



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra rostlinné výroby

Diplomová práce

Výnosové parametry a intenzita zaplevelení prosa setého při
výsevu do pomocné plodiny

Autor práce: Bc. Vojtěch Dvořák

Vedoucí práce: doc. Ing. Jana Pexová Kalinová, Ph.D.

České Budějovice
2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Systemy využívání pomocných plodin představují jednu z cest biotických intenzifikací v rostlinné výrobě. Cílem práce bylo stanovit vliv lničky seté (*Camelina sativa*) jako pomocné plodiny při pěstování prosa setého (*Panicium millet*) na výskyt plevelů v porostu a stanovit optimální hustotu pomocné plodiny z hlediska dosažení vysokého výnosu zrna prosa setého. Lnička byla vyseta do porostu prosa v hustotách 100, 150, 200 a 250 rostlin/m² ve dvou termínech výsevu a bylo sledováno zaplevelení porostu, počátek květu prosa, výška rostlin, výnos čerstvé biomasy a výnos zrna prosa. Na základě získaných výsledků lze lničku doporučit jako pomocnou plodinu do prosa setého.

Klíčová slova: pomocná plodina, udržitelné zemědělství, lnička, proso, výnos

Abstract

Systems of intercropping represent one of the ways of biotic intensification in plant production. The aim of the work was to determine the effect of false flax (*Camelina sativa*) as the intercropped with millet (*Panicium millet*) on the occurrence of weeds in the stand and to determine the optimal density of false flax from the point of view of achieving a high yield of millet grain. The fallow was sown in the millet stand at densities of 100, 150, 200 and 250 plants/m² in two sowing dates, and the weeding of the stand, the beginning of millet flowering, the height of the plants, the yield of fresh biomass and the yield of millet grain were monitored. On the basis of the obtained results, false flax can be recommended for intercropping with common millet.

Keywords: Intercropping, sustainable agriculture, false flax, millet, yield

Poděkování

Děkuji paní doc. Ing. Janě Pexové Kalinové, Ph.D., vedoucí diplomové práce, za cenné rady a odborné vedení, které mi poskytla při vypracování diplomové práce.

Obsah

Úvod.....	7
Cíl práce	8
1 Literární část.....	9
1.1 Proso seté (<i>Panicium miliaceum</i>)	9
1.1.1 Využití prosa	11
1.1.2 Potravinářské využití.....	12
1.1.3 Krmné využití.....	12
1.1.4 Produkce prosa ve světě a České republice.....	12
1.2 Pomocné plodiny	13
1.2.1 Vymezení pojmů	13
1.2.2 Pomocné plodiny.....	13
1.2.3 Meziplodiny	13
1.2.4 Vývoj systému pěstování pomocných plodin	14
1.2.5 Využití pomocných plodin v pěstebních systémech	15
1.2.6 Způsoby pěstování pomocných plodin.....	16
1.2.7 Nejčastěji pěstované pomocné plodiny	17
1.2.8 Přínosy a rizika pěstování pomocných plodin	19
1.3 Lnička setá (<i>Camelina sativa</i>).....	20
1.3.1 Využití lničky.....	21
1.3.2 Využití lničky jako pomocné plodiny	21
2 Vlastní práce.....	25
2.1 Charakteristika lokality	25
2.2 Geografické a klimatické podmínky	25
2.3 Materiál	26
2.4 Založení polního pokusu	27

2.5	Ošetření porostu během vegetace	28
2.6	Stanovení sledovaných výnosových parametrů prosa setého.....	28
2.7	Stanovení zaplevelení.....	29
2.8	Statistické hodnocení.....	29
3	Výsledky	30
3.1	Počátek kvetení.....	30
3.2	Počet rostlin.....	30
3.3	Výška rostlin kulturních	31
3.4	Výška rostlin prosa	31
3.5	Hmotnost biomasy jedné rostliny prosa setého	33
3.6	Výnos celkové biomasy.....	35
3.7	Hmotnost zrna z jedné rostliny prosa setého.....	38
3.8	Celkový výnos zrna prosa setého	40
3.9	Počet semen v květenství prosa.....	42
3.10	HTZ prosa setého.....	43
3.11	Zaplevelení porostu prosa setého.....	43
3.12	Nejvíce zastoupené druhy plevelů	44
4	Diskuse.....	46
	Závěr	48
	Seznam použité literatury.....	49
	Seznam obrázků	56
	Seznam tabulek	57
	Seznam grafů.....	58
	Seznam použitých zkratk.....	59
	Přílohy	60

Úvod

Zemědělský sektor je důležitou ekonomickou součástí v různých komunitách a vyžaduje smysluplné plánování, aby bylo možné dosáhnout rozvoje a čelit krizím. Udržitelné zemědělství efektivně využívá zdroje, jako je půda a voda, a je v rovnováze s podmínkami životního prostředí. Naproti tomu konvenční systémy zemědělství kromě snižování biodiverzity (monokultury) a vyčerpávání přírodních zdrojů způsobují nadměrným užíváním chemických přípravků a průmyslových hnojiv znečištění životního prostředí.

Historicky je pěstování směsných kultur často využívanou technologií. V rámci evropského zemědělství jsou dlouhodobě využívány např. luskovinoobilné směsky. Jejich využití přetrvává i do dnešní doby. Standardní pěstování směsi hrachu a obilniny na semeno má své stálé opodstatnění v ekologických systémech, ale navrácí se i do konvenčního zemědělství, a to zejména z důvodu zvýšení konkurenceschopnosti porostů vůči plevelům při snížené spotřebě herbicidů i z důvodu plnění legislativních požadavků kladených na zemědělskou praxi, např. podpora diverzifikace plodin.

Systémy využívání pomocných plodin představují jednu z cest biotických intenzifikací v rostlinné výrobě. Pomocné plodiny (doplňkové plodiny, meziplodiny) lze definovat jako systém více plodin, kdy dvě nebo více plodin je na pole vyseto během jednoho vegetačního období. Pěstování pomocných plodin je způsob, jak zvýšit rozmanitost v zemědělském ekosystému, zlepšit ekologickou bilanci, lépe využít přírodní zdroje, snížit energetickou náročnost při pěstování kulturních plodin, zvýšit množství a kvalitu produktů a snížit škody způsobené škůdci, chorobami a plevely. Využití znalostí biologických principů umožňuje také eliminovat případné negativní působení zemědělství omezením erozních procesů půdy, stabilizací půdní struktury a optimalizací bilance organické hmoty na životní prostředí při zachování stávající produktivnosti pěstebních systémů.

Jako každá nová technologie, má však pěstování pomocných plodin i svá rizika. Jedná se zejména o vzájemnou konkurenci plodin, kdy může pomocná plodina konkurovat hlavní plodině o prostor, živiny a světlo.

Cíl práce

Cílem práce je stanovit vliv zvolené pomocné plodiny – lničky seté (*Camelina sativa*) na výskyt plevelů v porostu prosa setého a stanovit optimální hustotu pomocné plodiny z hlediska dosažení vysokého výnosu zrna prosa setého.

1 Literární část

1.1 Proso seté (*Panicum miliaceum*)

Proso seté (*Panicum miliaceum* L.) je teplomilná a suchovzdorná jednoletá tráva jarního charakteru (obr.1:1) z čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Patří do obilnin 2. skupiny. Vyznačuje se krátkou vegetační dobou, malými nároky na půdu a vysokou přizpůsobivostí podmínkám (Blumenthal a Baltensperger, 2002). Proso je rostlinou typu C4, umí tedy velice dobře hospodařit s vodou (Moudrý et al., 2005).



Obrázek 1:1. Proso seté (*Panicum millet*) (Petr, 1995)

Proso má svazčitý kořen stejně jako ostatní obilniny. Největší část kořenů se nachází v hloubce 15–30 cm. V dobrých podmínkách můžou kořeny pronikat i do hloubky 80–100 cm. To umožňuje rostlinám přijímat živiny a vláhu i v sušších půdách. Sekundární kořínky vyrůstají z odnožovacího uzlu, ale i z nadzemních kolének (Moudrý et al., 2005). Odnožovací uzel může vytvořit až 20 odnoží (Blumenthal a Baltensperger, 2002). Obvykle ale tvoří 1–5 odnoží, z nichž plodné jsou jen 1–3 (Moudrý et al., 2005).

Stéblo je vzpřímené bohatě olistěné, ve střední a spodní části duté. V horní části rostliny je stéblo lysé, vyplněné dřeví, dělené na články. Proso dorůstá průměrné výšky

80–100 cm, ojediněle i 150 cm. Na stéble jsou viditelná ztlustělá kolénka, ze kterých vyrůstá listová pochva, která přechází v čepel. Proso je zajímavé tím, že je v horní a dolní části stébla a listů bohatě ochlupené (obr.1:2). Již první listy jsou silně posety trichomy, což může sloužit jako rozpoznávací znak, před zaměněním prosa za bér nebo čirok (Moudrý et al., 2005).

Jazyček listu je krátký, složený z řady třásní (papil) ouška chybí. Většina odrůd prosa má listy svěšené tzv. planofilní (z počátku vodorovné pak svislé) (Moudrý et al., 2005).



Obrázek 1:2. Stéblo prosa setého (Santra et al., 2019)

Květenstvím je lata, která může být různého tvaru a délky (15–50 cm). Je tvořena hlavní osou a z ní vyrůstají větévky prvního a druhého řádu, které se dále větví. U nás pěstované odrůdy prosa mají většinou rozkladitou latu. Květ v horní části je obouplavý, plodný, dolní je redukovaný. Květ má tři tyčinky a dvě blizny. Proso je samo-sprašné, částečně se ale opyluje i cizím pylem. Rovnoměrnost kvetení a dozrávání je závislé na hustotě a vyrovnanosti porostu a povětrnostních podmínkách. V řídkěji setých porostech, kde může být silnější odnožování je kvetení a zrání nerovnoměrné, což způsobuje těžkosti při sklizni. Lata (obr.1:3) zraje od shora dolů. Při dozrávání dochází k otevírání plevy a vypadávání zrna (Janovská et al., 2008).



Obrázek 1:3. Lata prosa setého (Michalcová, 2001e)

Plodem prosa je obilka (obr.1:4), která je pokrytá pluchami, z vnější strany pluchou a vnitřní strany pluškou, které nejsou přirostlé k obilce. Obilka je kulatého až oválného tvaru, 2–3,3 mm velká. Hmotnost tisíce zrn je mezi 5–6 g. Pluchy zralé obilky jsou tvrdé a lesklé to je způsobeno křemíkem. Podíl pluch je v závislosti na odrůdě 17–23 % hmotnosti obilky. Výnos se pohybuje v rozmezí 2– 3,5 t/ha (Moudrý et al., 2005).



Obrázek 1:4. Zrno prosa setého (Moudrý et al., 2005)

1.1.1 Využití prosa

Proso seté bylo jednou z nejdůležitějších obilovin Slovanů, kteří je používali denně na přípravu pokrmů. Postupem času stejně jako u ostatních krupnatých obilovin se jeho konzumace snižovala. V současné době, ale zažívá jeho pěstování značnou renesanci (Michalová, 2001).

1.1.2 Potravinářské využití

V dnešní době se lidé orientují na racionální stravování a narůstá trend návratu k cereální výživě. K přípravě pokrmů z prosa se používají loupaná zrna tzv. jáhly nebo prosná krupice. Proso má největší uplatnění u pacientů s bezlepkovou dietou, protože zrno neobsahuje lepek (Michalová, 1996).

