriek tomu, že ťažké pôdy ílovito-hlinité, ílovité a íly vykazujú lepšie sorpčné schopnosti pre vodu a v nej rozpustené živiny, v porovnaní s pôdami ľahkými, majú z agronomického hľadiska niektoré nepriaznivé vlastnosti. Tieto pôdy na Východoslovenskej nížine majú skoro 50 % zastúpenie. Z agronomického hľadiska sa ťažké pôdy zle obrábajú a pre prípravu k sejbe i počas vegetácie si vyžadujú viac operácií ako na pôdy s nižším obsahom ílovitých častíc. Tieto pôdy sú náchylné na zhutňovanie, na povrchové zamokrenie a zhoršenie vzdušného režimu. Zhoršuje sa ich biologická aktivita a pri vysychaní a tiež pri napučívaní sa môžu narušiť korene rastlín. Keďže ide o ťažké pôdy, treba ich prevzdušňovať a zlepšiť tým ich textúru. V poslednom období aj na VSN trpia rastliny viac stresom zo sucha (Lošák et al., 2008). Na dosiahnutie zodpovedajúcej úrody i kvality produkcie je nevyhnutné rešpektovať aj zásady harmonickej výživy rastlín (Marschner, 2002). Adekvátna zásoba prístupných makro a mikrobiogénnych prvkov v pôde, resp. v rastline, je predpokladom pre využitie genetického potenciálu

rastlín. Keďže v súčasnej dobe máme na planéte už 8 miliárd ľudí, tlak na pôdu z hľadiska jej úrodnosti neustále stúpa, je potrebné stále väčšie množstvo produkcie. Do pôdy je dodávané stále väčšie množstvo látok, ktoré na jednej strane majú zaistiť jej produkčnú funkciu a na druhej strane minimalizovať negatívne dopady ľudskej činnosti. Časť týchto látok môžeme označiť ako pôdne pomocné látky alebo pôdne kondicionéry. Pomocnou pôdnou látkou je látka bez účinného množstva živín, ktorá pôdu biologicky, chemicky alebo fyzikálne ovplyvňuje, zlepšuje jej stav alebo zvyšuje účinnosť hnojív. Pôdne a rastlinné pomocné látky – kondicionéry (t.j. upravovače, zlepšovače) možno definovať ako produkty pridávané do pôdy alebo priamo na rastliny s cieľom zlepšenia – v prípade pôdnych kondicionérov – kvality pôdy (pôdnej štruktúry i iných pôdnych vlastností, hospodárenia s vlhkosťou, obsahu živín, pôdnej reakcie a i.) a prostredníctvom toho (v prípade pôdnych, ale najmä rastlinných pomocných látok) zlepšenia rastu rastlín a ich zdravotného stavu, čo sa môže prejaviť v zvýšenej úrode alebo aj v zlepšenej kvalite tržného produktu. Ide o veľmi špecifickú a rôznorodú skupinu látok na báze prírodných substrátov organických látok (rašelina, komposty), minerálnych látok (bentonit, zeolit), minerálnych látok s obsahom organických látok (cukrovarské kaly), syntetických látok (silikáty, polymérne disperzie, hydroadsorbenty) alebo vedľajších produktov z výroby, často s obsahom rôznych aktivátorov, aj na báze živých organizmov (baktérií, húb, rias a pod.). U nás zatiaľ neexistuje ich presná klasifikácia. Pre použitie v praxi sa certifikujú pod názvom – pomocné látky. Ich hlavné rozdelenie je:

1. pomocné pôdne látky
2. pomocné rastlinné prípravky

Rozdiel spočíva v tom, že pomocné pôdne látky pôdu biologicky, chemicky alebo fyzikálne ovplyvňujú, zlepšujú jej stav alebo zvyšujú účinnosť hnojív. Naproti tomu rastlinné prípravky ovplyvňujú vývoj kultúrnych rastlín alebo kvalitu ich produktov. Pôsobenie pomocných rastlinných prípravkov býva často odvodené od mechanizmu účinku fytohormónov alebo syntetických rastových regulátorov. Aplikácia týchto stimulátorov býva často v praxi spájaná s aplikáciou listovej výživy. V tom prípade výsledok nie je daný iba regulačným účinkom. Niekedy deklarované 20 – 30 % zvýšenie úrod nemožno považovať za skutočné. Vývoj a používanie syntetických stimulátorov začalo v 80. – 90. rokoch minulého storočia (Trčková et al. 2009). Pomocné rastlinné prípravky zvyšujú odolnosť k stresovým podmienkam alebo urýchľujú regeneráciu poškodených porastov. Predpokladom úspešného účinku je vstup látky do pletív listov a jeho

translokácia na miesto účinku. Prípravky bývajú väčšinou používané v nízkej koncentrácii, často na spodnej hranici potenciálnej fyziologickej účinnosti (Doležal, 2013).

Ďalšie druhové roztriedenie však nachádzame napr. u nás vo zverejňovanom zozname hnojív, pôdných pomocných látok a živín povolených v ekologickej poľnohospodárskej výrobe. Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky v Bratislave podľa § 4 písm. a) zákona č. 282/2020 Z. z. o ekologickej poľnohospodárskej výrobe (Zákon, 2020), ako príslušný orgán pre ekologickú poľnohospodársku výrobu (ďalej len „EPV“) v Slovenskej republike zostavil zoznam hnojív, pôdných pomocných látok a živín povolených v EPV podľa Prílohy II Vykonávacieho Nariadenia Komisie (EÚ) 2021/1165, (Úradný vestník, 2021), ktorým sa povoľujú určité produkty a látky na používanie v EPV a stanovujú ich zoznamy. Posledná aktualizácia bola 01.07.2022. Použitie kondicionérov závisí od potreby pôdy a pestovaných rastlín a špecifikácie požadovaného účinku. Ich rozdelenie môžeme tiež najst' v staršom zákone č. 577/2005 Zb., (Vyhláška, 577), kde sa tieto látky delia na:

1. pôdne pomocné látky so zásaditou reakciou
2. pôdne pomocné látky s kyslou reakciou
3. pôdne pomocné látky organické
4. pôdne kondicionéry
5. mikrobiologické prípravky

Pôdne pomocné látky je možné rozdeliť aj na anorganické a organické kondicionéry. Organický v kontexte pôdneho kondicionéra označuje materiál na báze uhlíka, ktorý bol predtým živý.

Príklady organických pôdných kondicionérov zahŕňajú:

živočíšny hnoj (zlepšuje štruktúru pôdy a dodáva rastlinám živiny),
biosolids (zlepšuje všetky aspekty štruktúry pôdy a živín rastlín),
odliatky červíkov (dodáva živiny),
kompost (zlepšuje štruktúru pôdy a dodáva živiny rastlinám),
krycie plodiny (zabraňujú erózii a pridávajú organickú hmotu a rastlinné živiny),
rašelinový mach (zlepšuje pórovitosť pôdy a schopnosť zadržiavať vodu).

Príklady anorganických pôdných kondicionérov:

sadra (pridáva vápnik a síru),
práškový vápenec, inak známy ako poľnohospodárske vápno (zvyšuje pH a pridáva vápnik), perlit (zlepšuje pórovitosť a schopnosť zadržiavať vodu)

používaný v zalievacích zmesiach, vermikulit (zlepšuje pórovitosť a schopnosť zadržiavať vodu) používaný v zalievacích zmesiach.

V štruktúre povolených pôdnych pomocných látok pre priamu aplikáciu do pôdy sú prípravky jedno a viaczložkové: s obsahom perlitu; s obsahom rašeliny; na báze humínových kyselín, resp. aj s obsahom fulvokyselín; s obsahom vápnika; s obsahom síry a humínových kyselín; s obsahom síry, humínových kyselín, draslíka a stopových prvkov; s obsahom dusíka; s obsahom hlavných živín N, P, K; s obsahom hlavných živín N, P, K a zároveň iných prvkov a zložiek (Ca, Mg, Mo, Mn, Cu, Fe, Zn, B, humínové kyseliny, výťažky liečivých rastlín, melasa); s obsahom pôdnych baktérií, resp. pôdnych húb (zmesi mikroorganizmov ako rody *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Rhizobium*; rody *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*; rody *Mycorrhizae*, *Cyanobacteria*, *Azotobacter*, *Actinomycetes*; či *Trichoderma asperellum*; *Bacillus megatherinum*; *Aspergillus niger*). Podľa uvedeného zdroja sa za pôdne pomocné látky považujú aj prípravky obsahujúce prírodný zeolit (odlišujú sa veľkosťou frakcií od 0 mm do 8 mm).

Podľa naposledy zverejneného zoznamu hnojív a pôdnych pomocných látok povolených pre použitie v ekologickom poľnohospodárstve (Zoznam, 2023), je v ňom možné použiť nasledovné zatriedené skupiny produktov (v rámci nich rôzne komerčné certifikované výrobky):

maštalný hnoj; sušený maštalný hnoj a dehydrovaný hydínový trus; kompostované živočíšne exkrementy, vrátane hydínového trusu a kompostovaného maštalného hnoja (exkrementy nesmú pochádzať z veľkochovov); tekuté živočíšne exkrementy (používanie po riadnej fermentácii a/alebo vhodnom zriedení, nesmú pochádzať z veľkochovov); rašelina (používanie sa obmedzuje na záhradníctvo – záhradná produkcia pre trh, pestovanie kvetín, pestovanie stromov, škôlky); výkaly červov (vermikompost) a hmyzu; guáno; kompostované alebo fermentované zmesi z rastlinnej výroby (produkt získaný zo zmesí rastlinnej hmoty, ktorá prešla procesom kompostovania alebo anaeróbnej fermentácie na účely výroby bioplynu); digestát z výroby bioplynu obsahujúci vedľajšie živočíšne produkty, ktoré sa rozkladajú spolu s materiálom rastlinného alebo živočíšneho pôvodu; produkty alebo vedľajšie produkty živočíšneho pôvodu:

- krvná múčka,
- múčka z paznechtov a kopýt,
- rohová múčka,
- kostná múčka alebo odželatinizovaná kostná múčka,

- rybia múčka,
- mäsová múčka,
- múčka z peria, srst' a múčka „chiquette“,
- vlna,
- kožušina,
- srst',
- mliečne výrobky,
- hydrolyzované bielkoviny;

produkty a vedľajšie produkty rastlinného pôvodu na účely hnojenia; morské riasy a výrobky z nich; drevný popol; mletý prírodný mäkký fosforit; surová draselná soľ alebo kainit; síran draselný, prípadne aj s obsahom soli horčička; liehovarské výpalky a výťažok z nich; uhličitan vápenatý, napr.: krieda, slieň, mletý vápenec, bretónske činidlo (maerl), fosfátová krieda (len prírodného pôvodu); uhličitan horečnatý a vápenatý (len prírodného pôvodu, napr. horečnatá krieda, mletý horčik, vápenec); síran horečnatý (kieserit) – (len prírodného pôvodu); roztok chloridu vápenateho (pre aplikáciu na list); síran vápenatý (sadra); priemyselné vápno z výroby cukru; elementárna síra; anorganické hnojivá s obsahom mikroživiny; kamenná múčka a íly; leonardit (surový organický sediment bohatý na humínové kyseliny); kyselina humínová a fulvínová; chitín (polysacharid získaný z panciera kôrovcov).

Použitie kondicionérov závisí od potreby pôdy a pestovaných rastlín a špecifikácie požadovaného účinku. Používajú sa najmä v záhradníctve, zeleninárstve, ovocinárstve a postupne sa začínajú skúšať a uplatňovať aj v poľných plodinách na ornej pôde (Alasic, 2012). Acidifikácia pôd, ako významný prejav chemickej degradácie pôd, je dôsledkom prirodzených procesov v rastlinných ekosystémoch, ale významne ju ovplyvňujú aj antropogénne vplyvy (používanie fyziologicky kyslo pôsobiacich minerálnych hnojív, atmosférické znečisťujúce látky). Pri úprave pôdnej reakcie zohráva preto významnú úlohu vápnik. Vápnik vo forme vápenca alebo dolomitického vápenca upravuje pôdnu kyslosť a zároveň ako dôležitá makroživina zvyšuje pôdnu úrodnosť (Šimon a Lhotský et al., 1989). Pôdne kondicionéry a pomocné látky pomáhajú riešiť aj problém acidifikácie, čiže problém s pôdnymi podmienkami ako sú napríklad nevhodné pH, nevhodná štruktúra pôdy, zásoba vody v pôde či odolnosť pôdy voči rôznym typom erózií. Svojím pôsobením menia pôdne podmienky do takej miery, že umožňujú rast rastlín v degradovaných, zasolených alebo inak poškodených pôdach. Pôdne kondicionéry zlepšujú rast rastlín, zvyšujú odolnosť rastlín voči stresovým faktorom, zvyšujú efektívne využívanie hnojív atď.

K pôdnym pomocným látkam, certifikovaným pre konvenčné a ekologické hospodárenie na pôde, patrí aj PRP SOL, ktorý zlepšuje vitálne funkcie pôdy. PRP SOL sa využíva k urýchleniu rozkladu pozberových zvyškov, k regenerácii pôdy, na zlepšenie pôdnej štruktúry a zvýšenie využiteľnosti disponibilných zásob živín v pôde. PRP SOL je definovaný ako rozmetateľný granulát na báze uhličitanov vápenatých a horečnatých a technologických prísad podľa postupu MIP (železo, zinok, bór, sodík, mangán a i.). Všetky tieto látky sú spojené rozpustným spojivom rastlinného pôvodu – lignosulfonátom. Prípravok obsahuje 35 % oxidu vápenatého a 8 % oxidu horečnatého, rozpustnosť uhličitanov je 50 %, neutralizačná hodnota 46, jeho pH je 7,7, vlhkosť menšia ako 0,9 % a je použiteľný aj v ekologickom poľnohospodárstve. Výrobok je obohatený o 48 stopových prvkov (Niewiadomska et al., 2018) s dôležitými funkciami v rastlinách a mikrobiálnych bunkách (Tairo a Ndakidemi, 2013). Výrobca odporúča každoročne aplikovať PRP SOL, pričom dávky závisia od úrodnosti pôdy (dolná hranica dávky pri dobrej úrodnosti pôdy – horná hranica dávky pri zlej úrodnosti pôdy): kukurica, pšenica, jačmeň, repka olejka: 150 – 250 kg.ha⁻¹. Môžeme konštatovať, že je to pomocná látka s pozitívnym vplyvom na mnoho pôdných parametrov a jeho použitie zlepšuje úrodnosť pôd (Krzywy-Gawrońska a Przybulewska, 2012). Pôdny kondicionér PRP SOL podporuje biologickú aktivitu pôdy. Systematickou aplikáciou pôdnej pomocnej látky PRP SOL je možné dosiahnuť zlepšenie fyzikálnych a chemických parametrov pôdy, vrátane pôdnej reakcie. Balla (2012) po aplikácii PRP SOL zaznamenal zvýšenie hodnôt pôdnej reakcie v rozmedzí od 0,14 do 0,65 v období s vysokým úhrnom zrážok. Šarec et al. (2017) overovali vplyv maštalného hnoja v kombinácii s aplikáciou PRP SOL z hľadiska zvýšenia úrod kukurice na siláž a ozimnej pšenice. V porovnaní s kontrolou dosiahli obe plodiny úrody vyššie o 0,7 % až 9,8 %. Kolektív autorov Borowiak et al. (2016) sledovali reakciu rastlín (ozimná pšenica, jarný jačmeň a kukurica), ako aj pôdnu ekologickú aktivitu v dôsledku hnojenia PRP SOL a PRP EBV. Dospeli k záveru, že hnojivá zlepšili podmienky rastu rastlín a PRP SOL malo pozitívny vplyv na vlastnosti pôdy, čo malo za následok lepšiu aktivitu a intenzitu fotosyntézy. Sulewska et al. (2016) po 5-ročnom výskume dospeli k záveru, že tradičné hnojenie jarného jačmeňa fosforom a draslíkom možno nahradiť technológiou aplikujúcou komplex minerálne hnojivo+PRP SOL, bez strát na úrode zrna. Hnojivo PRP SOL môže byť užitočné najmä pre sladovnícky jačmeň vďaka priaznivému zvýšeniu podielu frakcií zŕn väčších ako 2,5 mm. Vplyvu PRP SOL a mletého vápenca, ako pôdných kondicionérov na zmeny fyzikálnych (merná hmotnosť, objemová