Jáhly mají široké kuchyňské zpracování. Možnosti jejich zpracování je vločkování nebo vaření v páře. Z jáhel se také vyrábí mouka, ze které se potom dělají např. placky. Trvanlivost jáhlové mouky se může prodloužit extrudací. Mouka z jáhel se dále používá jako přídavek do jiných potravinářských a pekařských výrobků jako je pečivo a sušenky. Z jáhlové mouky se také vyrábí těstoviny (Michalová, 2001).

Obilka prosa obsahuje 15 % vody, 61–62 % glycidů (z toho tvoří 9–11 % vláknina), 10–11 % bílkovin, 3,7–4,0 % tuku. Z hlediska aminokyselinového složení jsou bílkoviny prosa deficitní především v obsahu lyzinu (3,68 %), ale stále je ještě vyšší než např. u pšenice (2,6–2,8 %). Naproti tomu má proso ve svém bílkovinovém komplexu největší podíl leucinu, 2x více než u pohanky (Kopáčová, 2007 a Prugar, 2008).

1.1.3 Krmné využití

Využití prosa ve výživě zvířat není běžné. V minulosti se zrno prosa používalo jako částečná náhrada ovsa ke krmení koní, prasat a plemenných zvířat pro zvýšení pohlavní aktivity. Známé je využití prosa ke krmení drůbeže, kde barva jáhel podporuje žravost. Opomenout nelze využití prosa jako krmivo pro exotické ptáky, ale i ryby (Moudrý et al., 2005)

Plevy a sláma prosa mají téměř stejnou krmnou hodnotu jako méně kvalitní seno. Vzhledem ke krátké vegetační době, lze proso pěstovat i na produkci zeleného krmiva. Výnos zelené hmoty může dosahovat i 40 t/ha. Proso pro produkci zeleného krmiva se doporučuje pěstovat společně s luskovinami, protože samotná zelená hmota prosa je chudá na bílkoviny (Janovská et al., 2008).

1.1.4 Produkce prosa ve světě a České republice

V posledních letech bylo ve světě zaznamenáno určité snížení pěstitelských ploch prosovitých druhů, přesto je jejich produkce 32 milionu tun za rok. Ve světě se v dnešní době pěstuje proso seté na 5 milionech hektarech, a to v Asii, severní a střední Africe

a severní Americe, v Evropě pak v Polsku, Španělsku a Itálii. Největší podíl z jednotlivých států připadá na Čínu, Indii, Rusko a Nigérii (Martin et al., 2006).

Dle údajů Organizace spojených národů pro výživu a zemědělství (FAO) je zhruba 80 % světové produkce prosa využíváno k lidské výživě a zbylá část se využívá pro jiné účely jako je výroba osiv, krmiv, ale i na produkci alkoholických nápojů (Michalová, 1996).

V České republice je proso pěstováno na ploše 2000 ha bez rozlišení, jestli je pěstováno v konvenčním či ekologickém zemědělství. Výnosy prosa v ČR se pohybují okolo 1,5-3 t/ha. Pěstování prosa pro potravinářské využití v ekologickém zemědělství může být významnější než pěstování v zemědělství konvenčním. Důvod je tím, že se zvyšuje poptávka po výrobcích z prosa v bio kvalitě (Michalová, 2001).

1.2 Pomocné plodiny

1.2.1 Vymezení pojmů

1.2.2 Pomocné plodiny

Pomocné plodiny jsou ty, které přímým nebo nepřímým účinkem pozitivně ovlivňují vývoj hlavní plodiny. Jedná se o cílené pěstování dvou nebo více plodin na stejném pozemku, ve stejnou vegetační dobu. Pomocné plodiny mají za cíl maximalizovat výnos hlavní plodiny a eliminovat rozvoj plevelných společenstev, chorob a škůdců (Böhler a Die-rauer, 2017).

1.2.3 Meziplodiny

Meziplodiny jsou rostliny obvykle jarního charakteru, které lze na základě biologických vlastností použít pro vytvoření vegetačního krytu půdy, po sklizni hlavní plodiny (Rugare et al., 2018).

Hlavním úkolem meziplodin je, aby v co nejkratší době vytvořily souvislý porost chránící půdu proti erozi, ztrátou vlhkosti a rozšiřování plevelných rostlin. Pěstování meziplodin je naprosto nezbytné v hospodářstvích, kde není produkce statkových hnojiv, živiny, které meziplodina přijme z půdy během svého růstu, jsou do půdy navráceny po zaorání a rozkladu (Adetunji et al., 2020).

Ozimé meziplodiny jsou vysévány od začátku do konce září. Kvůli časnému výsevu jsou často řazené po obilninách. Ozimé meziplodiny umí dobře hospodařit se zimní vláhou a dobře přezimují. Jedná se o např. ozimá pšenice (*Triticum aestivum*),

žito ozimé (*Secale cereale*), řepka ozimá (*Brassica napus*) a jílek mnohokvětý (*Lolium multiflorum*) (Vach et al., 2005).

Jarní meziplodiny jsou zejména pícniny, které jsou brzy sklizeny a plní funkci krycích plodin pro podsevy jetelovin (Brant et al., 2008).

Letní meziplodiny jsou plodiny, které jsou vysévány v létě a sklizeny nebo zaořány na podzim. Ukončují vegetaci v roce výsevu. Jsou zařazovány do osevních postupů po raných bramborách, časně sklizených obilninách. Mezi letní meziplodiny patří kukuřice na zeleno, kukuřice ve směskách s vikví huňatou, hrachem, slunečnicí, bobem a oves se slunečnicí nebo hrachem (Brant et al., 2008).

Největší zastoupení v pěstovaných meziplodinách mají tzv. strniskové meziplodiny. Sejí se na přelomu července a srpna, po obilninách. Podmínkou je včasné uklizení slámy nebo rovnoměrné rozprostření po pozemku a provedení podmítky. Hlavními pěstovanými strniskovými meziplodinami jsou: hořčice bílá (*Sinapis alba*), lnička olejná (*Camelina sativa*), pohanka obecná (*Fagopyrum esculentum*), ředkev setá (*Raphanus sativus*) a svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia*) (Vach et al., 2005).

1.2.4 Vývoj systému pěstování pomocných plodin

V současné době systémy pěstování polních plodin reagují na potřebu zajištění takového hospodaření na půdě, které bude tzv. udržitelné a které bude schopné se přizpůsobit, především změně vláhových a teplotních podmínek krajiny (Constanza et al., 1997). Významně se do jejich vývoje promítají podmínky na eliminaci negativního vlivu zemědělství na životní prostředí a na kvalitu života a zdraví člověka. Intenzivní zemědělství výrazně přispívá ke globálním a místním změnám ve využívání půdy a krajiny, která je spojena s degradací ekosystémů (Tilman et al., 2002).

Moderní systémy pěstování plodin se zejména zaměřují na jednu ekosystémovou službu, na produkci obchodovatelných komodit. Dlouhodobě jsou, ale stále opomíjené mimoprodukční funkce zemědělství ve vztahu k setrvalému využívání přírodních zdrojů, jako je vzduch, voda a půda, omezení rozvoje škodlivých organismů a fixace dusíku. Ty by měli přispět k posílení ekologické stopy tvořené zemědělstvím (Robertson a Swinton, 2005).

Pozitivní efekt tzv. Zelené revoluce k zajištění dostatku potravin pro stále rostoucí lidskou populaci spojený především s využíváním nových odrůd v kombinaci s aplikací minerálních hnojiv a pesticidů, včetně uplatnění závlahových systémů, vedl ke

ztrátě přirozených funkcí ekosystému zemědělství (Cassman et al., 2003). Důsledkem tohoto vývoje byl přechod k monokulturám, vnímaným jak z časového, tak prostoro-
vého hlediska. Dlouhodobě se hovoří o nové Zelené revoluci, která by měla kombino-
vat moderní technologie, tradiční principy hospodaření s cílem propojení zeměděl-
ských, sociálních a agroekologických systémů (Conway, 1997).

Vývoj střídavých osevních postupů v historii je spojen s principy norfolkského
osevního postupu. Střídání osevních postupů lze jednoznačně považovat za výrazný
faktor, který vede k pestrosti pěstovaných plodin na orné půdě, se současným zvýše-
ním výnosů a půdní úrodnosti. Zvýšení diverzity osevních postupů lze zaznamenat od
17. století do 60. let 20. století. Cílené pěstování pomocných plodin na orné půdě, se
začalo uplatňovat v 80. letech minulého století. Jde o reakci nejen na snížení struktury
pěstovaných plodin, ale také na nárůst používání chemických přípravků a minerálních
hnojiv (Hartwig a Ammon, 2002).

1.2.5 Využití pomocných plodin v pěstebních systémech

V současné době reaguje vývoj pěstebních technologií polních plodin na celospole-
čenské požadavky. Tyto požadavky jsou obecně spojovány s tzv. ekologizací země-
dělské výroby ve vztahu ke kvalitě potravin a eliminaci negativních vlivů zemědělské
výroby na životní prostředí. Tento pohled vede, ale i tvorbě nových rizik (Brant et al.,
2018).

Vývoj nových pěstebních technologií je řešen zejména z hlediska:

1. zamezení degradačních procesů půdy
2. zvýšení využití vody
3. snížení vstupů pesticidů a průmyslově vyráběných hnojiv
4. zvýšení vstupů organické hmoty do půdy
5. zajištění druhové pestrosti půdní mikroflóry
6. zvýšení dočasné fixace oxidu uhličitého
7. zvýšení produktivity pěstebních systémů využitím biotických principů

Nové technologie v pěstebních systémech by měli využívat tzv. princip biotické inten-
zifikace (Cadoux et al., 2015). To spočívá v cíleném použití pozitivních a negativních
biologických interakcí mezi organismy. Jde o cílené ovlivnění abiotických podmínek
stanoviště organismem např. bakterie, rostliny, houby (Doré et al., 2001). Výsledkem

biotických intenzifikací mezi rostlinami je zachování či zvýšení produktivity systému při omezení dodatkových vstupů energie a snížení rizik zejména těch ekologických (Gaba et al., 2014).

Pomocné plodiny jsou plodiny, které mají napomáhat nebo napomáhají dosažení pěstebních a ekologických cílů společným pěstováním s hlavní plodinou. Jednou z možností, jak můžeme pomocné plodiny v pěstebních systémech uplatnit je pro tvorbu mulče, který je ponechán na povrchu půdy a eliminuje rozvoj plevelů bez použití herbicidů (Böhler a Die-rauer, 2017).

Další způsob, jak můžeme využít pomocné plodiny je v širokořádkových kulturách, jako ochranu proti vodní erozi. Pomocné plodiny mohou být využity v jiných kulturách, jako jsou obilniny, mák nebo řepka za účelem zvýšení dostupnosti živin nebo snížení evaporace (Klingenhagen, 2019).

Významnější funkci zastávají pomocné plodiny, jako regulátory půdních patogenů pomocí alelopatických látek. Jedná se zejména o regulaci patogenních bakterií, hub a půdních hlístic. Působení alelopatických látek vůči patogenům vykazuje vyšší efektivitu v porovnání s použitím chemických přípravků (Farooq et al., 2013).

Alelopatické působení plodin je využíváno zejména v osevních postupech, kde převládá pěstování cukrovky. K tomuto účelu se využívá např. ředkve olejné nebo jiné rostliny čeledi brukvovité které jsou rezistentní vůči hád'átku řepnému (Lilivelt a Hogendoorn, 1993).

1.2.6 Způsoby pěstování pomocných plodin

Řádkové pěstování (Row intercropping)

Řádkové pěstování se podobá pěstování v pásech, ale rozdíl je v tom, že jedna z doprovodných plodin se vysévá v jedné nebo dvou řadách (Varma et al., 2017). Tento způsob pěstování umožňuje mezidruhovú interakce mezi plodinami, jako je vzájemné propojení kořenů rostlin, konkurence o světlo, vodu a živiny. Řádkové pěstování plodin je využíváno například při pěstování obilnin společně s luskovinami (Mousavi a Eskandari, 2011).

Smíšené pěstování (Mixed intercropping)

Jak už název napovídá, jde o pěstování dvou nebo více plodin společně bez jakékoliv meziřádkové vzdálenosti (Von Cossel et al., 2019). Smíšené pěstování je nejčastěji

uplatňováno při pěstování luskovino obilných směsek na orné půdě, kde je půda limitujícím faktorem vyšší produkce (Gulwa et al., 2017 a Undie et al., 2012).

Pásové pěstování (Strip intercropping)

Pásové pěstování plodin je způsob hospodaření, kde je pole rozděleno do dlouhých úzkých pásů, na kterých se střídají plodiny (Yang et al., 2015). Tento způsob se používá na svažitéch pozemcích, aby se zabránilo erozi půdy. Rozdíl pásových a řádkových meziplodin je v tom, že pásy plodin jsou dostatečně široké, aby umožnily pěstování každé plodiny samostatně (Frederick et al., 2003).



Obrázek 1:5. Pásové pěstování plodin (Lithourgidis et al., 2011)

Štafetové pěstování (Relay intercropping)

Jde o systém pěstování více plodin najednou během části vegetačního období každé z nich. V tomto systému se druhá plodina obvykle vysévá, když první plodina přechází z vegetativní do reprodukční fáze růstu. Do fáze plné zralosti a sklizně první plodiny zůstávají na pozemku obě plodiny (Baldé et al., 2011).

1.2.7 Nejčastěji pěstované pomocné plodiny

Největší uplatnění pomocných plodin u nás nalezneme především v porostech obilnin, zejména pšenice ozimé, ozimé řepky a kukuřice seté, ale i máku setého. Obecně se

nejvíce uplatňuje souběžné pěstování pomocných plodin v porostech ozimých obilnin, z důvodu využití podzimního období pro růst pomocné plodiny a možnost vymrznutí, kdy je její vegetace ukončena. U jarních obilnin, které mají rychlý růst oproti ozimům, je práce s pomocnou plodinou problematictější (Brant et al., 2018).

U pšenice ozimé jsou nejčastěji využívanou pomocnou plodinou luskoviny. Jde o jarní formy hrachu setého, hrachu rolního, bobu obecného a lupiny, nebo ozimé formy hrachu setého a hrachu rolního. V osevních postupech, kde jsou běžně zastoupeny luskoviny mohou jako pomocné plodiny pro obiloviny sloužit např. ředkev olejná, lnička setá nebo hořčice bílá (Brant a Smöger, 2019).

V ozimé řepce je pěstování pomocných plodin přikládán velký význam. Jedná se hlavně o možnosti omezení vstupů jako jsou minerální hnojiva, pohonné hmoty a pesticidy (Seidel a Gläser, 2017). Další méně důležitou funkcí, kterou mohou pomocné plodiny plnit, je zlepšení celospolečenského náhledu na tuto plodinu. Hlavní důvody, proč pěstovat pomocné plodiny v porostech řepky ozimé jsou následující. Použitím pomocných plodin čeledi bobovité (např. jetele, jarní hrachy, vikve nebo bob), můžeme zajistit část dusíkaté výživy, omezit rozvoj plevelů, nebo ovlivnit ztráty dusíku vyplavováním od zasetí do jarní vegetace (Enggist, 2019).

Další důležitou tuzemskou plodinou, kde se mohou využívat pomocné plodiny je mák setý. U máku se jako pomocné plodiny nejčastěji uplatňují obilniny např. jarní ječmen, oves setý, ale uvažovat lze i o triticales nebo žitu setém. Pěstování máku s sebou přináší určitá rizika, a to hlavně v erozi. Erozní zranitelnost porostů máku je dána pomalým rozvojem nadzemní biomasy projevující se nižším pokrytím povrchu půdy. Tyto pomocné plodiny se hlavně pěstují za účelem omezení rozvoje plevelů v meziřádku a snížení vodní eroze, kdy je očekáváno rychlého prokořenění svrchní vrstvy půdy a tím zvýšení infiltrace a zpevnění svazčnými kořeny (Brant et al., 2019).

V pěstebních technologiích kukuřice seté nachází pomocné plodiny také své využití, působí zde jako půdoochranné a vodoochranné. Jako pomocné plodiny v kukuřici seté se nejvíce uplatňují jeteloviny (jetel plazivý, jetel zvrácený, jetel luční a tollice dětelová) a víceleté trávy (kostřava červená, lipnice obecná a jílek vytrvalý a mnoho-květý) (Ammon a Scherrer, 1994).

1.2.8 Přínosy a rizika pěstování pomocných plodin

Pěstování pomocných plodin zajišťuje větší využití dostupných zdrojů, jako jsou půdní živiny a vláha a tím maximalizovat výnos (Maitra et al., 2020). Kombinace obilnin a luskovin jako pomocných plodin zvyšuje využitelnost živin, protože luskoviny mění dynamiku mikroorganismů v rhizosféře, což zvyšuje mineralizaci a dostupnost živin v půdě (Mobasser et al., 2014).

Rostliny pěstované současně využívají společně půdní vláhu. Kombinováním mělce a hluboce kořenících plodin zvyšuje efektivitu využití dostupné půdní vláhy (Gitari et al., 2018). Pěstováním pomocných plodin je maximálně pokryta půda vegetací, to omezuje ztrátu půdní vláhy výparem, dále je půda chráněna před erozí a ztrátou živin vyplavováním. (Nyawade et al., 2019).

Pro zemědělce v sušších oblastech, kde je pěstování monokultury rizikové z důvodu nejisté sklizně je pěstování dvou nebo více plodin zárukou jisté sklizně alespoň některé z pěstovaných plodin (Maitra et al., 2019).

Značnou nevýhodou pěstování meziplodin jsou obtíže při řízení základních agromických operací, zejména v případech, kdy se používá zemědělská mechanizace, nebo pokud mají jednotlivé plodiny pěstované v meziplodinách rozdílné požadavky na hnojiva, vodu a ochranu rostlin. Zemědělská technika je při pěstování meziplodin opravdu problematická, protože stroje používané pro různé zemědělské operace, jako je setí, likvidace plevelů, nebo sklizeň, jsou určeny pro velká pole s jednou plodinou. Navíc při sklizni jedné plodiny může dojít k určitému poškození ostatních plodin v kombinaci (Maitra et al., 2019).

Na některých plodinách bylo upozorováno, že meziplodiny mohou způsobit snížení výnosu hlavní plodiny oproti tomu, když je hlavní plodina pěstovaná v monokultuře, z důvodu konkurence mezi plodinami o světlo, půdní živiny a vodu (Willey, 1979). Kromě toho může meziplodinový pokryv způsobit mikroklima s vyšší relativní vlhkostí vzduchu, které podporuje výskyt chorob, zejména houbových patogenů (Gliessman et al., 1998).

1.3 Lnička setá (*Camelina sativa*)

Lnička je jednoletá velmi skromná plodina (obr.1:6) z čeledi brukvovité (*Brassicaceae*). Rostlina může být pěstována na chudých půdách bez nároků na agrotechniku. Nejlépe jí vyhovují chudší, lehké, hlinité nebo hlinitopísčité půdy (Stražil, 2008).

Kořen je kulovitý zhruba 1 cm tlustý s postranními kořínky, dosahuje hloubky okolo 10 cm. Lodyha je přímá, zaobleně hranatá, bohatě větvená, dorůstá výšky 70–120 cm (Stražil, 2008).

Listy mají krátké řapíky. Lodyžní listy jsou bez palistů a vyrůstají střídavě, jsou úzké (0,5–1 cm) a dlouhé (2–7 cm), mají ouška a jsou objímavé. Listová čepel je kopynatá až úzce podlouhlá, celokrajově nebo řídce zubatá (Stražil, 2008).



Obrázek 1:6. Lnička olejná (*Camelina sativa*) (Baranyk, 2010)

Květenstvím lničky je hrozen, který se skládá z 20 až 40 květů a může dosáhnout délky až 30 cm. Plody jsou šešule hruškovitého až vejčitého tvaru, široké 1–1,5 mm a dlouhé 4–6 mm. Zralé šešule jsou vypouklé, se střední žilkou a síťovitou žilnatinou na povrchu. Barva semen je oranžovo žlutá (obr.1:7). HTZ se pohybuje okolo 1–2 g. Obvyklý hektarový výnos semen u lničky je 1–1,5 t (Stražil, 2008).



Obrázek 1:7. Semena lničky (Stražil, 2008)

1.3.1 Využití lničky

Lnička jako zdroj oleje by mohla sloužit jako surovina pro výrobu laků a fermeží, biopaliv, kde jsou suroviny z části dováženy. Semeno lničky průměrně obsahuje 8 % vody, 23 % dusíkatých látek, 30 % tuku, 22 % bezdusíkatých látek, 9 % vlákniny, 7 % popelovin (Macek, 2010).

Semena lničky lze využívat v potravinářském průmyslu pro výrobu roztíratelných másel (po rafinaci, pokrmové tuky). V kosmetice pro výrobu mýdel a dalších produktů. Dále lze semeno lničky využít ve výživě zvířat jako extrahovaný šrot nebo pokrutiny. Pokrutiny lničky jsou z krmivářského hlediska v normě, co se týče obsahu kyseliny eurukové (obsah pod 3,3 %) a glykosinulátů. V porovnání např. se sójovými pokrutinami mají ty lničkové vyšší obsah cenných látek pro výživu drůbeže např. metioninu, cysteinu a threoninu. Ze stonků lničky se dříve vyráběly košťata a kartáče. Stonky lze spalovat (spalné teplo sušiny slámy 18,84 KJ/g), (Stražil a Káš, 2006).

1.3.2 Využití lničky jako pomocné plodiny

Odolnost lničky proti abiotickým stresům jako je sucho a nižší teploty z ní dělají dobrou pomocnou plodinou pro pěstování s obilninami (obr. 1:9) v sušších oblastech (Zanetti et al. 2017). Svým rychlým počátečním vývojem a dobrou konkurencí vůči plevelům v rané fázi, je vhodná i pro použití v ekologickém zemědělství (Berti et al. 2016). Saucke a Ackermann (2006) uvádí snížení zaplevelení o 52–63 %. Vysetím lničky do meziřádků hlavních plodin (obr. 1:8), může dojít ke snížení zaplevelení až 1,79krát (Raslavičius a Povilaitis 2013).

Lnička jako doprovodná plodina může pomoci k omezení polehání dalších plodin, při nepříznivém počasí, díky svému silnému kulovitému stonku (Thomas a Archam-

beaud, 2016). Mimo jiné lze lničku pěstovat ve směskách se lnem (*Linum usita-tissimum*) nebo řepkou (*Brassica napus L.*) a vyrábět z ní biosložky používané v palivech (Paulsen et al. 2011).