hmotnosť redukovaná, celková pórovitosť, maximálna kapilárna vodná kapacita, bod vädnutia, nekapilárna pórovitosť, využiteľná vodná kapacita) a chemických vlastností (výmenná pôdna reakcia, prístupný – vápnik, fosfor, draslík, horčík, celkový dusík, celková kyslosť, suma výmenných bázických kationov, celková sorpčná kapacita, stupeň nasýtenia sorpčného komplexu, organický uhlík, humusové látky, humínové kyseliny, fulvokyseliny, pomer uhlíka humínových kyselín k uhlíku fulvokyselín, pomer uhlíka humínových kyselín k organickému uhlíku, pomer organického uhlíka k celkovému dusíku) hlinitej a ílovito-hlinitkej fluvizeme glejovej sa venovali Kotorová a Šoltysová (2015). Použitie oboch kondicionérov na oboch druhoch fluvizeme glejovej štatisticky preukazne neovplyvnilo obsah prístupného vápnika, ale zabránilo jeho poklesu oproti východiskovému stavu. Dumbrovský et al. (2011) analyzovali efektívnosť aplikácie pôdnej pomocnej látky PRP SOL na poľnohospodársku pôdu s klasickým spôsobom spracovania (orba) a hodnotili jej vplyv na hydrofyzikálne vlastnosti pôdy. Výsledky výskumu priniesli zhoršenie fyzikálnych vlastností pôdy. Swędrzyńska et al. (2019) porovnávali vplyv vybraných pôdnych biokondicionérov a tradičného hnojenia na úrodu mätonohu a mikrobiologický stav pôdy. Zistili, že biokondicionéry nie sú alternatívou k tradičnému minerálnemu hnojeniu, najmä hnojeniu dusíkom, ako základnému úrodovému faktoru, ale môžu byť veľmi cenným doplnkom tohto hnojenia a pomáhajú udržiavať správny biologický potenciál pôdy a jej úrodnosť. Vplyvom hnojenia pôdnym kondicionérom PRP SOL na kvalitu pôdy, kvantitu a kvalitu úrod pestovaných plodín, ale aj na ďalšie faktory ovplyvňujúce produkčný proces sa zaoberali napr. Hřivna (2010), Sulewska et al. (2011 a 2012), Balla et al. (2012) a iní. Spomínaní autori, podobne ako Podhrázká et al. (2012), nedospeli k jednoznačne pozitívnym záverom o vplyve PRP SOL na sledované parametre. Všetci zhodne proklamujú potrebu ďalšieho výskumného riešenia a viacročných poľných pokusov s týmto pôdnym kondicionérom.

Použitie PRP EBV trikrát počas vegetácie na list v aplikačnej dávke $2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, ako aj jeho použitie v kombinácii s PRP SOL aplikovaným do pôdy na jar ($200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), a tiež použitie samotného PRP SOL ($200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) zvyšovalo úrodu jarného jačmeňa oproti kontrole hnojenej len N, P a K hnojivami. Najvyššia úroda, vyššia oproti kontrole o $2,58 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, sa dosiahla vo variante s aplikáciou samotného PRP EBV, kde bol zistený aj najvyšší obsah škrobu v zrne. Obsah dusíkatých látok bol vyrovnaný a medzi variantmi neboli zaznamenané výraznejšie rozdiely (Hřivna, 2010).

Organický prípravok NANO-GRO bol vytvorený s použitím nanotechnológií. Vzhľadom na nízke používané dávky v plodinách (obilniny, kukurica, repka, repa cukrová, zemiaky) od 6 do 24 oligosacharidových granúl (s priemerom 3 mm) na jeden hektár, resp. na jednu tonu moreného osiva (sadiva) nie je hnojivom. Podľa klasifikácie mechanizmu účinku ide o pomocný prípravok so stimulačným účinkom na koreňovú sústavu. Pri použití prípravku NANO-GRO zistil Doležal (2010) v podmienkach Českej republiky zvýšenie úrody ozimnej repky pri jednom postreku o 0,19 t.ha⁻¹ a pri dvoch postrekoch počas vegetácie o 0,215 t.ha⁻¹, pri morení osiva jarného jačmeňa o 0,227 t.ha⁻¹ a pri morení osiva a jednom postreku počas vegetácie až o 0,573 t.ha⁻¹. Pri postrekoch bol prípravok aplikovaný v dávke 6 granúl na 1 ha a pri morení v dávke 24 granúl na 1 tonu osiva. Ekonomicky bolo zvýšenie úrod ziskové. Vplyvom prípravku NANO-GRO na klíčenie semien a počiatkový rast piatich druhov kultúrnych tráv, ďateľiny lúčnej a lucerny siatej sa zaoberali Jankowski et al. (2013). Ich výsledky preukázali významný vplyv prípravku na energiu klíčenia semien, ako aj diferencovaný vplyv na počiatkový rast tráv. Dyško (2008) skúmal vplyv uvedeného stimulátora pri bezorbovom pestovaní rajčiakov. Použitím prípravku bolo využitie živín a voda efektívnejšie, čo malo za následok vyššiu odolnosť rastlín, zvýšenie ich úrod a kvality.

Jednou z možností zastavenia úbytku pôdnej organickej hmoty v súčasnej dobe ovplyvnenej klimatickými zmenami a nestále klesajúcim počtom HD je využitie pôdnych pomocných látok so zvýšeným obsahom humínových kyselín.

Humínové látky pochádzajúce z uhlia nižšej kategórie (lignit, leonardit atď.) by pre vysoký obsah humínových kyselín (25 – 85 %) mohli byť použité ako pôdne kondicionéry (Akimbekov et al., 2020). Pridanie humínových látok do pôdy zlepšuje biologické (napr. aktivita pôdnych enzýmov a mikrobiálne dýchanie), fyzikálne a chemické vlastnosti pôdy a rast rastlín (Al-Maliki et al., 2018; Li et al., 2019). Je známe, že biouhlie, ako testovaný materiál, výrazne zvyšuje stabilnú frakciu SOC v upravených pôdach (Atkinson et al., 2010; Wang et al., 2015; Mousavi et al., 2022), ako aj množstvo a aktivitu pôdnej mikroflóry a úrody plodín (Lehmann a Joseph, 2015; Liao et al., 2016). Výskumy preukázali pozitívny vplyv humínových kyselín na rast a vývoj mnohých druhov rastlín, napr. zemiaky, cukrová repa, paradajky, kukurica a bobuľové rastliny (Canellas et al., 2013; Suh et al., 2014; Olivares et al., 2015; Schoebitz et al., 2016; Wilczewski et al., 2018; Marenych et al., 2019). Podľa Nardiho et al. (2002) humínové látky majú

výraznejší vplyv na rast koreňov ako na nadzemné časti rastlín, čo poukazuje na ich mimoriadny význam pri pestovaní koreňovej zeleniny. V štúdií Sanli et al. (2013), použitie leonarditu v množstve 200 – 600 kg.ha⁻¹ viedlo k zvýšeniu celkovej úrody zemiakových hľúz v rozmedzí od 6 % do 25 %. Kolodziejczyk (2021) sledoval vplyv organického hnojenia, humínových kyselín a závlah na úrodu zemiakov v systéme ekologickej výroby. Zistil, že použitie humínových kyselín zvyšuje úrodu hľúz, najmä v prípade ich kombinovanej aplikácie s organickými hnojivami a navyše zvyšuje efektivitu využitia vody. Yanqing Guo et al. (2022) zistili, že prídanie 3 % humínovej kyseliny do dusíkatého hnojiva prispelo k zvýšeniu úrod kukurice. Prídanie kyseliny humínovej do hnojiva s riadeným uvoľňovaním môže viesť k vyšším úrodám a absorpcii dusíka, zlepšiť efektivnosť využívania dusíka a znížiť emisie skleníkových plynov, čo má lepší prínos a vplyv na životné prostredie.

HUMAC AGRO ako jeden z prípravkov použitých v našom experimente, je vlastne oxyhumolit s 62 % obsahom humínových kyselín, ako uvedený prípravok charakterizovali predajci. Vplyv oxyhumolitu na intenzitu rastu a úrody je pozitívny (Golebiowska a Ptak, 1996; Gonet a Černý, 1996; Antošová et al., 2007). Vplyvom oxyhumolitu sa zvyšuje i úroda zrna jačmeňa (Gonet et al., 1996) a zároveň sa zvyšuje aj obsah dusíka v rastlinách. Zvýšenie úrody pri aplikácii humátov do pôdy zaznamenal aj Patill et al. (2011). Pozitívny vplyv listových aplikácií bol zistený aj pri humátoch získaných z iných prírodných látok (Ali a Elbordiny, 2009; Molnárová et al., 2011; Mollasadeghi et al., 2011; Rafat et al., 2012). Kibirev (2004) v podmienkach Zejsko-Bureinskej roviny Ďalekého východu Ruskej federácie skúšal aplikáciu hnedého zoxydovaného uhlia (dva varianty) a sapropelu (morské alebo jazerné usadeniny organického pôvodu; hnilokal; organické bahno) v porovnaní s nehnojenou kontrolou. Oba varianty s aplikáciou hnedého zoxydovaného uhlia zvyšovali úrodu zrnovej kukurice o 110 %, resp. o 56 % a aplikácia sapropelu rovnako o 56 % a čistú produktivitu fotosyntézy o 30, 29 a 21 %. V uvedených podmienkach pre prax odporúča aplikáciu hnedého zoxydovaného uhlia v dávke 30 t.ha⁻¹ suchej hmoty štyri roky pred začatím využívania osevného postupu. Tóth et al. (2015), skúmali priamy vplyv HUMAC Agro na úrodu a cukornatosť cukrovej repy, ako aj na vybrané vlastnosti pôdy v poľnom pokuse založenom v pôdno-klimatických podmienkach južného Poľska v roku 2013. Varianty s dávkami Humacu Agro 250 kg.ha⁻¹ a 500 kg.ha⁻¹ dosiahli štatisticky vyššie úrody cukrovej repy oproti kontrolnému variantu. Pôdny

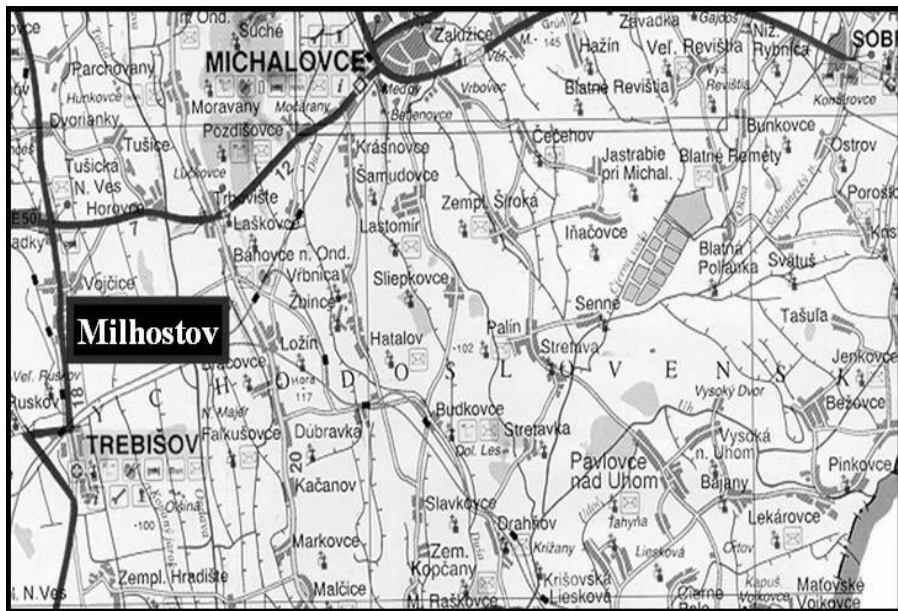
kondicionér HUMAC Agro ovplyvnil aj pôdne vlastnosti. Po aplikácii 500 kg.ha⁻¹ HUMAC Agro sa zvýšil obsah humusu v pôde.

Z hľadiska ich hlavnej funkcie – zlepšenie pôdneho prostredia pre rast a vývoj rastlín a regeneráciu pôdnej úrodnosti – budú mať pôdne pomocné látky či už na anorganickej alebo organickej báze svoj priestor pre využitie aj v budúcnosti.

3. MATERIÁL A METÓDY

3.1 Charakteristika pokusnej lokality

Experimentálne pracovisko Milhostov (obr. 1) sa nachádza v centrálnej časti Východoslovenskej nížiny v nadmorskej výške 101 m (48°40' s. š.; 21°44' v. d.) severozápadným smerom od okresného mesta Trebišov.



Obr. 1 Experimentálne pracovisko Milhostov (zdroj: Excel enterprise, s.r.o.)

Pokusná lokalita patrí do teplého, veľmi suchého, nížinného kontinentálneho klimatického regiónu T 03 (Linkeš et al., 1996). V Milhostove sa nachádza aj meteorologická pozorovacia stanica Slovenského hydrometeorologického ústavu, ktorá dlhodobo zaznamenáva priebeh počasia v tejto oblasti Východoslovenskej nížiny.

Za špecifické znaky VSN sa považujú: suma teplôt vzduchu nad 10 °C = 2 800 – 3 160 °C, počet dní s teplotou vzduchu nad 5 °C = 232 (na Podunajskej rovine 242), priemerné teploty vzduchu v januári = -3 °C až -

4 °C (na Podunajskej rovine -1 °C až -2 °C). VSN je nížinná intramontánná oblasť mierneho pásma s najväčšou kontinentalitou podnebia na Slovensku.

Pre VSN je príznačná nerovnomernosť rozdelenia zrážok v priebehu roka. Zrážky privalovej povahy s vysokou intenzitou striedajú dlhotrvajúce obdobia sucha. Vo vegetačnom období pri vysokých teplotách je zároveň aj veľký výpar, čo v niektorých rokoch spôsobuje nedostatok vlhky pre vegetáciu. Nedostatok vlhky v priebehu roka je asi 100 – 180 mm a počas teplého polroka od 220 mm do 270 mm. Veľmi rozdielne sú aj úhrny zrážok v jednotlivých rokoch.

3.2 Charakteristika pôdných pomerov

Na území pokusnej lokality sa nachádzajú fluvizeme glejové (FM_G), ktoré vznikli v dôsledku dlhodobého pôsobenia podzemnej a povrchovej vody na veľmi ťažkých aluviálnych sedimentoch s nepriaznivými fyzikálnymi, hydrofyzikálnymi a chemickými vlastnosťami. Agronomické vlastnosti týchto pôd sú podmienené hlavne podielom ílovitých častíc v celom pôdnom profile, resp. iba v podornici. Fluvizeme glejové v Milhostove sú ťažké až veľmi ťažké, ílovito-hlinité až ílovité pôdy s priemerným obsahom ílovitých častíc vyšším ako 53 %. Ornica je hrudkovitej štruktúry s vysokou pútačou schopnosťou a je ťažko priepustná v celom profile. V pôdnom profile v hĺbke 0,7 – 0,8 m sa nachádza tmavosivý až žltosivý íl. Vysoký obsah ílovitých častíc významne ovplyvňuje ich agronomické vlastnosti.

Základné chemické vlastnosti ornice pokusného stanovišťa sú nasledovné: vyhovujúca zásoba prístupného fosforu (priemerne 62 mg.kg⁻¹) a prístupného draslíka (priemerne 255 mg.kg⁻¹), vysoká zásoba vápnika (priemerne 4950 mg.kg⁻¹) a horčíka (priemerne 365 mg.kg⁻¹), výmenná pôdna reakcia (pH/KCl) je slabo kyslá (6,3 – 6,5), obsah humusu v strednej až dobrej zásobe (2,4 – 3,4 %), typ humusu je humátovo-fulvátový až fulvátovo-humátový so vzájomným pomerom humínových kyselín k fulvokyselinám 0,8 – 1,4.

Hodnoty základných fyzikálnych vlastností skúmaného pôdneho prostredia sa pohybujú v nasledujúcom rozmedzí: merná hmotnosť 2600 – 2650 kg.m⁻³, objemová hmotnosť 1330 – 1650 kg.m⁻³ a pórovitosť 45,8 – 37,5 %. Hydrofyzikálne charakteristiky pôdneho prostredia sú v súlade s fyzikálnymi vlastnosťami. Hodnoty poľnej vodnej kapacity, vyjadrenej ako maximálna kapilárna vodná kapacita sa v pôdnom profile

pohybujú v rozpätí 34,0 – 44,2 % a hodnoty využiteľnej vodnej kapacity 12,6 – 22,8 %.

3.3 Spôsob založenia pokusov

Stacionárny poľný pokus s pôdoochrannými agrotechnikami bol založený v roku 2003/2004. Poľný pokus zahŕňa dve pôdoochranné agrotechniky (redukovanú a priamu sejbu do nespracovanej pôdy) porovnávané s klasickou agrotechnikou. Pokus bol založený blokovou metódou s náhodným usporiadaním variantov, v štyroch opakovaníach a rotácii štyroch plodín, t.j. oseednom postupe: kukurica siata pestovaná na zrnó – jačmeň siaty jarný – sója fazuľová – pšenica letná forma ozimná. V experimentálnom období v rokoch 2013 – 2015 sa spolu s nižšie uvedenými novo-introdukovanými pokusnými faktormi bude zároveň sledovať a hodnotiť aj vplyv menovaných pôdoochranných agrotechník po 9 – 11 rokoch od ich zavedenia. V roku 2015, na konci navrhovaného pokusného obdobia bude ukončená tretia rotácia spomenutého oseedného postupu.

Faktormi pokusu boli pôdne pomocné látky, rastlinné pomocné látky a obrábanie pôdy. Označenie faktorov a úrovne faktorov s označením sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Prehľad sledovaných faktorov a ich úrovní v 4-honovom oseednom postupe pre jačmeň siaty jarný

Faktor	Označenie faktora	Úroveň faktora	Označenie úrovne faktora
pôdna pomocná látka	A	kontrola	a ₁
		mletý vápenec	a ₂
		PRP SOL	a ₃
		HUMAC Agro 10 ¹⁾	a ₄
		HUMAC Agro 11 ²⁾	a ₅
		HUMAC Agro 12 ³⁾	a ₆
rastlinná pomocná látka	B	PRP EBV	b ₁
		NANO-GRO	b ₂
obrábanie pôdy	C	konvenčné (KA)	c ₁
		redukované (RA)	c ₂
		priama sejba (PS)	c ₃

¹⁾ následný vplyv po aplikácii v roku 2010; ²⁾ následný vplyv po aplikácii v roku 2011; ³⁾ následný vplyv po aplikácii v roku 2012

Pôdne a rastlinné pomocné látky sa aplikovali každoročne v dávkach uvedených v tabuľke 2, s výnimkou HUMACu Agro, pri ktorom sa sledoval iba následný vplyv po aplikácii v rokoch 2010 – 2012 a preto v hodnotenom výskumnom období nebol aplikovaný. Údaj o dávke HUMACu Agro prezentovaný v tabuľke 2 je teda iba informatívneho charakteru. Mletý vápenec (frakcia 0 – 4 mm) a PRP SOL boli aplikované pri predsejbovej príprave pôdy. Na kontrolnom variante i každom variante s pôdnou pomocnou látkou, vrátane HUMACu Agro, sa realizovalo hnojenie dusíkom, vid' tabuľka 2. V základnom hnojení, pri predsejbovej príprave pôdy, sa aplikovala polovica plánovanej dávky dusíka ($30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$), pričom druhá polovica dávky dusíka ($30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$) sa aplikovala v rastovej fáze 3 – 4 listov. Na hnojenie dusíkom sa použilo minerálne hnojivo s komerčným označením LAD s 27 % obsahom dusíka. Rastlinné pomocné látky (PRP EBV a NANO-GRO) sa aplikovali do variantu kontrolného (a_1), variantu s mletým vápencom (a_2) a do variantu s PRP SOL (a_3), vo všetkých troch prípadoch v rastovej fáze plné odnožovanie (25 BBCH).

Tabuľka 2 Prehľad dávok pomocných látok a dávok dusíka pre hnojenie jačmeňa siateho jarného pestovaného v 4-honovom osevnom postupe

Variant	Dávka pomocnej látky	Dávka dusíka [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]
Kontrola	-	60 ⁶⁾
Mletý vápenec	$200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	60 ⁶⁾
PRP SOL	$200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	60 ⁶⁾
HUMAC Agro 10	$500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1 1)}$	60 ⁶⁾
HUMAC Agro 11	$500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1 2)}$	60 ⁶⁾
HUMAC Agro 12	$500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1 3)}$	60 ⁶⁾
PRP EBV	$1,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1 4)}$	60 ⁶⁾
NANO-GRO	$6 \text{ granúl}\cdot\text{ha}^{-1 5)}$	60 ⁶⁾

¹⁾ aplikácia v roku 2010; ²⁾ aplikácia v roku 2011; ³⁾ aplikácia v roku 2012; ⁴⁾ aplikácia PRP EBV v rastovej fáze odnožovanie; ⁵⁾ aplikácia NANO-GRO v rastovej fáze odnožovanie;

⁶⁾ $30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ v základnom hnojení a $30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ v rastovej fáze 3 – 4 listov

Vplyv pôdných a rastlinných pomocných látok sa overoval pri troch diferencovaných spôsoboch obrábania pôdy, pričom dva pôdoochranné spôsoby (redukované obrábanie a priama sejba) boli porovnávané s klasickým obrábaním pôdy. Označenie variantov obrábania pôdy je definované v tabuľke 1 a celkový prehľad variantov pre každý spôsob obrábania pôdy v tabuľke 3.

Špecifikácia obrábania pôdy:

Klasické obrábanie pôdy: jesenná stredne hlboká orba, predsejbové spracovanie pôdy radličkovým náradím (v roku 2015 diskovým) a sejba bezorbovou sejačkou Great plains.

Redukované obrábanie pôdy: kyprenie pôdy radličkovým kypričom (v poslednom pokusnom roku diskovým podmietačom) a sejba bezorbovou sejačkou Great plains.

Priama sejba: sejba bezorbovou sejačkou Great plains.

Tabuľka 3 Prehľad variantov v pokuse s pomocnými látkami v 4-honovom osevnom postupe pre každé hodnotené obrábanie pôdy pri jačmeni siatom jarnom

Základné varianty	Označenie variantu	Interakcie variantov	Označenie variantu
Kontrola	a ₁	kontrola + PRP EBV	a ₁ b ₁
		kontrola + NANO-GRO	a ₁ b ₂
Mletý vápenec	a ₂	mletý vápenec + PRP EBV	a ₂ b ₁
		mletý vápenec + NANO-GRO	a ₂ b ₂
PRP SOL	a ₃	PRP SOL + PRP EBV	a ₃ b ₁
		PRP SOL + NANO-GRO	a ₃ b ₂
HUMAC Agro 10	a ₄		
HUMAC Agro 11	a ₅		
HUMAC Agro 12	a ₆		
Počet spolu	6		6
Počet celkovo za agrotechniku		12	
Počet celkovo za plodinu		36 ¹⁾	

¹⁾ 36 = 3 x 12 = 3 agrotechniky x 12 variantov na agrotechniku

Ošetrovanie pokusu spočívalo v pravidelnom kosení ochranných trávnych pásov po okraji pokusu a medzi opakovaniami a vytvorení (postrek totálny herbicíd) a udržiavaní chodníčkov oddelujúcich jednotlivé pokusné členy. Proti chorobám, škodcom a burinám sa použila cieľená chemická ochrana s použitím oficiálne povolených pesticídov v reglementovaných dávkach. Prehľad aplikovaných prípravkov a použité dávky sú uvedené v tabuľke 4.

Tabuľka 4 Prehľad aplikovaných prípravkov a ich dávky v jačmeni siatom jarnom

Prípravok	Katégoria	Dávka	Termín aplikácie
Arrat	herbicíd	150 g.ha ⁻¹	15.5.2013
Arrat	herbicíd	150 g.ha ⁻¹	6.5.2014
Arrat	herbicíd	150 g.ha ⁻¹	24.4.2015

Zber plodiny sa vykonával po dosiahnutí zberovej zrelosti maloparcelkovým kombajnom. Všetky zásahy pri zakladaní a ošetrovaní pokusov boli vykonané za jeden deň pri prísnom rešpektovaní zásad pokusníckej rovnosti. Prehľad vykonaných agrotechnických zásahov je uvedený v tabuľke 5.

Tabuľka 5 Prehľad agrotechnických zásahov v jačmeni siatom jarnom

Úkon/ operácia	Pracovná súprava	Termín		
		2012/13	2013/14	2014/15
orba KA	Z 12245 + otočný pluh 4 radl.	24.10.	20.11.	19.11
kultivácia RA	Z 12245 + radličkový kyprič ¹⁾	23.11.	22.11	21.11
predsejbová kul. KA	Z 12245 + radličkový kyprič ¹⁾	22.4.	12.3.	23.3.
pôdne kondicionéry	ručne	22.4.	13.3.	24.3.
základné hnojenie	Z 7011 + rozmetadlo hnojív	22.4.	13.3.	24.3.
zapracovanie hnojív KA	Z 12245 + radličkový kyprič ¹⁾	22.4	13.3.	24.3.
sejba	Z 12245 + Great Plains	22.4.	14.3.	25.3.
valcovanie po sejbe	Z 5211 + lúčne valce	-	14.3.	25.3. ²⁾
herbicídne ošetrovanie	Z 5211 + postrekovač	15.5.	6.5.	12.5.
prihnojenie	Z 7011 + rozmetadlo hnojív	15.5.	8.4.	5.5.
listové kondicionéry	Z 5211 + postrekovač	14.6.	19.5.	13.5
zber vzoriek	Seedmaster	23.7.	16.7.	21.7

¹⁾ v roku 2014/2015 diskový podmietač; ²⁾ Iba variant s priamou sejbou

Základné charakteristiky použitých pomocných látok:

Pôdne pomocné látky (kondicionéry):

PRP SOL je rozmetateľný granulát na báze uhličitanov vápenatých a horečnatých a technologických prísad podľa postupu MIP (železo, zinok, bór, sodík, mangán a i.). Všetky tieto látky sú spojené rozpustným spojivom rastlinného pôvodu – lignosulfonátom. Obsahuje 35 % oxidu vápenatého a 8 % oxidu horečnatého, jeho pH je 7,7 a je použiteľný v ekologickom poľnohospodárstve. Výrobca odporúča dávky v závislosti od plodiny na ornej pôde od 150 kg do 400 kg na hektár.

HUMAC AGRO je oxyhumolit s vysokým obsahom humínových kyselín (min. 62 % v sušine, z toho obsah voľných humínových kyselín je min. 50 % v sušine). V malých množstvách ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) obsahuje vápnik, sodík, železo, draslík, bróm, zinok, meď, selén a iné prvky. Je to granulát, ktorý sa pri plodinách na ornej pôde odporúča výrobcom aplikovať v dávkach 200 – 500 kg na hektár.

Mletý vápenec – prírodný certifikovaný produkt, mletý na frakciu o veľkosti od 0,0 mm do 4,0 mm, čo spôsobuje jeho pozvoľnejšiu účinnosť.

Rastlinné pomocné látky (kondicionéry):

PRP EBV je pomocný rastlinný prípravok obohatený o draslík vo forme roztoku modrej farby. Je určený k foliárnej aplikácii. Vyvážený pomer minerálnych zložiek obsiahnutých v PRP EBV napomáha funkcii rastlinných buniek exponovanej hornej strany listov. Súčasne znižuje vplyvy mechanického, chemického a klimatického stresu. Má pozitívny vplyv na rozvoj koreňového systému, pôsobí na intenzitu rastu a kvalitu produkcie. Prípravok rozriedený v zodpovedajúcom množstve vody je aplikovaný bežnými plošnými postrekovačmi priamo na rastliny. Postrek je vhodné aplikovať za podmračného počasia, aby mohli byť účinné látky ihneď prijímané rastlinou, následné zrážky 4 – 6 hodín po postreku podporujú účinnosť prípravku.

NANO-GRO je produkt americkej spoločnosti Agro Nanotechnology Corporation k zvýšeniu imunity rastlín. Tento organický prípravok bol vytvorený s použitím nanotechnológie. Sírany prvkov Fe, Co, Al, Mg, Mn, Ni, Ag v nanomolových koncentráciách (10^{-9} molu), obsiahnuté v oligosacharidovej granulke s veľkosťou približne 3 mm, spúšťajú obranný mechanizmus rastliny bez vzniku skutočného stresového faktoru a spôsobujú intenzívny rast rastlín, vyššiu úrodu, vysokú kvalitu úrody, zvýšenú odolnosť rastlín voči chorobám a iným stresovým podmienkam.

3.4 Sledované parametre

- úrodové parametre: úroda hlavného produktu, zrna, $t \cdot ha^{-1}$, pri štandardnej sušine,
- kvalitatívne parametre: obsah dusíkatých látok, podiel zrna nad sitom 2,5 mm,
- vybrané úrodovtné prvky: počet rastlín po vzídení, počet stebiel pri zbere, počet klasov pri zbere, počet zŕn v klase, hmotnosť tisícich zŕn,
- vybrané fenologické sledovania: začiatok vzhádzania, začiatok odnožovania, začiatok steblovania, začiatok klasenia, začiatok kvitnutia, plná zrelosť,
- výskyt škodlivých činiteľov: priebežné zisťovanie aktuálneho stavu.