Obrázek 1:8. Sklizeň lničky s podsevem sóji (Gesch, 2015)



Obrázek 1:9. Pěstování pšenice společně s lničkou (Paulsen, 2007)



Obrázek 1:10. Směs lupiny s lničkou (Paulsen, 2008)



Obrázek 1:11. Len jako pomocná plodina v porostu sóji (Stockford, 2017)

V současné době se lnička jako krycí plodina nepoužívá, ale má potenciál být takto využívána v systémech pěstování kukuřice (*Zea mays L.*) a sóji (*Glycine max*), (obr. 1:11), (Berti et al., 2017). Je vhodná i pro použití jako krycí plodina v měsících, kdy je půda bez vegetačního pokryvu a pomáhá k ukládání uhlíku v půdě (Zubr, 2003).

2 Vlastní práce

2.1 Charakteristika lokality

Pro založení maloparcelkového pokusu s prosem setým s podsevem lničky, byl vybrán školní pokusný pozemek Fakulty zemědělské a technologické, Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Lokalita, na které byly experimentální parcelky založeny se nachází v areálu univerzity v Českých Budějovicích (obr.2:1).



Obrázek 2:1. Pokusný pozemek Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (Google.cz, 2023)

2.2 Geografické a klimatické podmínky

V této lokalitě jsou půdním typem pseudogleje, které jsou slabě skeletovité s celkovým obsahem skeletu 10–25 %. Experimentální parcela se nachází ve výšce 381 m nad mořem.

Tabulka 2:1. Průběh počasí během vegetace (srážky a teploty) v roce 2021 v Českých Budějovicích (Meteostanice Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích).

měsíc	duben	květen	červen	červenec	srpen	září
suma srážek (mm)	9,2	89,4	79,6	72	17,6	20,6
Ø teplota (°C)	9,12	11,39	19,71	19,53	14,93	8,26

Obecně lze podnebí Českých Budějovic označit jako mírně teplé, vlhké, s mírnou zimou. Průměrný roční úhrn srážek je přibližně 629 mm a teplotní průměr se pohybuje okolo 8,2 °C. Dlouhodobý roční průměr teploty vzduchu činí 8,2 °C, červencový

18,0 °C. Slunce svítí průměrně 1 648 hodin za rok, z toho v červenci 228 hodin. Průběh počasí během vegetace v roce 2021 je uveden v tabulce 3.1.

2.3 Materiál

Pro maloparcelkový pokus byly použity následující odrůdy prosa setého a lničky seté.

Proso seté (*Panicum miliaceum*)

Hanácké Mana

Hanácké mana, je velmi raná odrůda středního vzrůstu s velmi dobrou odolností proti poléhání. Nejlepší podmínky pro pěstování jsou na středně těžkých, dobře zásobených půdách. Je odolné proti houbovým chorobám zejména sněti prašné. Zrno je šedé barvy, středně velké, pluchaté.

Hanácké mana se může uplatnit i jako komponent do směsí meziplodin a biopásů (Osivauni.cz, 2023).

Unikum

Unikum je raná odrůda středního vzrůstu (102 cm), středně až silně odnožující. Rostliny jsou odolné proti polehání a vypadávání zrn. Zrno je středně velké až velké, oválokulovité, žluté barvy. Odrůda Unikum je vhodná k pěstování na zrno v kukuřičných nebo řepařských výrobních oblastech. Mimo pěstování na zrno může být použito jako komponent do biopásů (Osivauni.cz, 2023).

Kornberger

Kornberger je nenáročná odrůda, které se daří i na nejchudších půdách. Je vysoce odolná proti suchu. Výška rostlin je od 100 do 200 cm. Rostliny mají široké listy a tvoří volnou, kopinatou nebo kompaktně převislou latu. Zrno je pluchaté, žluté barvy (BSV Saaten. de, 2023).

Lnička setá (*Camelina sativa*)

Zuzana

Lnička setá je jarní jednoletá olejníka z čeledi brukvovitých, vhodná do sušších podmínek, výška 50–100 cm. Má krátkou vegetační dobu (3 až 3,5 měsíce). Doba kvetení kolem 1–10. června. HTZ semen je 1,239 g. Semena jsou oranžově žlutá. Obsah oleje

je 30–40 %. Lnička je vhodná na většinu pozemků mimo kyselých a zamokřených půd. Je typická rychlým počátečním vývojem a vhodným přerušovačem obilních, kuřičných sledů (Vupt.cz, 2023).

2.4 Založení polního pokusu

Založení maloparcelkového pokusu bylo provedeno dne 11. 5. a 28. 6. 2021. Předplodinou byl úhor. Celkem bylo založeno 15 parcel s prosem setým s různou hustotou podsevu lničky seté a porost prosa setého bez podsevu. Velikost jedné parcely byla 10 m². Porost prosa setého v prvním výsevu byl velmi silně poškozen dlouhotrvajícím suchem po zasetí, což negativně ovlivnilo vzejití jednotlivých variant pokusu. Pokus proto proběhl pouze v jedné variantě a to na jednou odpleveleném porostu u variant s podsevem lničky 0, 100 a 150 rostlin na m².

Výsevek: Proso – 250 r/m² = 15,4 g/10 m² (15,4 kg/ha)

Lnička – 100 r/m² = 1,06 g/10 m² (1,06 kg/ha)

150 r/m² = 1,56 g/10 m² (1,56 kg/ha)

200 r/m² = 2,10 g/10 m² (2,10 kg/ha)

250 r/m² = 2,63 g/10 m² (2,63 kg/ha)

Výpočet výsevku prosa: klíčivost 95 %, čistota 99 %, HTZ 5,8 g

$$\text{Užitná hodnota} = \frac{\text{čistota} * \text{klíčivost}}{100}$$

$$\text{Užitná hodnota} = \frac{99 * 95}{100} = 94,05$$

$$\text{Výsevek} = \frac{\text{HTZ} * \text{MKS} * 100}{\text{užitná hodnota}}$$

$$\text{Výsevek} = \frac{5,8 * 250000 * 100}{94,05} = 15,4 \text{ kg/ha} = 15,4 \text{ g/10 m}^2$$

Výpočet výsevku lničky: klíčivost 96 %, čistota 98 %, HTZ 1 g

$$\text{Užitná hodnota} = \frac{\text{čistota} * \text{klíčivost}}{100}$$

$$\text{Užitná hodnota} = \frac{98 * 96}{100} = 94,08$$

$$\text{Výsev} = \frac{\text{HTZ} * \text{MKS} * 100}{\text{užitná hodnota}}$$

$$\text{Výsev} = \frac{1 * 1\,000\,000 * 100}{94,08} = 1,06 \text{ kg/ha} = 1,06 \text{ g/10 m}^2 \text{ (varianta 100 rostlin/m}^2\text{)}$$

$$\text{Výsev} = \frac{1 * 1\,500\,000 * 100}{94,08} = 1,59 \text{ kg/ha} = 1,59 \text{ g/10 m}^2 \text{ (varianta 150 rostlin/m}^2\text{)}$$

$$\text{Výsev} = \frac{1 * 2\,000\,000 * 100}{94,08} = 2,13 \text{ kg/ha} = 2,13 \text{ g/10 m}^2 \text{ (varianta 200 rostlin/m}^2\text{)}$$

$$\text{Výsev} = \frac{1 * 2\,500\,000 * 100}{94,08} = 2,65 \text{ kg/ha} = 2,65 \text{ g/10 m}^2 \text{ (varianta 250 rostlin/m}^2\text{)}$$

2.5 Ošetření porostu během vegetace

Pokus probíhal ve třech úrovních regulace zaplevelení: bez plevelů (porost prosa setého byl mechanicky odplevelen po vzejití a další mechanické odplevelení následovalo při metání prosa), s jednou ruční okopávkou a bez regulace plevelů.

2.6 Stanovení sledovaných výnosových parametrů prosa setého

Během vegetace:

Počátek kvetení – u každé parcelky byl zaznamenán počátek kvetení rostlin.

Počet rostlin na ploše – na ploše 1 m² byla zjištěna hustota porostu na třech místech porostu ve fázi sloupkování.

Při sklizni:

Hmotnost biomasy jedné rostliny – rostliny byly odebrány rostliny z 1 m² z každé parcelky po 2 opakováních, následně byly rostliny v zváženy.

Hmotnost semen na rostlině – rostliny byly odebrány rostliny z 1 m² z každé parcelky po 2 opakováních, následně bylo ze tří rostlin z odebraného vzorku získáno zrno, které bylo zváženo.

Výnos celkové biomasy – byl vypočítán dle získaných údajů (počet rostlin na m² * průměrná hmotnost rostliny * 10000).

Výška rostlin – u tří rostlin každé varianty měřena výška od kořenového krčku po vrchol pro každé opakování.

Výnos zrna prosa setého – byl vypočítán dle získaných údajů (počet plodných stébel na m², počet zrn v latě a HTZ), získané hodnoty byly vloženy do vzorce, kterým byl spočítán výnos prosa.

$$\text{Výnos v t/ha} = \frac{\text{počet plodných stébel na m}^2 * \text{průměrný počet zrn v latě} * \text{HTZ}}{100000}$$

Počet semen v latě – byl stanoven vydrolením semen z laty ze tří rostlin po 2 opakováních u každé varianty.

HTZ – byla stanovena zvážením 2x 500 semen

2.7 Stanovení zaplevelení

Stanovení zaplevelení proběhlo ve fázi sloupkování ve dvou opakováních. Odebraný materiál z 1 m² parcelek byl roztríděn na jednotlivé druhy kulturních rostlin a plevelů, usušen a zvážen. Identifikace jednotlivých druhů plevelů byla provedena podle Mikulky (2014).

2.8 Statistické hodnocení

Získané výsledky byly statisticky vyhodnoceny v programu Statistika 12.0 analýzou rozptylu s následným Tukeyho testem.

3 Výsledky

3.1 Počátek kvetení

Tabulka 3:1. Délka fáze od setí do počátku kvetení porostu prosa setého s různými hustotami podsevu lničky seté

Varianta	Datum setí	Kvetení	Celkem dní
Bez podsevu	11.5.2021	6.7.2021	55
100 rostlin/m ²	11.5.2021	6.7.2021	55
150 rostlin/m ²	11.5.2021	6.7.2021	55
200 rostlin/m ²	11.5.2021	6.7.2021	55
250 rostlin/m ²	11.5.2021	6.7.2021	55
Bez podsevu	28.6.2021	16.8.2021	48
100 rostlin/m ²	28.6.2021	16.8.2021	48
150 rostlin/m ²	28.6.2021	16.8.2021	48
200 rostlin/m ²	28.6.2021	16.8.2021	48
250 rostlin/m ²	28.6.2021	16.8.2021	48

Podsev lničky o různých hustotách neměl vliv na prodloužení vegetativní fáze vývoje od setí do počátku květu u prosa setého viz tabulka č. 3:1. Z tabulky č. 3:1. je patrné, že u prosa z prvního termínu výsevu byla růstová fáze od setí do počátku kvetení delší.

3.2 Počet rostlin

Z tabulky č. 3:2. vyplývá, že podsev lničky seté o různých hustotách výrazně neovlivnil počet rostlin prosa na m². Velký rozdíl je mezi 1 a 2 termínem setí, kdy kvůli špatně vzešlému porostu vlivem extrémního sucha a zaplevelení byl porost prosa z větší části potlačen.