3.5 Testovanie experimentálnych výsledkov matematicko-štatistickými metódami

Pre hodnotenie dosiahnutých výsledkov sa použili matematicko-štatistické metódy (test odľahlých hodnôt, analýza variancie) z balíku STATGRAPHICS, ktorými sa zistili základné charakteristiky súboru údajov a otestovali sa hypotézy. Na základe údajov charakterizujúcich výšku úrody hlavného produktu a kvalitu sa štatistickým hodnotením otestoval vplyv pokusných faktorov na variabilitu týchto znakov. Určili sa optimálne varianty použitia kondicionérov s hnojivami v závislosti od spôsobu obrábania pôdy z pohľadu zabezpečenia úrody zrna s primeranou kvalitatívnou úrovňou.

4. VÝSLEDKY POKUSOV s kondicionérmi a ich analýza

Štatistickou analýzou výsledkov (tabuľka 6) sa zistilo, že v hodnotenom pokusnom období 2013 – 2015 bola variabilita úrody zrna jačmeňa siateho jarného vysoko preukazne ovplyvnená pestovateľským ročníkom, obrábaním pôdy i aplikovanými pôdnymi (PRP SOL, mletý vápenc) i rastlinnými (PRP EBV a NANO-GRO) pomocnými látkami. Uvedené poradie faktorov zodpovedá klesajúcej preukaznosti vplyvu na zmenu úrody zrna jačmeňa. Preukazný vplyv na zmeny úrod bol zistený aj v dvoch prípadoch vzájomného spolupôsobenia faktorov a to v prípade interakcie pokusných rokov s obrábaním pôdy a obrábania pôdy s variantmi hnojenia (pomocnými látkami). Vplyv ostatných kombinácií faktorov bol nepreukazný. Priemerné úrody zrna jačmeňa po aplikácii pôdných a rastlinných pomocných látok spolu s hnojením dusíkom v porovnaní s kontrolou, kde bolo aplikované iba hnojenie N sú uvedené v tabuľke 7. Na základe štatistického hodnotenia údajov (tabuľka 8) je možné konštatovať, že v priemere za sledované faktory (ročníky i varianty hnojenia) sa preukazne vyššia úroda zistila pri klasickej a redukovanej agrotechnike ako pri priamej sejbe do nespracovanej pôdy, so zistenou diferenciou $0,54 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a $0,43 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (v uvedenom poradí agrotechnik).

Tabuľka 6 Viacfaktorová analýza rozptylu úrody zrna jačmeňa jarného za roky 2013-2015, lokalita Milhostov

Zdroj variability	d. f.	F-ratio	P	Poradie
pokusné roky (A)	2	384,71	++	1
obrábanie pôdy (B)	2	46,24	++	2
hnojenie a kondicionéry (C)	11	2,77	++	3
BC	22	2,01	+	5
BA	4	4,82	++	4
zvyšok	88	0,07		
celkom	323			

d. f. – stupne voľnosti; P – preukaznosť (++< P 0,01; +P 0,01 – 0,05; -P >0,05)

Zistená diferencia medzi klasickou a redukovanou agrotechnikou (0,11 t.ha⁻¹) v prospech klasickej agrotechniky bola nepreukazná.

Tabuľka 7 Úroda zrna jačmeňa jarného v priemere za roky 2013 – 2015, lokalita Milhostov

Variant	c1		c2		c3	
	[t.ha ⁻¹]	rel k a1[%]	[t.ha ⁻¹]	rel k a1[%]	[t.ha ⁻¹]	rel k a1[%]
a ₁	4,05	-	4,15	-	3,94	-
a ₁ b ₁	3,96	97,8	4,01	96,6	3,62	91,9
a ₁ b ₂	4,06	100,2	3,83	92,3	3,30	83,8
a ₂	3,96	97,8	4,45	107,2	3,72	94,4
a ₂ b ₁	3,93	97,0	3,81	91,8	3,43	87,1
a ₂ b ₂	4,02	99,3	4,02	96,9	3,31	84,0
a ₃	4,50	111,1	4,04	97,3	3,42	86,8
a ₃ b ₁	4,09	101,0	3,67	88,4	3,44	87,3
a ₃ b ₂	4,47	110,4	3,73	89,9	3,27	83,0
a ₄	4,14	102,2	4,11	99,0	3,78	95,9
a ₅	4,11	101,5	4,22	101,7	3,90	99,0
a ₆	4,10	101,2	4,11	99,0	3,81	96,7

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; a₄ – HUMAC Agro - následný vplyv po aplikácii v roku 2009/2010; a₅ – HUMAC Agro - následný vplyv po aplikácii v roku 2010/2011; a₆ – HUMAC Agro - následný vplyv po aplikácii v roku 2011/2012; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

V prípade aplikovaných pomocných látok a porovnaní ich aplikácie s úrodou kontrolného variantu (tabuľka 8) sa zistilo, že v priemere za agrotechniky sa len v jednom prípade zistil nárast úrody (variant a₅ – HUMAC Agro – následný vplyv po aplikácii v roku 2010/2011). Zistená diferencia 0,03 t.ha⁻¹ je však nepreukazná. Z 11 konfrontácií účinkov bolo zistených 6 znížení úrod jačmeňa nepreukazných a 4 zníženia úrod preukazné. V priemere za agrotechniky sa z testovaných kombinácií najmenej osvedčili (preukazné diferencie) nasledujúce aplikácie: 1. PRP EBV + PRP SOL + dusík (diferencia a₁ – a₂b₁ 0,33 t.ha⁻¹),

2.NANO GRO + dusík a PRP EBV + vápenec + dusík (dif. a₁ – a₁b₂ a a₁ – a₃b₁ 0,32 t.ha⁻¹),

3.NANO GRO + PRP SOL + dusík (dif. a₁ – a₂b₂ 0,27 t.ha⁻¹).

Tabuľka 8 Mnohonásobný test porovnávania úrody zrna jačmeňa jarného za roky 2013 – 2015, lokalita Milhostov

Faktor		Úroda zrna [t.ha ⁻¹]	Homogénna skupina			
pokusné roky	2013	2,95	x			
	2015	4,37			x	
	2014	4,39			x	
obrábanie pôdy	c ₃	3,58	x			
	c ₂	4,01			x	
	c ₁	4,12			x	
hnojenie a kondicionéry	a ₂ b ₁	3,72	x			
	a ₁ b ₂	3,73	x			
	a ₃ b ₁	3,73	x			
	a ₂ b ₂	3,78	x	x		
	a ₃ b ₂	3,82	x	x	x	
	a ₁ b ₁	3,86	x	x	x	x
	a ₃	4,00		x	x	x
	a ₆	4,01		x	x	x
	a ₄	4,01		x	x	x
	a ₂	4,04			x	x
	a ₁	4,05			x	x
a ₅	4,08				x	

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; a₄ – HUMAC Agro - následný vplyv po aplikácii v roku 2009/2010; a₅ – HUMAC Agro - následný vplyv po aplikácii v roku 2010/2011; a₆ – HUMAC Agro - následný vplyv po aplikácii v roku 2011/2012; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

Preukazný vplyv agrotechniky na úrodu zrna jačmeňa sa odzrkadľuje aj na účinnosti aplikovaných pomocných látok na jednotlivých agrotechnikách. Na diferencie v ich účinku poukazujú údaje v tabuľke 7, z ktorých vyplýva, že vyššie spomenutý nárast úrody zrna zistený pri prípravku HUMAC AGRO (účinnok hodnotený ako následný vplyv po aplikácii v roku 2010/2011) sa zaznamenal na agrotechnike klasickej i redukovanej, ale nie na agrotechnike s priamou sejbou. V prípade aplikácie HUMACU AGRO na klasickej agrotechnike je potrebné pri hodnotení jeho účinku v nasledujúcich rokoch po aplikácii poukázať aj na zistené mierne zvýšenie (1,2 – 2,2 %) úrody zrna jačmeňa (v porovnaní s kontrolou) na ďalších dvoch variantoch (a₄ i a₆).

Z údajov v tabuľke 7 zároveň vyplýva, že na klasickej agrotechnike sa zaznamenalo zvýšenie úrody zrna aj na iných variantoch výživy. Najvyšší nárast úrody zrna jačmeňa v porovnaní s kontrolným variantom sa zistil na variante (a_3) s aplikáciou vápenca (spolu s dusíkom), kde sa zaznamenal nárast úrody o 11,1 %. Aplikácia listových pomocných látok v kombinácii s vápencom (varianty a_3b_1 a a_3b_2) je pozitívna vo vzťahu ku kontrole, ale nárast úrody neprekračuje hodnotu 11,1% zistenú v prípade samostatnej aplikácie vápenca. Uvedené zvýšenia úrod na variantoch a_3b_1 i a_3b_2 môžeme teda označiť ako nárast spôsobený aplikáciou vápenca. V prípade agrotechniky redukovanej sa úroda zrna jačmeňa zvýšila iba jedinom prípade a to v prípade variantu s aplikáciou pôdnej pomocnej látky PRP SOL. V tomto prípade je však potrebné pripomenúť, že prípravok PRP SOL bol v pokusných rokoch 2013 – 2015 aplikovaný 4. až 6. rokom (s jeho aplikáciou na tomto variante sa začalo už v predchádzajúcom výskumnom období). Vo všetkých ostatných nespomenutých prípadoch (s výnimkou a_1b_2 variantu na klasickej agrotechnike) sa aplikáciou pôdnych i rastlinných pomocných látok nezabezpečil prírastok úrody zrna jačmeňa k úrode dosiahnutej na kontrolnom variante. Zistené poklesy úrod boli v rozmedzí 1 – 17 % v závislosti od variantu hnojenia i agrotechniky.

Z doteraz spomenutého vyplýva, že účinnosť aplikácie pôdnych i rastlinných kondicionérov a zároveň aj úrody jačmeňa výrazne ovplyvňoval spôsob obrábania pôdy. Najlepšie výsledky sa dosiahli pri konvenčnom obrábaní pôdy ($3,93 - 4,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), štatisticky nepreukazne horšie pri redukovanom obrábaní pôdy ($3,67 - 4,22 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a štatisticky najhoršie pri priamej sejbe do nespracovanej pôdy ($3,27 - 3,94 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Zhoršená účinnosť pôdnych pomocných látok pravdepodobne súvisí s tým, že pri priamej sejbe do nespracovanej pôdy zostávajú kondicionéry v podstate na povrchu pôdy (ak neberieme do úvahy ich nízke percento zapravenia do pôdy pracovnými orgánmi sejačky) na rozdiel od ostatných dvoch spôsobov obrábania pôdy, kde sa zapracovávajú do pôdy pri jej predsejbovej príprave kyprením.

Tabuľka 9 Priemerná teplota vzduchu a jej kvalitatívne hodnotenie v pokusnom období 2013 – 2015, lokalita Milhostov

Mesiac / obdobie	DN [°C]	Priemerná teplota [°C]			Odchýlka od normálu [°C]			Kvalitatívne hodnotenie		
		2013	2014	2015	Δ^{2013} DN	Δ^{2014} DN	Δ^{2015} DN	2013	2014	2015
I.	-3,4	-2,0	1,2	0,4	1,4	4,6	3,8	N	SN N	SN N
II.	-0,9	1,2	2,6	1,4	2,1	3,5	2,3	NN	SN N	NN
III.	3,9	2,0	8,4	5,5	-1,9	4,5	1,6	N	SN N	NN
IV.	10,0	11,4	12,0	9,9	1,4	2,0	-0,1	NN	NN	N
V.	1,05	16,2	14,8	15,1	1,2	-0,2	0,1	N	N	N
VI.	17,9	20,1	18,8	19,6	2,2	0,9	1,7	SN N	N	NN
VII.	19,4	21,1	21,6	22,4	1,7	2,2	3,0	SN N	SN N	MN N
VIII.	18,7	21,7	19,4	23,7	3,0	0,7	5,0	MN N	N	MN N
IX.	14,8	14,1	16,5	17,4	-0,7	1,7	2,6	N	NN	SN N
X.	9,1	11	10,8	9,9	1,9	1,7	0,8	NN	NN	N
XI.	3,6	6,6	5,9	4,7	3,0	2,3	1,1	SN N	SN N	NN
XII.	-1,1	0,1	1,7	2,5	1,2	2,8	3,6	N	NN	SN N
I.-XII.	8,9	10,3	11,1	11,0	1,4	2,2	2,0	SN N	MN N	MN N
IV.-IX.	16,0	17,4	17,2	18,0	1,5	1,2	2,1	SN N	SN N	MN N

DN-dlhodobý normál za roky 1961 – 1980, N-normálny, NN-nadnormálny (teplý), SNN-silne nadnormálny (veľmi teplý), MNN-mimoriadne nadnormálny (mimoriadne teplý)

S ohľadom na zistenú skutočnosť, že pestovateľský ročník ovplyvňoval variabilitu úrod najvýznamnejšie, v nasledujúcich tabuľkách (9 a 10) sú uvedené priemerné teploty vzduchu a úhrny zrážok v hodnotenom pokusnom období a ich porovnanie s dlhodobým normálom za roky 1961 – 1980 (Mikulová et al., 2015a; Mikulová et al. 2015b; Danilovič, et al. 2017).

Z uvedených údajov vyplýva, že pestovateľské ročníky boli teplotne nadnormálne (2013 veľmi teplý, 2014 a 2015 mimoriadne teplý) a zrážkovo veľmi variabilné. Rok 2013 bol zrážkovo normálny, 2014 vlhký a rok 2015 suchý.

Tabuľka 10 Úhrn zrážok a jeho kvalitatívne hodnotenie v pokusnom období 2013 – 2015, lokalita Milhostov

Mesiac / obdobie	DN [mm]	Úhrn zrážok [mm]			Odchýlka od normálu [%]			Kvalitatívne hodnotenie		
		2013	2014	2015	Δ^{2013} DN	Δ^{2014} DN	Δ^{2015} DN	2013	2014	2015
I.	30	47	36	65	157	120	217	NN	N	SN N
II.	26	48	38	13	185	146	50	NN	NN	PN
III.	31	67	20	12	216	65	39	SN N	N	PN
IV.	41	41	46	6	100	112	15	N	N	SPN
V.	57	82	76	53	144	133	93	NN	NN	N
VI.	70	78	23	49	111	33	70	N	SPN	N
VII.	74	34	154	35	46	208	47	PN	SN N	PN
VIII.	62	14	96	2	23	155	3	SPN	NN	MP N
IX.	44	49	30	82	111	68	186	N	N	SN N
X.	38	19	71	93	50	187	245	N	NN	SN N
XI.	41	49	11	32	120	27	78	N	SPN	N
XII.	36	2	12	5	6	33	14	MP N	SPN	SPN
I.-XII.	550	530	613	447	96	112	81	N	NN	PN
IV.-IX.	348	298	425	227	86	122	65	N	NN	SPN

DN-dlhodobý normál za roky 1961 – 1980, MPN-mimoriadne podnormálny (mimoriadne suchý), SPN-silne podnormálny (veľmi suchý), PN-podnormálny (suchý), N-normálny, NN-nadnormálny (vlhký), SNN-silne nadnormálny (veľmi vlhký), MNN- mimoriadne nadnormálny (mimoriadne vlhký)

V tabuľkách 11 – 13 sú informatívne uvedené výsledky úrody zrne jačmeňa jarného získané v jednotlivých pokusných rokoch.

Tabuľka 11 Úroda zrna jačmeňa jarného v roku 2013 v lokalite Milhostov

Variant	c ₁		c ₂		c ₃	
	[t.ha ⁻¹]	rel k a1[%]	[t.ha ⁻¹]	rel k a1[%]	[t.ha ⁻¹]	rel k a1[%]
a ₁	3,45	-	2,86	-	3,16	-
a ₁ b ₁	3,46	100,3	2,79	97,6	2,63	83,2
a ₁ b ₂	3,46	100,3	2,52	88,1	2,51	79,4
a ₂	3,01	87,2	3,12	109,1	2,71	85,8
a ₂ b ₁	2,85	82,6	2,93	102,4	2,21	69,9
a ₂ b ₂	3,23	93,6	2,86	100,0	2,13	67,4
a ₃	3,57	103,5	3,25	113,6	2,59	82,0
a ₃ b ₁	2,95	85,5	2,68	93,7	2,51	79,4
a ₃ b ₂	3,57	103,5	3,01	105,2	2,49	78,8
a ₄	3,33	96,5	2,40	83,9	2,92	92,4
a ₅	3,44	99,7	2,89	101,0	3,18	100,6
a ₆	3,25	94,2	3,08	107,7	3,32	105,1

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; a₄ – HUMAC Agro - následný vplyv po aplikácii v roku 2009/2010; a₅ – HUMAC Agro - následný vplyv po aplikácii v roku 2010/2011; a₆ – HUMAC Agro - následný vplyv po aplikácii v roku 2011/2012; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

Tabuľka 12 Úroda zrna jačmeňa jarného v roku 2014 v lokalite Milhostov

Variant	c ₁		c ₂		c ₃	
	[t.ha ⁻¹]	rel k a1[%]	[t.ha ⁻¹]	rel k a1[%]	[t.ha ⁻¹]	rel k a1[%]
a ₁	4,54	-	4,68	-	4,43	-
a ₁ b ₁	4,58	100,9	4,37	93,4	3,90	88,0
a ₁ b ₂	4,26	93,8	4,52	96,6	3,85	86,9
a ₂	4,33	95,4	5,25	112,2	4,49	101,4
a ₂ b ₁	4,53	99,8	4,36	93,2	3,96	89,4
a ₂ b ₂	4,28	94,3	4,89	104,5	3,95	89,2
a ₃	5,01	110,4	4,52	96,6	3,64	82,2
a ₃ b ₁	4,19	92,3	4,33	92,5	3,79	85,6
a ₃ b ₂	4,72	104,0	4,22	90,2	3,17	71,6
a ₄	4,51	99,3	5,05	107,9	3,87	87,4

pokračovanie tabuľky 12

a ₅	4,60	101,3	5,00	106,8	4,58	103,4
a ₆	4,56	100,4	4,69	100,2	4,37	98,6

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; a₄ – HUMAC Agro - následný vplyv po aplikácii v roku 2009/2010; a₅ – HUMAC Agro - následný vplyv po aplikácii v roku 2010/2011; a₆ – HUMAC Agro - následný vplyv po aplikácii v roku 2011/2012; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

Tabuľka 13 Úroda zrna jačmeňa jarného v roku 2015 v lokalite Milhostov

Variant	c ₁		c ₂		c ₃	
	[t.ha ⁻¹]	rel k a1[%]	[t.ha ⁻¹]	rel k a1[%]	[t.ha ⁻¹]	rel k a1[%]
a ₁	4,17	-	4,92	-	4,24	-
a ₁ b ₁	3,85	92,3	4,86	98,8	4,33	102,1
a ₁ b ₂	4,45	106,7	4,45	90,4	3,55	83,7
a ₂	4,55	109,1	4,97	101,0	3,95	93,2
a ₂ b ₁	4,40	105,5	4,13	83,9	4,13	97,4
a ₂ b ₂	4,55	109,1	4,31	87,6	3,85	90,8
a ₃	4,93	118,2	4,34	88,2	4,02	94,8
a ₃ b ₁	5,12	122,8	4,00	81,3	4,03	95,0
a ₃ b ₂	5,12	122,8	3,95	80,3	4,15	97,9
a ₄	4,58	109,8	4,89	99,4	4,55	107,3
a ₅	4,30	103,1	4,77	97,0	3,94	92,9
a ₆	4,50	107,9	4,56	92,7	3,73	88,0

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; a₄ – HUMAC Agro - následný vplyv po aplikácii v roku 2009/2010; a₅ – HUMAC Agro - následný vplyv po aplikácii v roku 2010/2011; a₆ – HUMAC Agro - následný vplyv po aplikácii v roku 2011/2012; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

4.1 Hmotnosť tisícich zŕn

Hmotnosť tisícich zŕn (HTZ) je jediným merateľným úrodovným prvkom. Výsledky aplikácie rozdielnych pôdnych pomocných látok i rastlinných pomocných látok spolu s hnojením dusíkom v porovnaní s kontrolou, kde bolo aplikované iba hnojenie dusíkom vo vzťahu k HTZ jačmeňa pri troch spôsoboch obrábania pôdy sú uvedené v tabuľke 14.

Tabuľka 14 Hmotnosť tisícich zŕn jačmeňa jarného v priemere za roky 2013 – 2015, lokalita Milhostov

Variant	c ₁		c ₂		c ₃	
	[g]	rel k a ₁ [%]	[g]	rel k a ₁ [%]	[g]	rel k a ₁ [%]
a ₁	46,3	-	45,8	-	46,8	-
a ₁ b ₁	46,8	101,1	47,0	102,6	45,8	97,9
a ₁ b ₂	46,0	99,4	46,6	101,7	46,7	99,8
a ₂	47,1	101,7	46,8	102,2	45,5	97,2
a ₂ b ₁	47,1	101,7	46,4	101,3	45,3	96,8
a ₂ b ₂	47,1	101,7	46,9	102,4	45,9	98,1
a ₃	47,3	102,2	46,7	102,0	44,9	95,9
a ₃ b ₁	47,4	102,4	47,9	104,6	43,8	93,6
a ₃ b ₂	46,8	101,1	47,6	103,9	46,4	99,1

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

Z viacfaktorovej analýzy rozptylu HTZ jačmeňa (tabuľka 15) vyplýva, že HTZ bola štatisticky vysoko preukazne ovplyvnená pokusným rokom, obrábaním pôdy i aplikovanými pôdnymi (PRP SOL, mletý vápenec) i rastlinnými (PRP EBV a NANO-GRO) pomocnými látkami. Uvedené poradie faktorov zodpovedá klesajúcej preukaznosti vplyvu na zmenu HTZ jačmeňa. Preukazný vplyv na zmeny HTZ bol zistený aj v štyroch prípadoch vzájomného spolupôsobenia faktorov a to v prípade interakcie pokusných rokov s obrábaním pôdy i variantmi hnojenia, obrábania pôdy s variantmi hnojenia (pomocnými látkami) ako aj v prípade vzájomného spolupôsobenia všetkých troch sledovaných faktorov. Vplyv ostatných kombinácií faktorov bol nepreukazný. Z hľadiska hodnotených pomocných látok a porovnania ich účinku s kontrolným variantom (tabuľka 16) sa zistilo, že v priemere za agrotechniky len v dvoch prípadoch došlo k nárastu HTZ (variant a₃b₂ – vápenec + NANO-GRO a variant a₂b₂ – PRP SOL + NANO-GRO). Zistené

diferencie 0,7 g a 0,4 g sú štatisticky preukazné. Vo zvyšných prípadoch sa nárast hodnoty HTZ zistil 4 krát, jedná sa však o nepreukazný nárast a v dvoch prípadoch bol zistený identický vplyv.

Tabuľka 15 Viacfaktorová analýza rozptylu hmotnosti tisíc zrn jačmeňa jarného za roky 2013 – 2015, lokalita Milhostov

Zdroj variability	d. f.	F-ratio	P	Poradie
pokusné roky (A)	2	4228,70	++	1
obrábanie pôdy (B)	2	140,71	++	2
hnojenie a kondicionéry (C)	8	4,89	++	8
AC	16	11,98	++	6
AB	4	35,61	++	4
CB	16	23,27	++	5
ABC	32	11,84	++	7
zvyšok	64			
celkom	242			

d. f. – stupne voľnosti; P – preukaznosť ($^{++} < P 0,01$; $^{+} P 0,01 - 0,05$; $P > 0,05$)

Tabuľka 16 Mnohonásobný test porovnávania hmotnosti tisíc zrn jačmeňa jarného za roky 2013 – 2015, lokalita Milhostov

Faktor	Hmotnosť tisíc zrn [g]	Homogénna skupina		
pokusné roky	2013	44,0	x	
	2014	44,6		x
	2015	50,8		x
obrábanie pôdy	c ₃	45,7	x	
	c ₂	46,9		x
	c ₁	46,9		x
hnojenie a kondicionéry	a ₂ b ₁	46,3	x	
	a ₁	46,3	x	
	a ₃	46,3	x	
	a ₃ b ₁	46,4	x	x
	a ₁ b ₂	46,4	x	x
	a ₂	46,5	x	x
	a ₁ b ₁	46,5	x	x
	a ₂ b ₂	46,6		x
a ₃ b ₂	47,0			x

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

Preukazný vplyv agrotechniky na HTZ jačmeňa sa odzrkadľuje aj na účinnosti aplikovaných pomocných látok na jednotlivých agrotechnikách. Na diferencie v ich účinku poukazujú údaje v tabuľke 14, z ktorých vyplýva, že vyššie spomenuté preukazné zvýšenia hodnôt HTZ jačmeňa zistené na variantoch a_3b_2 (vápenec + NANO-GRO) a a_2b_2 (PRP SOL + NANO-GRO) sa zaznamenali na agrotechnike klasickej i redukovanej, ale nie na agrotechnike s priamou sejbou. V oboch prípadoch je potrebné poznamenať, že ich účinok by mal byť konfrontovaný okrem kontroly aj s variantom s aplikáciou pôdnej pomocnej látky bez aplikácie rastlinnej pomocnej látky, v uvedených prípadoch s variantmi a_3 a a_2 . Z uvedenej konfrontácie vyplýva, že zatiaľ čo na redukovanej agrotechnike účinkom rastlinnej pomocnej látky NANO-GRO nastalo zvýšenie hodnôt HTZ na klasickej agrotechnike nastalo zníženie jej hodnôt. V prípade redukovanej agrotechniky sa hodnota HTZ na variante b_2 (prípravok NANO-GRO) zvýšila iba o 0,2 % v porovnaní s variantom a_2 a v porovnaní s variantom a_3 o 1,9 %.

Z údajov v tabuľke 14 zároveň vyplýva, že na klasickej i redukovanej agrotechnike sa zaznamenalo zvýšenie HTZ aj na iných variantoch výživy. Najvyšší nárast HTZ jačmeňa sa zistil na agrotechnike redukovanej a to na variantoch s aplikáciou prípravku PRP EBV v porovnaní s kontrolným variantom a_1 o 2,6 % v prípade variantu a_1b_1 (dusík + PRP EBV) a o 4,6 % v prípade variantu a_3b_1 (dusík + vápenec + PRP EBV). V prípade variantu a_3b_1 aplikácia prípravku PRP EBV zvýšila hodnotu HTZ aj v porovnaní s variantom a_3 a to o 2,6 %. Ďalšími variantmi zvyšujúcimi HTZ oproti variantu a_1 na redukovanej agrotechnike boli varianty s aplikáciou PRP SOL (+2,2 %), vápenca (+2,0 %), NANO-GRO (+1,7 %) i PRP SOL + PRP EBV (+1,3 %), vo všetkých prípadoch spolu s dusíkom. Pri poslednom menovanom variante (a_2b_1) aplikácia PRP EBV však nezabezpečila zvýšenie HTZ v porovnaní s variantom len s aplikáciou PRP SOL (-0,9 %). Aplikácia prípravku PRP EBV zvyšovala HTZ jačmeňa aj na klasickej agrotechnike a to v rovnakých prípadoch ako na agrotechnike redukovanej (a_1b_1, a_2b_1 i a_3b_1). Na variante a_1b_1 sa zistilo zvýšenie o 1,1 %, na variante a_2b_1 o 1,7 % a na variante a_3b_1 o 2,4 %, a to v porovnaní s kontrolným variantom a_1 . V prípade variantu a_3b_1 aplikácia prípravku PRP EBV zvýšila hodnotu HTZ v porovnaní s variantom a_3 , v tomto prípade iba o 0,2 % a v prípade variantu a_2b_1 sa HTZ v porovnaní s variantom a_2 nezmenila. Zvýšenie hodnôt HTZ na klasickej agrotechnike sa okrem už spomenutých prípadov zistilo aj na oboch variantoch s aplikáciou pôdnych pomocných látok. V prípade variantu s PRP SOL sa jedná o zvýšenie o 1,7 % a v prípade vápenca o 2,2 %. V tomto prípade je potrebné opakovane

pripomenúť, že prípravok PRP SOL bol v pokusných rokoch 2013 – 2015 aplikovaný 4. až 6. rokom (s jeho aplikáciou na tomto variante sa začalo už v predchádzajúcom výskumnom období) a vápenec iba 1. a 3. rokom. Vo všetkých ostatných nespomenutých prípadoch (všetky varianty agrotechniky s priamou sejbou a variant a₁b₂ pri klasickej agrotechnike) sa aplikáciou pôdnych i rastlinných pomocných látok nezabezpečil nárast hodnoty HTZ jačmeňa oproti HTZ dosiahnutej na kontrolnom variante. Zistené poklesy hodnôt HTZ boli v rozmedzí 0,2 – 6,4 % v závislosti od variantu hnojenia.

V tabuľkách 17 – 19 sú informatívne uvedené výsledky hmotnosti tisíc zrn jačmeňa jarného získané v jednotlivých pokusných rokoch.