Tabulka 3:2. Průměrný počet rostlin prosa setého a lničky seté na 1 m² (průměr ± SD)

Varianta	Setí 11.5.	Setí 28.6.
Počet rostlin prosa		
Bez podsevu	246	257 (±0,81)
100 rostlin/m ²	144	254 (±1,24)
150 rostlin/m ²	120	256 (±0,81)
200 rostlin/m ²	N	257 (±0,47)

250 rostlin/m²	N	256 (±0,81)
Počet rostlin lničky		
100 rostlin/m²	94	98 (±1,5)
150 rostlin/m²	132	147 (±2,5)
200 rostlin/m²	N	203 (±4,5)
250 rostlin/m²	N	243 (±4,5)

N – nesledováno z důvodu malého počtu jedinců

3.3 Výška rostlin kulturních

Tabulka 3:3. Průměrná výška rostlin prosa setého a lničky seté v cm ze dvou termínů výsevu a v různých variantách podsevu lničky (průměr ± SD)

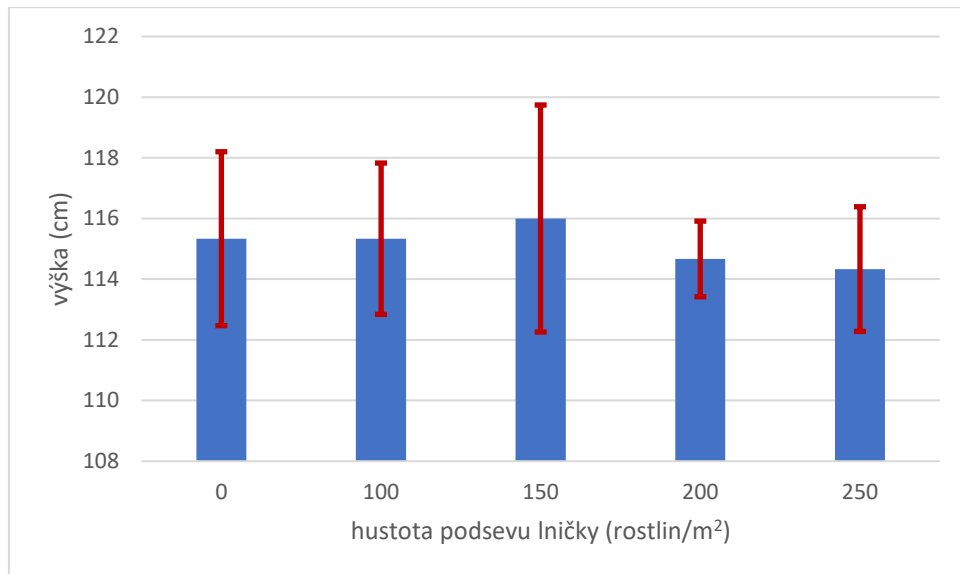
Varianta	Setí 11.5.2021		Setí 28.6.2021	
	prosa	lnička	proso	lnička
Bez podsevu	90 (±1)	-	117 (±1)	-
100 rostlin/m²	91 (±2,5)	69,5 (±0,5)	116 (±1,5)	90 (±1)
150 rostlin/m²	90 (±2)	70 (±1)	116 (±1,5)	91 (±0,5)
200 rostlin/m²	90 (±0,75)	70,5 (±0,5)	116 (±1)	90 (±1)
250 rostlin/m²	89 (±1,5)	70 (±1)	115 (±1)	90 (±1)

Z tabulky č. 3:3. je patrné, že podsev lničky zásadně průkazně neovlivnil výšku rostlin prosa ($P \leq 0,05$). Dále pak, že počet rostlin prosa setého na m² neovlivnil ani výšku rostlin lničky.

Vliv termínu výsevu na výšku rostlin prosa byl statisticky průkazný ($P=0,04987$). Rostliny z prvního výsevu byly kratší než rostliny z druhého výsevu.

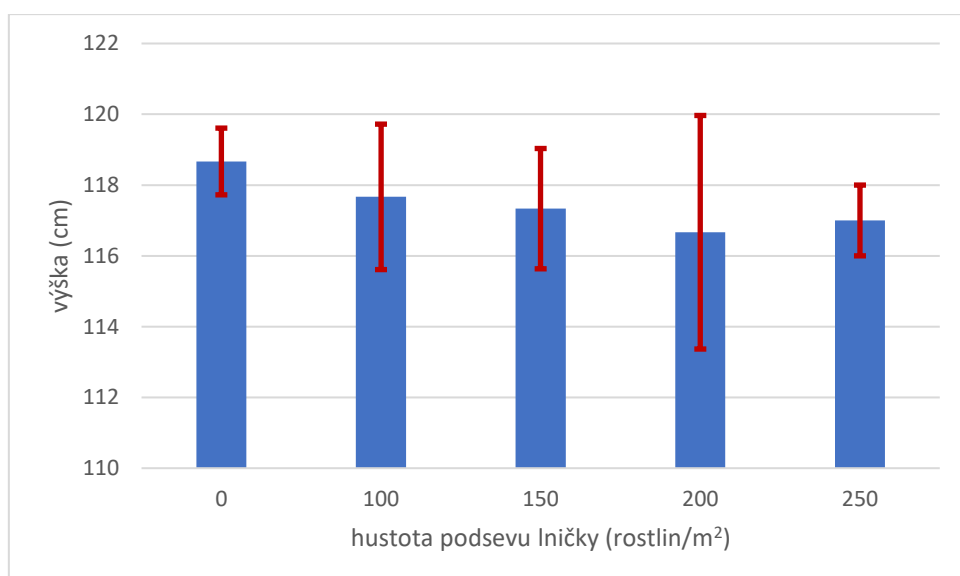
3.4 Výška rostlin prosa

V porostu prosa, který byl ponechán bez zásahu během vegetace, dosahovala výška rostlin prosa ve variantách bez podsevu a s podsevem lničky o hustotě 100 rostlin/m² 115,3 cm. Ve variantě s podsevem lničky o hustotě 150 rostlin/m² byla výška rostlin prosa 116 cm. Ve zbylých dvou variantách s podsevem lničky o hustotě 200 a 250 rostlin/m² byla výška rostlin 114,6 cm a 114,3 cm. Vliv podsevu lničky na výšku rostlin prosa setého nebyl statisticky průkazný ($P=0,8081$).



Graf 3:1. Výška rostlin prosa setého, varianta bez zásahu během vegetace

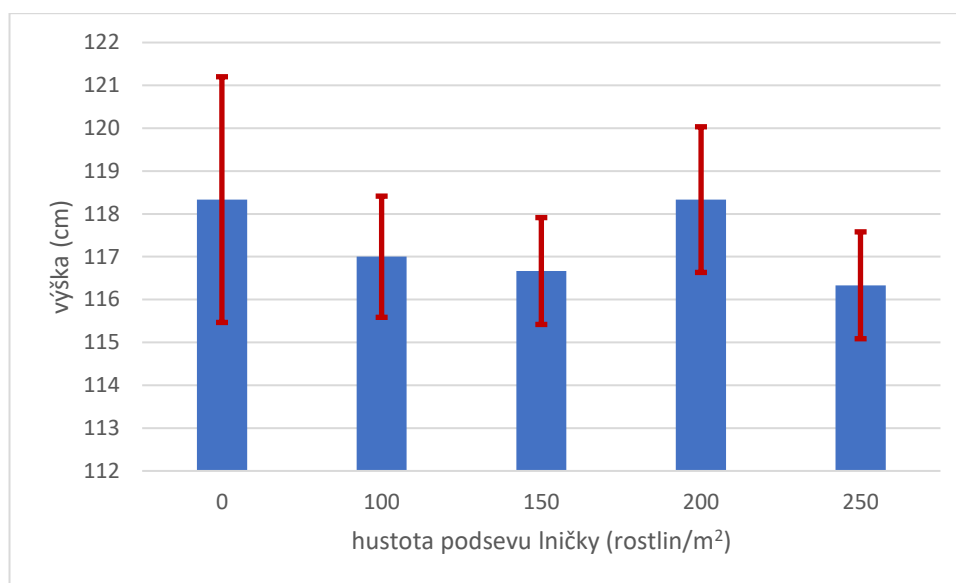
Graf č. 3:2. nám ukazuje, že v porostu prosa, který byl jednou odplevelen během vegetace byla největší výška rostlin prosa ve variantě bez podsevu lničky a to 118,6 cm. V následujících variantách s podsevem lničky o hustotě 100 a 150 rostlin/m² dosahovaly rostliny prosa téměř totožné výšky a to 117,6 cm a 117,3 cm. Ve variantě s podsevem lničky o hustotě 200 rostlin/m² dosahovala výška rostlin prosa 116,6 cm a ve variantě s podsevem lničky o hustotě 250 rostlin/m² byla výška prosa 117 cm. Vliv podsevu lničky na výšku prosa setého nebyl statisticky průkazný ($P = 0,7894$).



Graf 3:2. Výška rostlin prosa setého, varianta jednou odpleveleno během vegetace

V porostu prosa, který byl dvakrát odplevelen během vegetace byla naměřena nejdelší výška rostlin prosa 118,3 cm ve variantě bez podsevu lničky a s podsevem lničky o hustotě 200 rostlin/m² (viz. graf. č. 3:3.). Ve variantě s podsevem lničky o hustotě 100 rostlin/m² dosahovala výška prosa 117 cm. Ve zbylých variantách s podsevem lničky 150 a 250 rostlin/m² byla výška rostlin téměř totožná a to 116,6 cm a 116,3 cm.

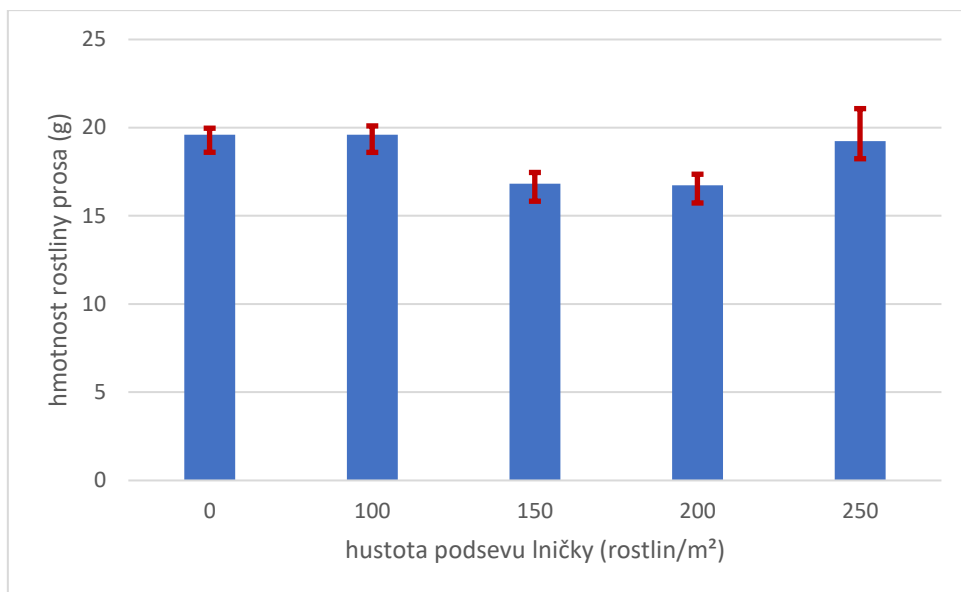
Podsev lničky neměl statisticky průkazný vliv na výšku rostlin prosa setého ($P = 0,8080$). Statisticky průkazný vliv na výšku rostlin mělo odplevelení ($P = 0,0187$), kdy kontrola bez ošetření měla rostliny průkazně menší (115 cm) než variant jednou (117 cm) a dvakrát odplevelené (117 cm). Vliv podsevu lničky na výšku prosa setého nebyl statisticky průkazný ($P = 0,8012$). Naproti tomu vliv odplevelení na výšku jedné rostliny prosa byl statisticky průkazný ($P = 0,01879$), kdy vyšší rostliny (117,4 cm v průměru) poskytly porost jednou či dvakrát odplevelený proti neošetřené variantě, která měla rostliny nižší (115 cm).