Tabuľka 17 Hmotnosť tisíc zrn jačmeňa jarného v roku 2013 v lokalite Milhostov

Variant	c ₁		c ₂		c ₃	
	[g]	rel k a1[%]	[g]	rel k a1[%]	[g]	rel k a1[%]
a ₁	42,0	-	44,1	-	44,9	-
a ₁ b ₁	45,0	107,1	45,5	103,2	42,9	95,5
a ₁ b ₂	42,2	100,5	45,2	102,5	43,3	96,4
a ₂	44,3	105,5	45,3	102,7	42,9	95,5
a ₂ b ₁	45,8	109,0	44,7	101,4	43,1	96,0
a ₂ b ₂	42,7	101,7	44,6	101,1	43,7	97,3
a ₃	45,1	107,4	43,1	97,7	40,9	91,1
a ₃ b ₁	46,6	111,0	47,7	108,2	40,1	89,3
a ₃ b ₂	44,4	105,7	44,7	101,4	43,6	97,1

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

Tabuľka 18 Hmotnosť tisíc zŕn jačmeňa jarného v roku 2014 v lokalite Milhostov

Variant	c ₁		c ₂		c ₃	
	[g]	rel k a1[%]	[g]	rel k a1[%]	[g]	rel k a1[%]
a ₁	44,5	-	43,9	-	45,2	-
a ₁ b ₁	43,8	98,4	44,6	101,6	43,7	96,7
a ₁ b ₂	44,4	99,8	44,4	101,1	45,3	100,2
a ₂	45,5	102,2	44,5	101,4	43,6	96,5
a ₂ b ₁	44,4	99,8	44,2	100,7	43,6	96,5
a ₂ b ₂	45,2	101,6	44,3	100,9	44,4	98,2
a ₃	45,5	102,2	45,6	103,9	45,3	100,2
a ₃ b ₁	44,8	100,7	45,2	103,0	43,0	95,1
a ₃ b ₂	45,0	101,1	45,1	102,7	46,1	102,0

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

Tabuľka 19 Hmotnosť tisíc zŕn jačmeňa jarného v roku 2015 v lokalite Milhostov

Variant	c ₁		c ₂		c ₃	
	[g]	rel k a1[%]	[g]	rel k a1[%]	[g]	rel k a1[%]
a ₁	52,3	-	49,5	-	50,2	-
a ₁ b ₁	51,7	98,9	50,8	102,6	50,8	101,2
a ₁ b ₂	51,4	98,3	50,1	101,2	51,6	102,8
a ₂	51,6	98,7	50,6	102,2	50,0	99,6
a ₂ b ₁	51,1	97,7	50,2	101,4	49,2	98,0
a ₂ b ₂	53,4	102,1	51,8	104,6	49,7	99,0
a ₃	51,2	97,9	51,5	104,0	48,5	96,6
a ₃ b ₁	50,8	97,1	50,9	102,8	48,3	96,2
a ₃ b ₂	51,0	97,5	53,1	107,3	49,6	98,8

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

4.2 Obsah dusíkatých látok v zrne

Z hľadiska posudzovania sladovníckej kvality zrna jačmeňa patrí obsah dusíkatých látok (NL) k hlavným ukazovateľom kvality. V zmysle normy STN 46 1100-5 zrno jačmeňa siateho jarného patrí do triedy kvality A za predpokladu, že obsah dusíkatých látok (NL) v sušine dosahuje maximálne 11 % (STN, 2004). Pre triedu kvality B sa požaduje obsah dusíkatých látok v sušine maximálne 12,5 %. Výsledky aplikácie pôdnych a rastlinných pomocných látok spolu s hnojením dusíkom v porovnaní s kontrolou, kde bolo aplikované iba hnojenie dusíkom vo vzťahu k obsahu NL v zrne jačmeňa pri troch spôsoboch obrábania pôdy sú uvedené v tabuľke 20.

Tabuľka 20 Obsah dusíkatých látok v zrne jačmeňa jarného v priemere za roky 2013 – 2015, lokalita Milhostov

Variant	c ₁		c ₂		c ₃	
	[%]	rel k a1[%]	[%]	rel k a1[%]	[%]	rel k a1[%]
a ₁	10,75	-	9,61	-	10,19	-
a ₁ b ₁	9,73	90,5	10,40	108,2	10,29	101,0
a ₁ b ₂	9,77	90,9	9,77	101,7	10,04	98,5
a ₂	10,36	96,4	10,35	107,7	10,19	100,0
a ₂ b ₁	9,94	92,5	9,73	101,2	9,59	94,1
a ₂ b ₂	9,75	90,7	9,85	102,5	11,48	112,7
a ₃	10,77	100,2	10,87	113,1	9,42	92,4
a ₃ b ₁	10,58	98,4	10,11	105,2	9,46	92,8
a ₃ b ₂	10,17	94,6	10,04	104,5	9,71	95,3

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

Vplyv sledovaných variantov hnojenia a pomocných látok na obsah dusíkatých látok (NL) bol štatisticky vysoko preukazný (tabuľka 21), pričom väčšina zistených rozdielov v porovnaní s kontrolným variantom bola preukazná. Nepreukazný vplyv na zmenu obsahu NL (tabuľka 22) bol zistený pri variante a₁b₁ (PRP EBV + dusík). Aplikáciou pôdnych pomocných látok sa obsah NL preukazne zvyšoval a aplikáciou rastlinných pomocných látok preukazne znižoval, s jedinou výnimkou zistenou v prípade variantu a₂b₂, kde aplikácia prípravku NANO-GRO v interakcii s vápencom obsah NL

zvýšila. Štatisticky vysoko preukazný vplyv na obsah NL v zrne jačmeňa sa zistil aj v prípade obrábania, pričom preukazne vyšší obsah bol pri klasickom obrábaní pôdy (10,20 %) v porovnaní s redukovaným obrábaním (10,08 %) i priamou sejbou (10,04 %). Zo štatistického hodnotenia vplyvu faktorov na obsah NL v zrne jačmeňa zároveň vyplýva, že štatisticky preukazne najvyšší vplyv mal pokusný rok a teda ročníková variabilita obsahu NL v zrne jačmeňa nebola potlačená regulovateľnými agrotechnickými opatreniami.

Tabuľka 21 Viacfaktorová analýza rozptylu obsahu dusíkatých látok v zrne jačmeňa jarného za roky 2013 – 2015, lokalita Milhostov

Zdroj variability	d. f.	F-ratio	P	Poradie
pokusné roky (A)	2	7291,21	++	1
obrábanie pôdy (B)	2	48,11	++	7
hnojenie a kondicionéry (C)	8	107,91	++	5
AC	16	104,25	++	6
AB	4	244,97	++	2
CB	16	229,96	++	3
ABC	32	145,53	++	4
zvyšok	64			
celkom	242			

d. f. – stupne voľnosti; P – preukaznosť (++) < P 0,01; +P 0,01 – 0,05; *P > 0,05)

Vyšší obsah NL v zrne jačmeňa bol zistený v roku 2013 (11,30 %) ako v roku 2014 (9,64 %) i v roku 2015 (9,39 %). Priemerný obsah dusíkatých látok v zrne jačmeňa pestovaného po kukurici (9,42 – 11,48 %) prekročil normou stanovenú hraničnú hodnotu pre triedu kvality A (11 %) v jednom prípade (variant a₂b₂ na agrotechnike s priamou sejbou). Z údajov v tabuľkách 23 – 25, v ktorých sú uvedené obsahy NL v jednotlivých pestovateľských ročníkoch vyplýva, že v roku 2013 bola hraničná hodnota 11 % (pre triedu kvality A) prekročená na všetkých variantoch na agrotechnike klasickej i redukovanej a len na troch variantoch (a₁, a₂, a₂b₂) na agrotechnike s priamou sejbou. V ostatných dvoch rokoch boli zistené výrazne podlimitné hodnoty, čo poukazuje na možnosť zvýšenia dávok dusíkatých hnojív a tým predpoklad pre zabezpečenie vyšších úrod zrna jačmeňa.

Tabuľka 22 Mnohonásobný test porovnávania obsahu dusíkatých látok v zrne jačmeňa jarného za roky 2013-2015, lokalita Milhostov

Faktor		Obsah dusíkatých látok [%]	Homogénna skupina					
pokusné roky	2015	9,39	x					
	2014	9,64			x			
	2013	11,30					x	
obrábanie pôdy	c ₃	10,04	x					
	c ₂	10,08			x			
	c ₁	10,20						x
hnojenie a kondicionéry	a ₂ b ₁	9,75	x					
	a ₁ b ₂	9,86		x				
	a ₃ b ₂	9,97			x			
	a ₃ b ₁	10,05				x		
	a ₁ b ₁	10,14					x	
	a ₁	10,18					x	
	a ₂	10,30						x
	a ₃	10,36						x
a ₂ b ₂	10,36						x	

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

Tabuľka 23 Obsah dusíkatých látok v zrne jačmeňa jarného v roku 2013 v lokalite Milhostov

Variant	c ₁		c ₂		c ₃	
	[%]	rel k a ₁ [%]	[%]	rel k a ₁ [%]	[%]	rel k a ₁ [%]
a ₁	11,75	-	11,00	-	11,38	-
a ₁ b ₁	11,31	96,3	11,44	104,0	10,69	93,9
a ₁ b ₂	11,19	95,2	11,00	100,0	10,25	90,1
a ₂	12,19	103,7	11,81	107,4	11,63	102,2
a ₂ b ₁	11,44	97,4	11,31	102,8	10,44	91,7
a ₂ b ₂	11,19	95,2	11,44	104,0	11,38	100,0
a ₃	12,56	106,9	12,31	111,9	10,38	91,2
a ₃ b ₁	12,25	104,3	11,38	103,5	10,50	92,3
a ₃ b ₂	11,44	97,4	10,69	97,2	10,63	93,4

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

Tabuľka 24 Obsah dusíkatých látok v zrne jačmeňa jarného v roku 2014 v lokalite Milhostov

Variant	c ₁		c ₂		c ₃	
	[%]	rel k a ₁ [%]	[%]	rel k a ₁ [%]	[%]	rel k a ₁ [%]
a ₁	9,88	-	9,19	-	10,13	-
a ₁ b ₁	8,94	90,5	9,19	100,0	9,69	95,7
a ₁ b ₂	8,75	88,6	9,31	101,3	9,88	97,5
a ₂	9,75	98,7	10,06	109,5	10,06	99,3
a ₂ b ₁	9,81	99,3	9,06	98,6	8,94	88,3
a ₂ b ₂	8,44	85,4	9,31	101,3	13,94	137,6
a ₃	10,63	107,6	10,56	114,9	8,50	83,9
a ₃ b ₁	9,81	99,3	9,88	107,5	8,06	79,6
a ₃ b ₂	9,88	100,0	9,69	105,4	9,00	88,8

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy ; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenc; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

Tabuľka 25 Obsah dusíkatých látok v zrne jačmeňa jarného v roku 2015 v lokalite Milhostov

Variant	c ₁		c ₂		c ₃	
	[%]	rel k a ₁ [%]	[%]	rel k a ₁ [%]	[%]	rel k a ₁ [%]
a ₁	10,63	-	8,63	-	9,06	-
a ₁ b ₁	8,94	84,1	10,56	122,4	10,50	115,9
a ₁ b ₂	9,38	88,2	9,00	104,3	10,00	110,4
a ₂	9,13	85,9	9,19	106,5	8,88	98,0
a ₂ b ₁	8,56	80,5	8,81	102,1	9,38	103,5
a ₂ b ₂	9,63	90,6	8,81	102,1	9,13	100,8
a ₃	9,13	85,9	9,75	113,0	9,38	103,5
a ₃ b ₁	9,69	91,2	9,06	105,0	9,81	108,3
a ₃ b ₂	9,19	86,5	9,75	113,0	9,50	104,9

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenc; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

4.3 Podiel zrna nad sitom 2,5 mm

Z hľadiska vhodnosti pre sladovnícke účely je podiel zrna nad sitom 2,5 mm x 20 mm druhým významným ukazovateľom kvality. V zmysle normy STN 46 1100-5 zrno jačmeňa siateho jarného patrí do triedy kvality A za predpokladu, že podiel zrna nad sitom s otvormi 2,5 mm x 20 mm je minimálne 90 %. Pre triedu kvality B sa požaduje minimálny podiel zrna nad sitom 2,5 mm x 20 mm 80 %. Výsledky aplikácie pôdnych i rastlinných pomocných látok spolu s hnojením dusíkom v porovnaní s kontrolou, kde bolo aplikované iba hnojenie dusíkom vo vzťahu k podielu zrna jačmeňa nad sitom 2,5 mm pri troch spôsoboch obrábania pôdy sú uvedené v tabuľke 26.

Z viacfaktorovej analýzy rozptylu podielu zrna jačmeňa nad sitom 2,5 mm (tabuľka 27) vyplýva, že podiel zrna nad 2,5 mm bol štatisticky vysoko preukazne ovplyvnený pokusným rokom, hnojením a kondicionérmi ako aj interakčným spolupôsobením skúmaných faktorov.

Tabuľka 26 Podiel zrna jačmeňa jarného nad sitom 2,5 mm v priemere za roky 2013 – 2015, lokalita Milhostov

Variant	c ₁		c ₂		c ₃	
	[%]	rel k a ₁ [%]	[%]	rel k a ₁ [%]	[%]	rel k a ₁ [%]
a ₁	88,6	-	90,5	-	-	46,8
a ₁ b ₁	91,4	103,2	91,0	100,6	98,9	45,8
a ₁ b ₂	90,6	102,3	89,4	98,8	99,3	46,7
a ₂	90,2	101,8	90,1	99,6	97,2	45,5
a ₂ b ₁	90,0	101,6	91,3	100,9	100,0	45,3
a ₂ b ₂	92,0	103,8	90,6	100,1	99,0	45,9
a ₃	90,0	101,6	87,7	96,9	99,6	44,9
a ₃ b ₁	89,6	101,1	91,3	100,9	99,9	43,8
a ₃ b ₂	89,0	100,5	91,1	100,7	100,4	46,4

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama seja do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

Tabuľka 27 Viacfaktorová analýza rozptylu podielu zrna jačmeňa jarného nad sitom 2,5 mm za roky 2013 – 2015, lokalita Milhostov

Zdroj variability	d. f.	F-ratio	P	Poradie
pokusné roky (A)	2	1866,25	++	1
obrábanie pôdy (B)	2	2,11	–	7
hnojenie a kondicionéry (C)	8	7,69	++	6
AC	16	26,34	++	2
AB	4	19,07	++	3
CB	16	10,49	++	5
ABC	32	15,19	++	4
zvyšok	64			
celkom	242			

d. f. – stupne voľnosti; P – preukaznosť (⁺⁺< P 0,01; ⁺P 0,01 – 0,05; P >0,05)

Medzi hodnotenými variantmi hnojenia a kondicionérov sa štatisticky preukazné zníženie podielu zrna jačmeňa nad 2,5 mm, v porovnaní s kontrolným variantom s hnojením dusíkom, zistilo iba na variante (a₃) s aplikáciou vápenca spolu s dusíkom (tabuľka 28). Zníženie podielu sa zistilo aj na variante (a₂) s aplikáciou PRP SOL, v tomto prípade však nepreukazné. V ostatných hodnotených prípadoch hnojenie a kondicionéry vplývali na zmenu podielu zrna nad 2,5 mm sitom pozitívne, vo väčšine prípadov štatisticky preukazne. Najvýznamnejším zdrojom variability podielu zrna nad 2,5 mm sitom bol pestovateľský ročník s vyššou hodnotou zistenou v roku 2015 (95,0 %) ako v roku 2014 (90,2 %) a v roku 2013 (85,3 %).

Z pohľadu STN 46 1100-5 zrno jačmeňa siateho jarného dosiahlo požadovanú hodnotu podielu zrna nad sitom 2,5 mm pre triedu kvality B (min. 80 %) pri všetkých hodnotených faktoroch a ich interakciách. Požadovaná úroveň (min 90 %) pre triedu kvality A sa nedosiahla na variantoch a₁, a₂ a a₃.

Tabuľka 28 Mnohonásobný test porovnávania podielu zrna jačmeňa jarného nad sitom 2,5 mm v rokoch 2013 – 2015, lokalita Milhostov

Faktor	Podiel nad sitom 2,5 mm [%]		Homogénna skupina		
	2013	2014	2015		
pokusné roky	2013	85,3	x		
	2014	90,2		x	
	2015	95,0			x

pokračovanie tabuľky 28

obrábanie pôdy	c ₃	90,0	x				
	c ₁	90,2	x				x
	c ₂	90,3					x
hnojenie a kondicionéry	a ₃	89,3	x				
	a ₂	89,5	x	x			
	a ₁	89,9		x	x		
	a ₁ b ₂	90,0		x	x	x	
	a ₃ b ₂	90,4			x	x	
	a ₃ b ₁	90,5				x	
	a ₂ b ₁	90,6					x
	a ₁ b ₁	90,7					x
a ₂ b ₂	90,8					x	

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

V tabuľkách 29 – 31 sú informatívne uvedené výsledky podielu zrna jačmeňa jarného nad sitom 2,5 mm získané v jednotlivých pokusných rokoch.