Graf 3:3. Výška rostlin prosa setého, varianta dvakrát odpleveleno během vegetace

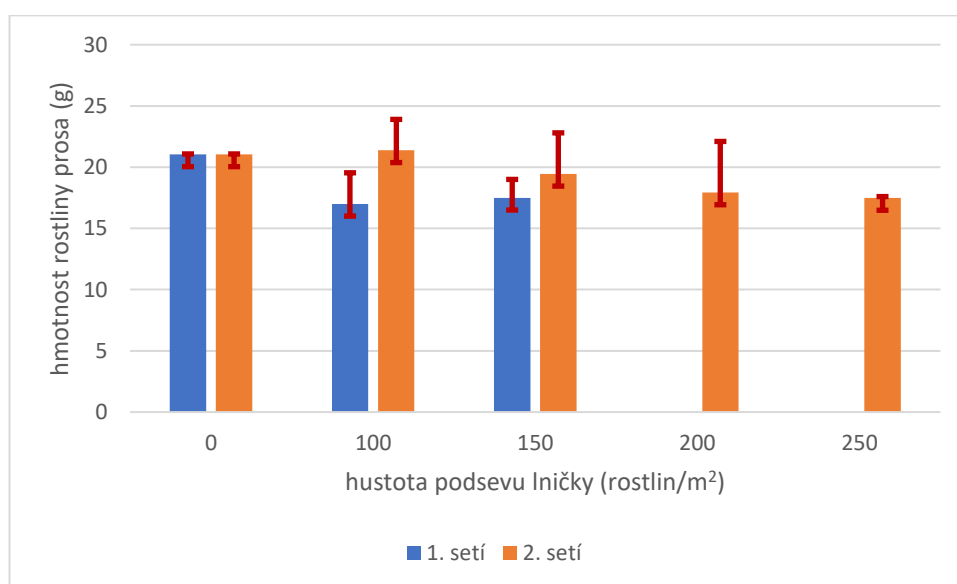
3.5 Hmotnost biomasy jedné rostliny prosa setého

Z grafu č. 3:4. je patrné, že u porostu prosa bez odplevelení, byly rozdíly v hmotnosti biomasy jedné rostliny prosa bez podsevu (19,65 g) a s podsevem lničky o hustotě 100 rostlin/m² (19,60 g) a 250 rostlin/m² (19,24 g). Hmotnost rostlin prosa s podsevem lničky 150 rostlin/m² byla 16,83 g. a 250 rostlin/m² byla 16,73 g. Mezi jednotlivými variantami ale nebyly statisticky průkazné rozdíly ($P = 0,0533$).



Graf 3:4. Hmotnost rostliny prosa setého v zeleném stavu, varianta bez zásahů během vegetace

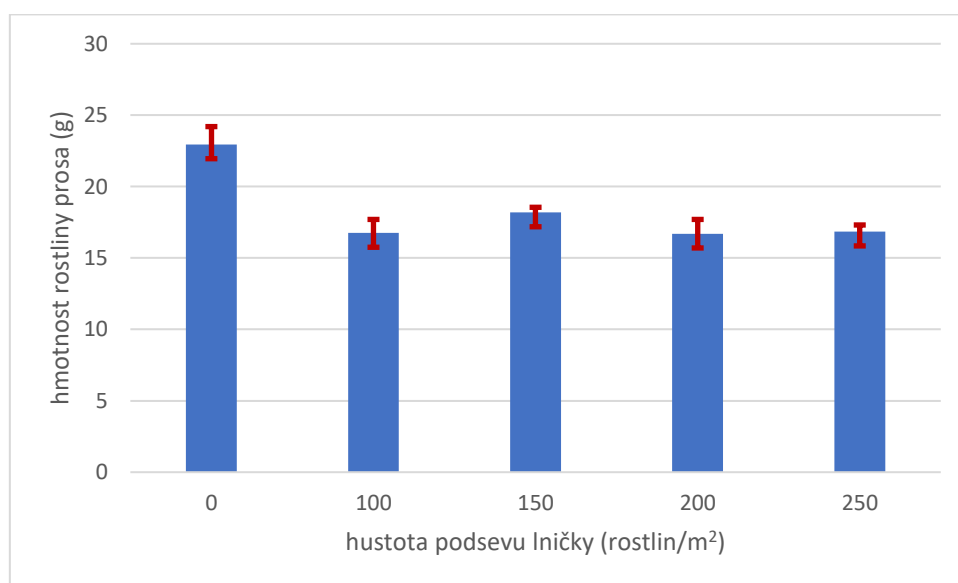
Z grafu č. 3:5. je patrné, že v porostu prosa, který byl jednou odplevelen, byla hmotnost jedné rostliny nejvyšší u kontrolní varianty (21,04 g) a varianty s podsevem lničky o hustotě 100 rostlin/m² (21,87 g). Pokles váhy rostlin prosa byl zaznamenán u varianty s podsevem lničky 150 rostlin/m² (19,45 g), dále pak u varianty s podsevem lničky o hustotě 200 rostlin/m² (17,93 g) a s podsevem lničky o hustotě 250 rostlin/m² (17,48 g). Mezi jednotlivými variantami ale nebyly statisticky průkazné rozdíly ($P = 0,0534$).



Graf 3:5. Hmotnost rostliny prosa setého v zeleném stavu ze dvou termínů výsevů porostu, varianta jednou odpleveleno během vegetace

Varianta bez podsevu lničky poskytla stejné hodnoty hmotnosti jedné rostliny při 1. i 2. setí (21,04 g). U zbylých variant byly rozdíly větší, a to u varianty 100 rostlin/m² o 4,37 g (1. setí 17 g a 2. setí 21,37 g). U varianty s podsevem lničky o hustotě 150 rostlin/m² byl rozdíl 1,95 g (1. setí 17,5 g a 2. setí 19,45 g). Vliv termínu setí na hmotnost jedné rostliny nebyl statisticky průkazný (P=0,1873). Zbylé varianty pokusu nebyly hodnoceny z důvodu špatného vzejití prosa.

Největší hmotnost jedné rostliny u porostu prosa, který byl dvakrát odplevelen, poskytla varianta bez zásahu během vegetace a to 22,95 g viz. graf č. 3:6. Zbylé varianty poskytovaly podobné výnosy až na variantu s podsevem lničky o hustotě 150 rostlin/m², kde byl mírný nárůst hmotnosti (18,18 g). Zbylé varianty s podsevem lničky o hustotě 100, 200 a 250 rostlin/m² poskytly hmotnost jedné rostliny od 16,75 g do 16,84 g. Mezi jednotlivými variantami ale nebyly statisticky průkazné rozdíly (P = 0,0534). Vliv odplevelení na hmotnost jedné rostliny prosa nebyl statisticky průkazný (P ≤ 0,05).

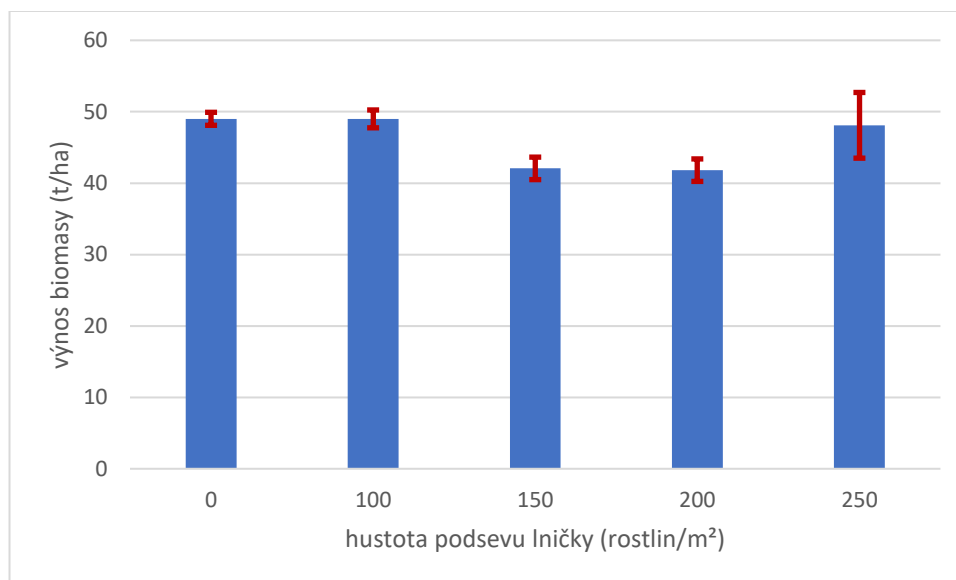


Graf 3:6. Hmotnost rostliny prosa setého v zeleném stavu, varianta dvakrát odpleveleno během vegetace

3.6 Výnos celkové biomasy

Z graf u č. 3:7. je patrné, že u porostu bez odplevelení, poskytly podobný hektarový výnos čerstvé biomasy prosa varianty bez podsevu lničky (49,01 t) dále pak s podsevem lničky o hustotě 100 rostlin/m² (49,00 t) a 250 rostlin/m² (48,01 t).

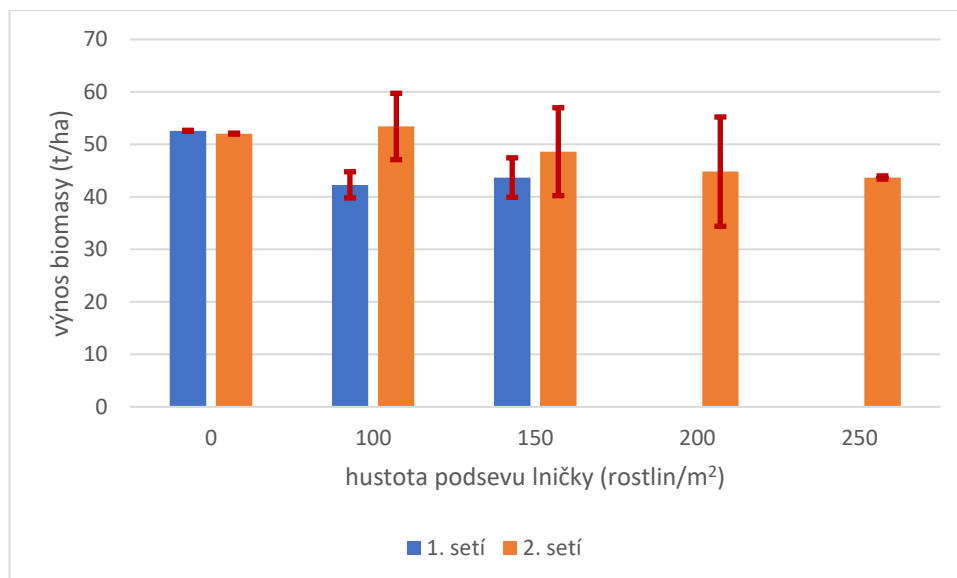
Pokles výnosu byl zaznamenán u varianty s podsevem lničky o hustotě 150 rostlin/m² (42,07 t) a 200 rostlin/m² (41,82 t). Mezi jednotlivými variantami ale nebyly statisticky průkazné rozdíly ($P = 0,0534$).