Tabuľka 29 Podiel zrna jačmeňa jarného nad sitom 2,5 mm v roku 2013 v lokalite Milhostov

Variant	c ₁		c ₂		c ₃	
	[%]	rel k a ₁ [%]	[%]	rel k a ₁ [%]	[%]	rel k a ₁ [%]
a ₁	79,2	-	86,8	-	86,8	-
a ₁ b ₁	88,1	111,2	89,3	102,9	85,4	98,4
a ₁ b ₂	85,6	108,1	86,6	99,8	86,0	99,1
a ₂	84,4	106,6	87,1	100,3	78,6	90,6
a ₂ b ₁	88,7	112,0	88,5	102,0	88,5	102,0
a ₂ b ₂	87,9	111,0	87,4	100,7	83,4	96,1
a ₃	84,5	106,7	76,8	88,5	80,8	93,1
a ₃ b ₁	88,9	112,2	88,0	101,4	81,9	94,4
a ₃ b ₂	83,5	105,4	85,5	98,5	86,0	99,1

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

Tabuľka 30 Podiel zrna jačmeňa nad sitom 2,5 mm v roku 2014 v lokalite Milhostov

Variant	c ₁		c ₂		c ₃	
	[%]	rel k a ₁ [%]	[%]	rel k a ₁ [%]	[%]	rel k a ₁ [%]
a ₁	90,7	-	90,4	-	88,4	-
a ₁ b ₁	91,8	101,2	89,9	99,4	89,2	100,9
a ₁ b ₂	91,2	100,6	87,2	96,5	89,7	101,5
a ₂	90,3	99,6	90,0	99,6	89,6	101,4
a ₂ b ₁	86,1	94,9	90,2	99,8	89,8	101,6
a ₂ b ₂	92,7	102,2	91,0	100,7	91,1	103,1
a ₃	89,1	98,2	90,2	99,8	93,7	106,0
a ₃ b ₁	86,2	95,0	90,2	99,8	93,3	105,5
a ₃ b ₂	89,0	98,1	92,3	102,1	92,0	104,1

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenc; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

Tabuľka 31 Podiel zrna jačmeňa nad sitom 2,5 mm v roku 2015 v lokalite Milhostov

Variant	c ₁		c ₂		c ₃	
	[%]	rel k a ₁ [%]	[%]	rel k a ₁ [%]	[%]	rel k a ₁ [%]
a ₁	95,9	-	94,3	-	96,5	-
a ₁ b ₁	94,3	98,3	93,8	99,5	94,3	97,7
a ₁ b ₂	95,0	99,1	94,4	100,1	94,2	97,6
a ₂	96,0	100,1	93,1	98,7	96,1	99,6
a ₂ b ₁	95,1	99,2	95,2	101,0	93,4	96,8
a ₂ b ₂	95,5	99,6	93,4	99,0	94,5	97,9
a ₃	96,3	100,4	96,2	102,0	96,0	99,5
a ₃ b ₁	93,7	97,7	95,7	101,5	96,2	99,7
a ₃ b ₂	94,6	98,6	95,6	101,4	95,0	98,4

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenc; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

4.4 Monitoring fenologických fáz

V priebehu vegetácie sa sledovali vybrané fenologické fázy jačmeňa, ktorých priebeh je uvedený v tabuľke 32.

Tabuľka 32 Nástup fenologických fáz jačmeňa jarného, lokalita Milhostov

Fenologická fáza	2013	2014	2015
	c ₁ , c ₂ , c ₃	c ₁ , c ₂ , c ₃	c ₁ , c ₂ , c ₃
sejba	22. 4.	14. 3.	25. 3
začiatok vzchádzania	29. 4.	26. 3.	13. 4.
začiatok odnožovania	17. 5.	24. 4.	7. 5.
začiatok steblovania	5. 6.	11. 5.	17. 5
začiatok klasenia	12. 6.	26. 5.	4. 6.
začiatok kvitnutia	24. 6.	29. 5.	16. 6.
plná zrelosť	16. 7.	10. 7.	15. 7.
zber	19.7.	16. 7.	21. 7.

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy

4.5 Monitoring úrodovných prvkov

V priebehu vegetácie sa sledovali vybrané úrodovné prvky jačmeňa, ktorých hodnoty sú uvedené v tabuľkách 33 a 34. Jačmeň siaty jarný vytváral v priemere 1,3 odnože na klasickej agrotechnike, 1,6 odnože na redukovanej agrotechnike a 1,4 odnože na priamej sejbe.

Tabuľka 33 Počet rastlín po vzídení jačmeňa jarného v priemere za roky 2013 – 2015, lokalita Milhostov

Parameter	c ₁	c ₂	c ₃
	[ks.m ⁻²]		
Počet rastlín po vzídení	440	405	479

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy

Tabuľka 34 Počet stebiel a klasov pred zberom jačmeňa jarného v priemere za roky 2013 – 2015, lokalita Milhostov

Variant	c ₁			c ₂			c ₃		
	počet			počet			počet		
	stebiel [ks.m ⁻²]	klasov [ks.m ⁻²]	zrń [ks.klas ⁻¹]	stebiel [ks.m ⁻²]	klasov [ks.m ⁻²]	zrń [ks.klas ⁻¹]	stebiel [ks.m ⁻²]	klasov [ks.m ⁻²]	zrń [ks.klas ⁻¹]
a ₁	587	587	21	621	621	21	659	659	22
a _{1b₁}	597	597	20	639	639	20	624	624	20
a _{1b₂}	581	581	20	633	633	21	630	630	21
a ₂	586	586	20	661	661	21	683	683	21
a _{2b₁}	567	567	21	660	660	21	703	703	20
a _{2b₂}	533	533	21	601	601	21	638	638	21
a ₃	597	597	19	616	616	21	664	664	21
a _{3b₁}	567	567	21	687	687	20	654	654	20
a _{3b₂}	577	577	21	624	624	20	644	644	21
a ₄	623	623	20	647	647	21	636	636	21
a ₅	614	614	19	618	618	20	673	673	21
a ₆	571	571	20	587	587	21	608	608	21
prieme r	583	583	20	632	632	21	652	652	21

c₁ – konvenčné obrábanie pôdy; c₂ – redukované obrábanie pôdy; c₃ – priama sejba do nespracovanej pôdy; a₁ – N; a₂ – N + 200 kg.ha⁻¹ PRP SOL; a₃ – N + 200 kg.ha⁻¹ vápenec; b₁ – PRP EBV 1,5 l.ha⁻¹; b₂ – NANO-GRO 6 granúl.ha⁻¹

5. ZÁVERY

Vplyv pôdnych (PRP SOL a mletý vápenec – frakcia 0 – 4 mm) a rastlinných (PRP EBV a NANO-GRO) pomocných látok sa overoval pri troch diferencovaných spôsoboch obrábania pôdy, pričom dva pôdoochranné spôsoby (redukované obrábanie a priama sejba) boli porovnávané s klasickým obrábaním pôdy. Účinok pomocných látok sa porovnával s kontrolným variantom hnojeným iba dusíkom v celkovom množstve $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, ktorý sa aplikoval v dvoch dávkach (50 % pred sejbou a 50 % v rastovej fáze 3 – 4 listov) vo forme liadku amónno-vápenatého (LAV). Identickým spôsobom sa dusík aplikoval aj na všetkých variantoch s pomocnými látkami. Účinok pôdnych i rastlinných pomocných látok sa overoval na jačmeni siatom jarnom pestovanom v rokoch 2013 – 2015 po kukurici na zrno. V pokuse sa zároveň sledoval následný vplyv (aplikácie v pestovateľských ročníkoch 2009/2010; 2010/2011 a 2011/2012) pôdnej pomocnej látky HUMAC Agro na úrodu zrna jačmeňa.

Štatistickým hodnotením získaných údajov definujúcich úrodu zrna jačmeňa siateho jarného a jeho kvalitatívne parametre ako obsah dusíkatých látok, hmotnosť tisíc zrn i podiel zrn jačmeňa nad sitom 2,5 mm sa definovali nasledovné závery:

1. Aplikované pôdne i rastlinné pomocné látky štatisticky vysoko preukazne ovplyvňovali variabilitu všetkých hodnotených parametrov.
2. Úroda zrna jačmeňa bola testovanými prípravkami ovplyvňovaná negatívne, pričom 40 % negatívnych diferencií bolo preukazných a 60 % nepreukazných. V priemere za agrotechniky sa z testovaných kombinácií najmenej osvedčili nasledujúce aplikácie (s preukaznou negatívnou diferenciou oproti kontrole): 1. PRP EBV + PRP SOL + dusík (diferencia $a_1 - a_2b_1 = 0,33 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), 2. NANO-GRO + dusík a PRP EBV + vápenec + dusík (dif. $a_1 - a_1b_2$ a $a_1 - a_3b_1 = 0,32 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), 3. NANO-GRO + PRP SOL + dusík (dif. $a_1 - a_2b_2 = 0,27 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$).
3. V hodnotenom pokusnom období sa zvýšenie úrody zrna zistilo iba v prípade pôdnej pomocnej látky HUMAC Agro s aplikáciou v roku 2010/2011 (variant a_5). Zistená diferencia $+0,03 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ bola nepreukazná.
4. Hmotnosť tisíc zrn jačmeňa bola testovanými prípravkami ovplyvňovaná prevažne nepreukazne. Preukazné zvýšenie hmotnosti tisíc zrn jačmeňa, v priemere za agrotechniky sa zistilo pri aplikácii

NANO-GRO + vápenec + dusík (diferencia $a_1 - a_3b_2 = +0,7$ g) a NANO-GRO + PRP SOL + dusík (diferencia $a_1 - a_2b_2 = +0,4$ g). Významný negatívny vplyv prípravkov na variabilitu hmotnosti tisíc zrn jačmeňa nebol zaznamenaný.

5. Obsah dusíkatých látok v zrne jačmeňa testované pôdne pomocné látky preukazne zvyšovali (priemerná diferencia $+0,15$ %) a rastlinné pomocné látky preukazne znižovali (priemerná dif. k $a_1 - 0,28$ %). Zaznamenané boli len dve výnimky, na ktoré sa predchádzajúce tvrdenie nevzťahuje. V jednom prípade sa jednalo o nepreukazné zníženie obsahu dusíkatých látok v zrne jačmeňa (dif. k $a_1 - 0,04$ %) zistené pri aplikácii PRP EBV spolu s dusíkom (variant a_1b_1) a v druhom prípade o preukazné zvýšenie obsahu dusíkatých látok (dif. k $a_1 +0,18$ %) pri aplikácii prípravku NANO-GRO spolu s vápencom a dusíkom (variant a_2b_2).
6. Podiel zrna jačmeňa nad sitom 2,5 mm testované pomocné látky prevažne zvyšovali, pričom bola zistená 50 % pravdepodobnosť preukazného zvýšenia (s diferenciou k a_1 variantu na úrovni $+0,75$ %) a 25 % pravdepodobnosť nepreukazného zvýšenia podielu (s diferenciou $+0,3$ %). Zníženie podielu sa zistilo len v dvoch prípadoch a to preukazné pri aplikácii vápenca spolu s dusíkom (variant a_3 s diferenciou k a_1 variantu $-0,6$ %) a nepreukazné pri prípravku PRP SOL aplikovanom spolu s dusíkom (variant a_2 s diferenciou k a_1 variantu $-0,4$ %).
7. Variabilitu úrody jačmeňa, hmotnosti tisíc zrn jačmeňa, obsahu dusíkatých látok v zrne jačmeňa i podielu zrna jačmeňa nad sitom 2,5 mm najvýznamnejšie ovplyvňoval pestovateľský ročník.
8. Významným zdrojom variability hodnotených parametrov bolo aj spracovanie pôdy, ktoré výraznejšie ovplyvňovalo úrodu zrna jačmeňa a hmotnosť tisíc zrn jačmeňa (štatisticky preukazne väčší vplyv v porovnaní s hnojením a pomocnými látkami) ako obsah dusíkatých látok v zrne jačmeňa (štatisticky preukazne menší vplyv v porovnaní s hnojením a pomocnými látkami) a podiel zrn jačmeňa nad sitom 2,5 mm (štatistický nepreukazný vplyv).
9. Naše výsledky s aplikáciou pomocných látok v poľnohospodárstve pri pestovaní jarného jačmeňa naznačujú, že adekvátne s odlišným nárokom plodín a rôznorodosťou pestovateľských a pôdnych podmienok, je rozmanitá aj odozva plodín a pozitívny efekt aplikovaných pomocných látok nie je samozrejímavý, obzvlášť na ťažkých pôdach VSN.