Graf 3:7. Výnos celkové čerstvé biomasy prosa setého v t/ha, varianta bez zásahu během vegetace

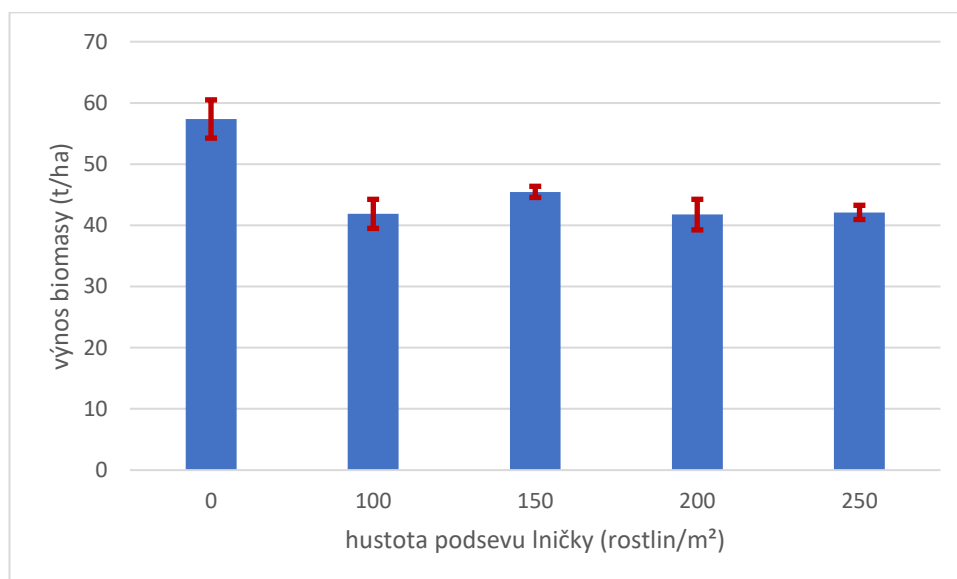
Největší hektarový výnos u porostu prosa, který byl jednou odplevelen, poskytla varianta s podsevem lničky o hustotě 100 rostlin/m² (53,43 t) a bez podsevu lničky (52,06 t) viz. graf č. 3:8. Pokles výnosu byl zaznamenán u zbylých variant o hustotě 150 rostlin/m² (48,62 t), 200 rostlin/m² (44,82 t) a 250 rostlin/m² (43,70 t). Mezi jednotlivými variantami ale nebyly statisticky průkazné rozdíly ($P = 0,0534$).

Porovnání variant, které byly jednou odpleveleny během vegetace, z prvního (11. 5. 2021) a druhého setí (28. 6. 2021) je uvedeno v grafu č. 3:8. Varianty bez podsevu lničky poskytly výnos bez větších rozdílů (1. setí 52,60 t. a 2. setí 52,06 t). U varianty s podsevem lničky o hustotě 100 rostlin/m² byly ve výnosech mezi 1. a 2. setím značné rozdíly a to až 10 t. (1. setí 42,30 t. a 2. setí 53,43 t.). U poslední varianty o hustotě 150 rostlin/m² byl výnos 1. setí 43,70 t. a 2. setí 48,62 t. Výsledky jsou statisticky neprůkazné ($P=0,1874$). Zbylé varianty nebylo možno vyhodnotit z důvodu špatného vzejití porostu prosa.



Graf 3:8. Výnos celkové čerstvé biomasy prosa setého v t/ha ze dvou termínů výsevu, varianta jednou odpleveleno během vegetace

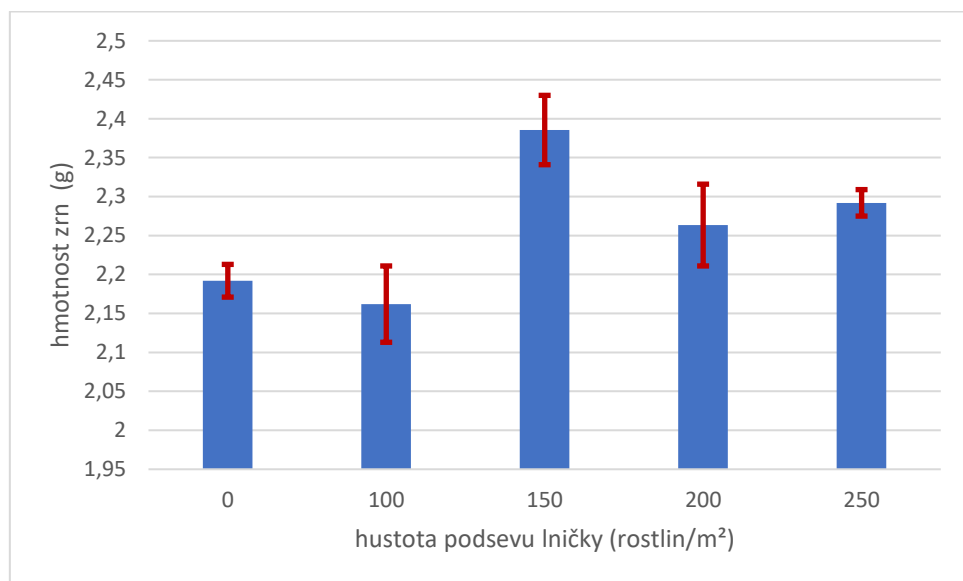
Z grafu č. 3:9. je patrné, že nejvyšší výnos u porostu, který byl dvakrát odplevelen, poskytla varianta bez podsevu lničky (57,37 t). Zbylé varianty s podsevem lničky o hustotě 100, 200 a 250 rostlin/m² poskytly hektarový výnos čerstvé biomasy od 41,75t do 42,11 t. Druhou nejvyšší hodnotu poskytla varianta s podsevem lničky o hustotě 150 rostlin/m² (45,46 t). Mezi jednotlivými variantami nebyly statisticky průkazné rozdíly ($P = 0,0534$). Vliv odplevelení na celkový výnos biomasy prosa nebyl statisticky průkazný ($P \leq 0,05$).



Graf 3:9. Výnos celkové čerstvé biomasy prosa setého v t/ha, varianta dvakrát odplevelená během vegetace

3.7 Hmotnost zrna z jedné rostliny prosa setého

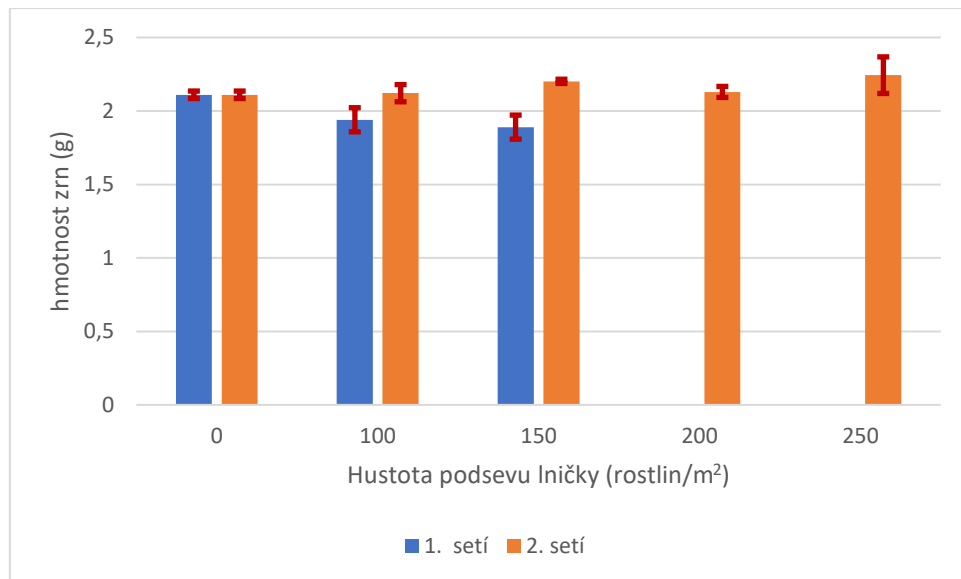
Dle grafu č. 3:10. u porostu prosa, který nebyl během vegetace odplevelován dosáhla nejvyšší hmotnosti zrn z 1 rostliny (2,38 g) varianta s podsevem lničky 150 rostlin/m². Druhá nejvyšší hodnota byla zjištěna u varianty s podsevem lničky 250 rostlin/m² (2,29 g). Zbylé varianty bez podsevu a s podsevem 100 rostlin/m² poskytly stejnou průměrnou hmotnost zrn z jedné rostliny (2,19 g a 2,16 g). Varianta 200 rostlin/m² poskytla třetí největší hmotnost zrn z 1 rostliny (2,26 g). Mezi jednotlivými variantami nebyly statisticky průkazné rozdíly (P = 0,1429).



Graf 3:10. Hmotnost zrn z jedné rostliny prosa, bez zásahu během vegetace

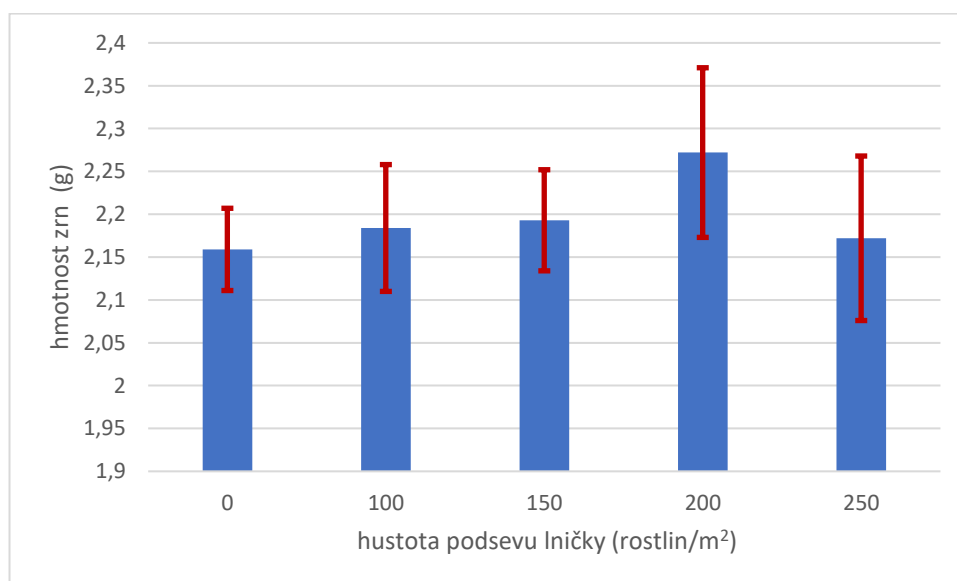
Z grafu č. 3:11. je zřejmé, že největší hmotnost zrn z 1 rostliny prosa setého z porostu, který byl jednou odplevelen poskytla varianta s podsevem lničky o hustotě 250 rostlin/m² (2,24 g) a varianta s podsevem lničky o hustotě 150 rostlin/m² (2,20 g). Zbylé varianty dosáhly podobné hodnoty, a to bez podsevu lničky (2,11 g), s podsevem lničky o hustotě 100 rostlin/m² (2,12 g) a s podsevem lničky o hustotě 200 rostlin/m² (2,12 g). Mezi jednotlivými variantami nebyly statisticky průkazné rozdíly (P = 0,1429).