POUŽITÁ LITERATÚRA:

- Akimbekov, N. – Qiao, X. – Digel, I. – Abdieva, G. – Ualieva, P. – Zhubanova, A. 2020. The effect of leonardite-derived amendments on soil microbiome structure and potato yield. *Agriculture* 2020, 10, 147.
- Alasic, V. 2012. Usage of biophysiological soil activators in intensive agricultural production in relation to yield and soil quality. In: *Glasnik Zastite Bilja*, roč. 35, 2012, č. 5, s. 76-81.
- Ali, L.K.M. – Elbordiny, M.M. 2009. Response of wheat plants to potassium humate application. In: *Journal of Applied Science Research*, roč. 5, 2009, č. 9, s. 1209-1209.
- Al-Maliki, S. – Al-Mammory, H. – Scullion, J. 2018. Interactions between humic substances and organic amendments affecting soil biological properties and growth of zea maysl. In the arid land region. *Arid. Land Res. Manag.* 2018, 32, 455–470.
- Antošová, B. – Novák, J. – Kozler, J. – Kubíček, J. – Kimmerová, I. 2007. Methodic for testing biological activities of humic substances in higher plants. In: Barroso, M.I.: *Reactive and functional polymers research advances*. Nova science publisher, 2007, s. 205-233. ISBN 978-1-60021-862-0
- Atkinson, C.J. – Fitzgerald, J.D. – Hipps, N.A. 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: A review. *Plant Soil* 2010, 337, 1–18.
- Balla, P. 2012. Vápnenie verzus biologická aktivita pôdy, alebo ako vyriešiť problémy s pôdnou reakciou? In: *Využívanie pôdy v prihraničnej oblasti Slovensko - Maďarsko : zborník referátov z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou v rámci projektu cezhraničnej spolupráce HUSK/0901/1.2.1/0129*. Michalovce : CVRV - VÚA, 2012. ISBN 978-80-89417-38-4. s.9-14.
- Balla, P. et al. 2012. Vplyv spôsobov využívania pôdy na kolobeh živín na ťažkých pôdach. In: *Examination of the effect of land utilization systems on water- and nutrient circulation of soils*. Debrecen : Debreceni Egyetem, 2012. ISBN 978-963-473-594-6. s.26-45.
- Borowiak, K. – Niewiadomska, A. – Sulewska, H. – Szymanska, G. – Gluchowska, K. – Wolna-Maruwka, A. 2016. Effect of PRP SOL and PRP EBV nutrition on yield, photosynthesis activity and soil microbial activity of three cereal species. In: *Fresenius Environmental Bulletin*, 2016, Vol.25 No.6 pp.2026-2035 ref.3

- Canellas, L.P. – Balmori, D.M. – Médici, L.O. – Aguiar, N.O. – Campostrini, E. – Rosa, R.C.C. – Façanha, A.R. – Olivares, F.L. 2013. A combination of humic substances and *Herbaspirillum seropedicae* inoculation enhances the growth of maize (*Zea mays* L.). *Plant and Soil* 366, 2013,119–132.
- Danilovič, M. – Hlavatá, H. – Šoltysová, B. 2017. Criteria for abnormality evaluation of selected weather parameters in the Slovak Republic. In: *Agriculture*, roč. 63, č. 2, 2017, s. 86-91. ISSN 0551-3677, DOI: 10.1515/agri-2017-0005
- Dyško J. 2008. Nano-Gro – stymulator wzrostu w bezglebowej uprawie pomidora. In: *Owoce, warzywa, kwiaty*. R. 48, 2008, 24:14-16
- Doležal, J.: Výnos a kvalita pšenice ozimné po aplikaci pomocných rostlinných přípravků [Závěrečná práce] Mendelova univerzita v Brně, 2013, 54s.
- Doležal, J. 2010. Nanotechnologie v zemědělství; NANO-GRO® – pomocný rostlinný přípravek – levná, přírodní a jednoduchá metoda zvyšování zemědělské produkce bez použití syntetických chemických sloučenin. In: *Sborník z konference „Prosperující olejniny“*, 9. – 10.12.2010, Praha - Větrný Jeníkov, s. 133-135. ISBN 978-80-213-2128-1
- Dumbrovský, M. – Kameníčková, I. – Podhrázká, J. 2011. Posouzení vlivu přípravku PRP SOL na hydrofyzikální vlastnosti půdy. In: *Littera Scripta*, zv. 4, č. 1, 2011, s. 133 -134. ISSN 1802-503X
- Golebiowska, D. – Ptak, W. 1996. The effect of humic acids on germination and parameters of wheat and rye seedlings. In: *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie, Rolnictwo*, 1996, č. 62, s. 1
- Gonet, S. S. – Černý, J. 1996. Application of humus preparations derived from oxyhumolites in tomatoes cultivation. In: *Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych*, 1996, č. 429, s. 109-111.45-152.
- Hřivna, L. 2010. Vliv hnojiv PRP SOL a PRP EBV na výnos a kvalitu sladovnického ječmene. In: *Sborník z konference „Sladovnický ječmen - přiměřená ekonomika, vysoký výnos a kvalita zrna“*, 8.-11.2.2010 Libčany - Praha - Brno, s. 49-50. ISBN 978-80-213-2047-5
- Jankowski, K. – Deska, J. – Truba, M. – Jankowska J. 2013. Impact on Nano-gro stimulator on the seeds germination and growth kinetics of seedlings of selected grass and legumes species. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, roč. 24, 2013, č. 1 (55), s. 23-26
- Kibirev, K. V. 2004. Formirovanije urožajnosti zerna kukuruzy pri ispol'zovaniji organo-mineral'nych udobrenij v uslovijach Zejsko-Bureinskoj

ravniny. Dissert. rabota na soiskaniye učennoj stepeni kandidata sel'.-choz. nauk po VAK 06.01.09, 06.01.04. Barnaul, 2004.

Kotorová, D. – Šoltysová, B. 2015. Vplyv pôdnych pomocných látok na fyzikálne a chemické vlastnosti pôd. 1. vyd. Lužianky : NPPC – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, 2015. 95 s. ISBN 978-80-971644-4-7

Kołodziejczyk, M. 2021. In.:Influence of humic acids, irrigation and fertilization on potato yielding in organic production. 2021, Agronomy Research 19(2), 520–530

Kołodziejczyk, M. 2021. In.:Influence of humic acids, irrigation and fertilization on potato yielding in organic production. 2021, Agronomy Research 19(2), 520–530

Krzywy-Gawrońska, E. – Przybulewska, K. 2012. Evaluation of the direct effect and after-effect of organic fertilisation without and with PRP Sol addition on soil enzymatic activity. Ecol Chem Eng A. 2012;19(1-2):87–96.

Lehmann, J. – Joseph, S. 2015. Biochar for Environmental Management; Routledge: London, UK, 2015. 976 p., ISBN 9780203762264

Liao, N. – Li, Q. – Zhang, W. – Zhou, G. – Ma, L. – Min, W. – Ye, J. – Hou, Z. 2016. Effects of biochar on soil microbial community composition and activity in drip-irrigated desert soil. Eur. J. Soil Biol. 2016, 72, 27–34.

Li, Y. – Fang, F. – Wei, J. – Wu, X. – Cui, R. – Li, G. – Zheng, F. – Tan, D. 2019. Humic acid fertilizer improved soil properties and soil microbial diversity of continuous cropping peanut: A three-year experiment. Sci. Rep. 2019, 9, 12014.

Linkeš, V. – Pestún, V. – Džatko, M. 1996. Príručka pre používanie máp bonitovaných pôdno-ekologických. 3. vyd. Bratislava : VÚPÚ, 1996. 103 s. ISBN 80-85361-19-1

Lošák, T. – Hlušek, J. – Žalud, Z. – Trnka, M. – Semerádová, D. – Dubrovský, M. 2008. Výživa rastlín v podmínkách menícího se klimatu. In Bulletin. Brno: ÚKZÚZ Brno, 2008, s. 5–10. ISSN 1212-5458.

Marenych, M.M. – Hanhur, V.V. – Len, O.I. – Hangur, Y.M. – Zhornyk, I.I. – Kalinichenko, A.V. 2019. The efficiency of humic growth stimulators in pre-sowing seed treatment and foliar additional fertilizing of sown areas of grain and industrial crops. Agronomy Research 17(1), 2019, 194–205.

Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition. London: Academic Press, 2002, 889 p.

Mikulová, K – Šťastný, P. – Bochníček, O. – Borsányi, P. – Čepčková, E. – Ondruška, P. 2015a. *National Climate Program of The Slovak Republic : Climatological normals in the period 1961-1990 in Slovakia : Part I* –

Climatological normals of airtemperature in Slovakia in the period 1961-1990 : Ministry of Environment of the Slovak Republic, Slovak Hydrometeorological Institute, 135 pp. ISBN 978-80-88907-92-3.

Mikulová, K – Faško, P. – Šťastný, P. 2015b. *National Climate Program of The Slovak Republic : Climatological normals in the period 1961-1990 in Slovakia : Part II – Climatological normals of precipitation in Slovakia in the period 1961-1990* : Ministry of Environment of the Slovak Republic, Slovak Hydrometeorological Institute, 640 pp. ISBN 978-80-88907-93-0.

Mousavi, S.M. – Srivastava, A.K. – Cheraghi, M. 2022. Soil health and crop response of biochar: An updated analysis. Arch. Agron. Soil Sci. 2022, 62, 1–26.

Mollasadeghi, V. – Valizadeh, M. – Shahryari, R. – Imani, A.A. 2011. Evaluation of drought tolerance of bread wheat genotypes using stress tolerance indices at presence of potassium humate. In: American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., roč. 10, 2011, č. 2, s. 151-156.

Molnárová, J. – Žembery, J. – Kupecsek, A. 2011. Effect of selected factors of cultivation technologies for the production of winter barley in years with different weather conditions. In: 45th Croatian & 5th International Symposium on Agriculture : Zborník z medzinárodnej konferencie. Osijek : University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, 2010, s. 854-858. ISBN 978-953-6331-79-6

Nardi, S. – Pizzeghello, D. – Muscolo, A. – Vianello, A. 2002. Physiological effects of humin substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry 34, 2002, 1527–1536

Niewiadomska, A. – Sulewska H, – Wolna-Maruwka, A. – Ratajczak, K. – Głuchowska, K. 2018. An assessment of the influence of co-inoculation with endophytic bacteria and rhizobia, and the Influence of PRP SOL and PRP EBV fertilisers on the microbial parameters of soil and nitrogenase activity in yellow lupine (*Lupinus luteus* L.) cultivation. Pol J Environ Stud. 2018;27(6):2687–702.

Olivares, F.L. – Aguiar, N.O. – Rosa, R.C.C. – Canellas, L.P. 2015. Substrate biofortification in combination with foliar sprays of plant growth promoting bacteria and humic substances boosts production of organic tomatoes. Scientia Horticulturae 183, 2015, 100–108.

Patill, R.B. – Kadam, A.S. – Wadje, S.S. 2011. Role of potassium humate on growth and yield of soybean and black gram. In: International Journal of Pharma and Bio Science, roč. 2, 2011, č. 1, s. 242-246.

Podhrázká, J. – Konečná, J. – Kameníčková, I. – Dumbrovský M. 2012. Sledování vlivu podpůrné látky PRP SOL na hydrofyzikální vlastnosti půdy

- při pěstování cukrové řepy. Survey of the impact of PRP SOL subsidiary substance on the hydrophysical properties of soil at cultivation of sugar beet. In: *Listy cukrov. řepář.*, 128, 2012 (4), s.128–133.
- Rafat, N. – Yarnia, M. – Hassanpanah, D. 2012. Effect of drought stress and potassium humate application on grain yield-related traits of corn (cv.604). In: *Journal of Food, Agriculture & Environment*, roč. 10, 2012, č. 2, s. 580–584.
- Sanli, A. – Karadogan, T. – Tonguc, M. 2013. Effects of leonardite applications on yield and some quality parameters of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Turkish Journal of Field Crops* 18, 2013, 20–26.
- Schoebitz, M. – López, M.D. – Serrí, H. – Martínez, O. – Zagal, E. 2016. Combined application of microbial consortium and humic substances to improve the growth performance of blueberry seedlings. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 16, 2016, 1010–1023.
- STN. 2004. *Potravinárske obilniny*. časť 5: Zrno sladovníckeho jačmeňa. STN 46 1100-5, 8s.
- Sulewska, H. – Koziara, W. – Panasiewicz, K. – Niewiadomska, A. 2011. Reaction of winter wheat and spring barely on PRP SOL fertilization. In: *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, vol. 54, 2011, no. 4, pp. 129-133.
- Sulewska, H. – Koziara W. – Szymańska, G. – Niewiadomska, A. 2012. Potatoes reaction on PRP SOL fertilisation. In: *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, roč. 57, 2012, č. 4, s. 116-121.
- Sulewska, H. et al. 2016. Response of spring barley to PRP SOL application as a complex of mineral inducer process (MIP). In: *Nauka Przyroda Technologie*, 2016 volume 10 issue 2, 17, <http://dx.doi.org/10.17306/J.NPT.2016.2.17>
- Suh, H.Y. – Yoo, K.S. – Suh, S.G. 2014. Tuber growth and quality of potato (*Solanum tuberosum*L.) as affected by foliar or soil application of fulvic and humic acids. *Horticulture Environment and Biotechnology* 55, 2014, 183–189.
- Swędrzyńska, D. – Zielewicz, W. – Swędrzyński, A. 2019. Comparison of Soil Bioconditioners and Standard Fertilization in Terms of the Impact on Yield and Vitality of *Lolium Perenne* and Soil Biological Properties. In: *Open Life Sci.* 2019 Jan; 14: 666–680.
- Šarec, P. – Látal, O. – Novák, P. 2017. Technological and economic evaluation of manure production using an activator of biological transformation. In: *Res. Agric. Eng.* 2017, 63(10):s.59-65.

- Šimon, J. – Lhotský, J. et al. 1989. Zpracování a zúrodnování půd. 1. vyd. Praha : SZN, 1989, 320 s. ISBN 80-209-0048-9
- Tairo, EV. – Ndakidemi, P. A. 2013. Possible benefits of rhizobial inoculation and phosphorus supplementation on nutrition, growth and economic sustainability in grain legumes. *Am J Res Commun.* 2013;1(12):532–56.
- Tóth, Š. – Rysak, W. – Šoltysová, B. – Karahuta, J. 2015. Effect of soil conditioner based on humic acids humac agro on soil and yield and sugar content of sugar beet in context of selected indicators of agriculture system sustainability. In.: *Listy Cukrovarnické a Řepářské* 13, 2015, (2):53-58
- Trčková, M. – Raimanová, I. – Svoboda, P. 2009. Listová výživa obilnin: uplatněná certifikovaná metodika. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2009. ISBN 978-80-7427-030-7.
- Úradný vestník Európskej únie. L 253, Ročník 64, 16. júl 2021, s.13-48., ISSN 1977-0790
- Wang, J. – Xiong, Z. – Kuzyakov, Y. 2015. Biochar stability in soil: Meta-analysis of decomposition and priming effects. *GCB Bioenergy* 2015, 8, 512–523.
- Wilczewski, E. – Szczepanek, M. – Wenda-Piesik, A. 2018. Response of sugar beet to humic substances and foliar fertilization with potassium. *Journal of Central European Agriculture* 19(1), 2018, 153–165.
- Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovujú typy hnojív, zloženie, balenie a označovanie hnojív, analytické metódy skúšania hnojív, rizikové prvky, ich limitné hodnoty pre jednotlivé skupiny hnojív, prípustné odchýlky a limitné hodnoty pre hospodárske hnojivá. 2005. Zbierka zákonov č. 577/2005, čiastka 232, s. 5370-5387, [cit 2022-12-21]. Dostupné na internete: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2005-577>
- Vykonávacie nariadenie Komisie (EÚ) 2021/1165 z 15. júla 2021, ktorým sa povoľujú určité produkty a látky na používanie v ekologickej poľnohospodárskej výrobe a stanovujú ich zoznamy. 2021. Úradný vestník Európskej únie L 253/13, 2021, s.13-48, [cit 2022.12.21]. Dostupné na internete: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX:32021R1165>
- Yanqing Guo et al. 2022. Effects of Humic Acid Added to Controlled-Release Fertilizer on Summer Maize Yield, Nitrogen Use Efficiency and Greenhouse Gas Emission. In.: *Agriculture* 2022, 12(4), 448.
- Zákon o ekologickej poľnohospodárskej výrobe. 2020. 18s. [cit 2022-12-21] Dostupné na internete:

https://www.slov-lex.sk/static/pdf/2020/282/ZZ_2020_282_20220101.pdf
Zoznam hnojív a pôdnych pomocných látok povolených v ekologickej poľnohospodárskej výrobe. 2023. 37s. [cit 2023-1-2]. Dostupné na internete: <https://www.uksup.sk/oeepv-zoznam-hnojiv-a-podnych-pomocnych-latok-povolenych-v-ekologickej-polnohospodarskej-vyrobe>

Názov: Vplyv pôdnych a rastlinných kondicionérov v interakcii s diferencovanou agrotechnikou na kvantitatívne a kvalitatívne parametre úrody

Autori: Martin Danilovič, Ján Hecl

Vydanie: prvé

Vydavateľ: Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – VÚRV – Ústav agroekológie Michalovce

Rok vydania: 2022

Počet strán: 57

Formát: A5

Neprešlo jazykovou úpravou

ISBN 978-80-89162-76-5

EAN 9788089162765