Varianta bez podsevu lničky poskytla stejnou hodnotu (2,11 g) u 1. i 2. termínu setí. V dalších variantách, ale už jsou rozdíly, a to ve variantě o hustotě 100 rostlin/m² 0,18 g. (1. setí 1,94 g. a 2.setí 2,12 g). Ve variantě o hustotě 150 rostlin/m² byl rozdíl 0,31 g. (1. setí 1,89 g. a 2. setí 2,20 g). Vliv termínu setí na hmotnost zrna z jedné rostliny byl statisticky průkazný (P=0,026961). Zbylé varianty nebyly hodnoceny z důvodu špatného vzejití prosa.



Graf 3:11. Hmotnost zrn z jedné rostliny prosa ze dvou termínů výsevu, jednou odpleveleno během vegetace

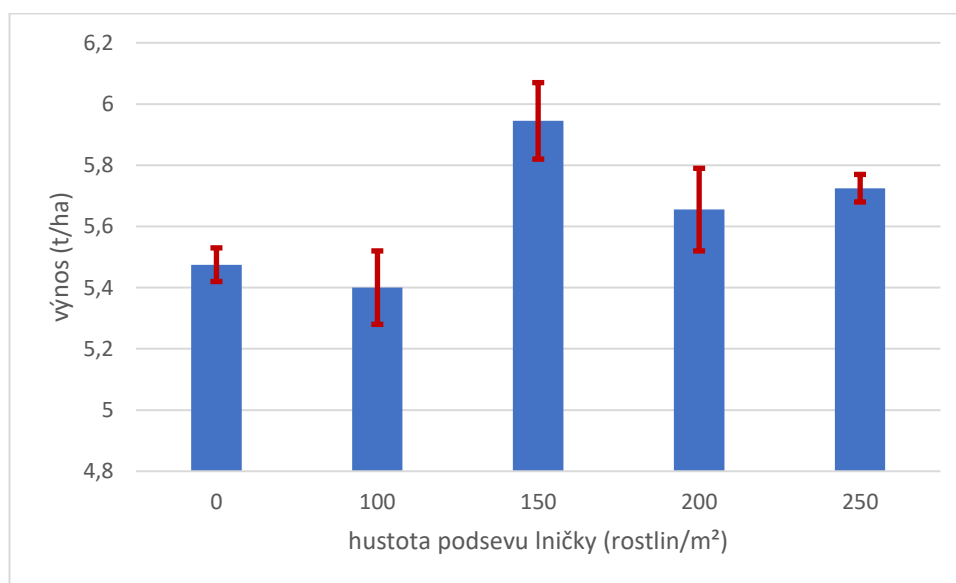
Z grafu č. 3:12. je vidět, že vysoké hmotnosti zrn z 1 rostliny dosáhla varianta s podsevem lničky o hustotě 200 rostlin/m² (2,27 g). Druhá nejvyšší hodnota byla navážena u varianty s podsevem lničky o hustotě 150 rostlin/m² (2,19 g). Další varianty poskytly hodnoty bez větších rozdílů, a to u varianty s podsevem lničky 100 rostlin/m² (2,18g), varianta s podsevem lničky 250 rostlin/m² (2,17 g). Naopak nejmenší hmotnost zrn z 1 rostliny poskytla varianta bez podsevu lničky (2,15 g). Mezi jednotlivými variantami nebyly statisticky průkazné rozdíly ($P = 0,1429$). Vliv odplevelení na hmotnost zrn jedné rostliny prosa nebyl statisticky průkazný ($P \leq 0,05$).



Graf 3:12. Hmotnost zrn z jedné rostliny prosa, dvakrát odpleveleno během vegetace

3.8 Celkový výnos zrna prosa setého

Z grafu č. 3:13. je patrné, že u porostu, který nebyl během vegetace odplevelován, poskytla největší hektarový výnos varianta s podsevem lničky o hustotě 150 rostlin/m² (5,94 t). Druhý největší výnos poskytla varianta s podsevem lničky o hustotě 250 rostlin/m² (5,72 t). Jako třetí nejvýnosnější byla varianta s podsevem lničky o hustotě 200 rostlin/m² (5,65 t). Zbylé varianty bez podsevu a s podsevem lničky o hustotě 100 rostlin/m² poskytly totožný výnos a to (5,47 a 5,40 t). Mezi jednotlivými variantami nebyly statisticky průkazné rozdíly ($P = 0,1469$).

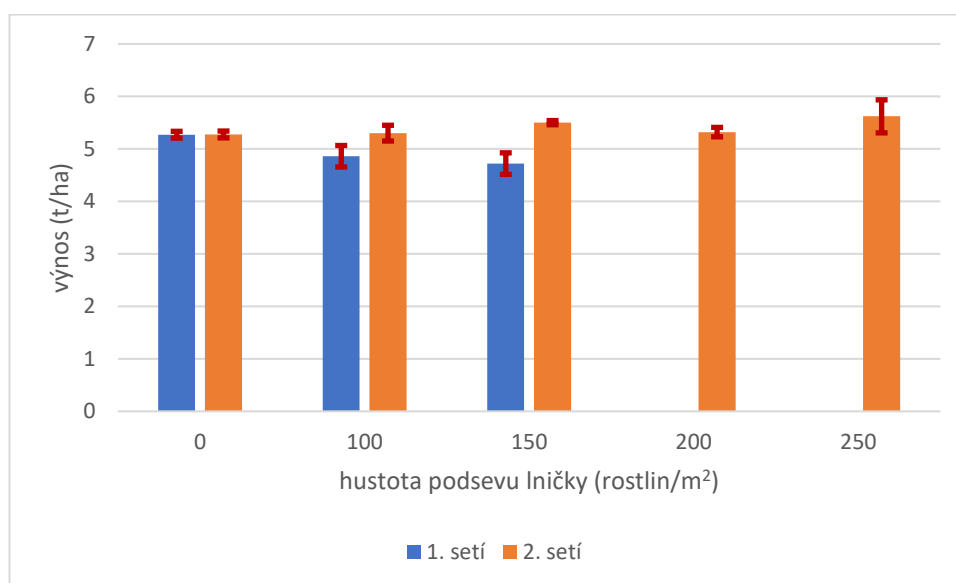


Graf 3:13. Výnos zrna prosa setého v t/ha, varianta bez zásahu během vegetace

Z grafu č. 3:14. je vidět, že v porostu, který byl jednou odplevelen během vegetace poskytla největší výnos varianta s podsevem lničky o hustotě 250 rostlin/m² (5,62 t). Druhá nejvýnosnější varianta byla s podsevem lničky o hustotě 150 rostlin/m² (5,50 t). Téměř stejný výnos poskytly varianty s podsevem lničky o hustotách 100 a 200 rostlin/m² (5,30 a 5,32 t). Nejmenší výnos poskytla varianta bez podsevu lničky (5,27 t). Mezi jednotlivými variantami nebyly statisticky průkazné rozdíly ($P = 0,1470$). Vliv odplevelení na celkový výnos zrn prosa nebyl statisticky průkazný ($P \leq 0,05$).

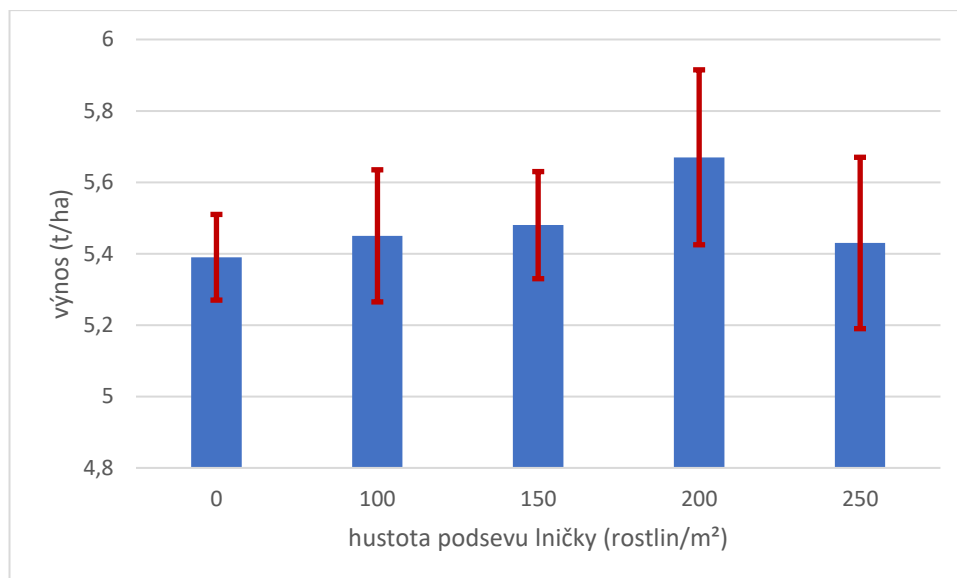
Varianty bez podsevu lničky poskytly stejný výnos z obou termínů výsevu a to 5,27 t. U varianty s podsevem lničky o hustotě 100 rostlin/m² byl rozdíl ve výnosu mezi 1. a 2. setím 0,44 t. (1. setí 4,86 t. a 2. setí 5,30 t). U další varianty s podsevem lničky o hustotě 150 rostlin/m² byl vysoký rozdíl ve výnosu mezi 1. setím a 2. setím a to 0,78 t. (1. setí 4,72 t. a 2. setí 5,50 t).

Vliv termínu setí na výnos zrna byl statisticky průkazný ($P=0,0270$). Zbylé varianty nebyly hodnoceny z důvodu špatně vzešlého porostu prosa setého.



Graf 3:14. Celkový výnos zrna prosa setého v t/ha ze dvou termínů výsevu, varianta jednou odpleveleno během vegetace

V porostu prosa, který byl během vegetace dvakrát odplevelený, poskytla největší výnos varianta s podsevem lničky o hustotě 200 rostlin/m² (5,67 t) viz. graf č. 3:15. Malé rozdíly mezi výnosy byly u variant s podsevem lničky o hustotě 150 rostlin/m² (5,48 t), 100 rostlin/m² (5,45 t) a variantě o hustotě 250 rostlin/m² (5,43 t). Nejnižší výnos byl u varianty bez podsevu lničky a to 5,39 t. Mezi jednotlivými variantami nebyly statisticky průkazné rozdíly ($P = 0,1469$). Vliv odplevelení na celkový výnos zrna prosa nebyl statisticky průkazný ($P \leq 0,05$).



Graf 3:15. Výnos zrna prosa setého v t/ha, varianta dvakrát odpleveleno během vegetace

3.9 Počet semen v květenství prosa

Z tabulky č. 3:4. je patrné, že počet semen prosa setého se v závislosti na hustotě podsevu lničky výrazně nezměnil a vliv hustoty podsevu na počet semen prosa v latě nebyl ani statisticky průkazný ($P \leq 0,05$).

Tabulka 3:4. Počet semen v květenství prosa setého (průměr \pm SD)

Varianta	bez zásahu	1 x odpleveleno	2x odpleveleno
Setí 28.6.			
Bez podsevu	407 (± 5)	373 (± 3)	357 (± 2)
100 rostlin/m²	395 (± 2)	387 (± 2)	380 (± 2)
150 rostlin/m²	384 (± 3)	412 (± 3)	394 (± 4)
200 rostlin/m²	389 (± 3)	361 (± 3)	384 (± 3)
250 rostlin/m²	396 (± 5)	375 (± 2)	391 (± 3)
Setí 11.5.			
Bez podsevu	N	360 (± 9)	N
100 rostlin/m²	N	356 ($\pm 9,5$)	N
150 rostlin/m²	N	314 (± 16)	N

N – nesledováno z důvodu malého počtu jedinců prosa setého

3.10 HTZ prosa setého

Z tabulky č. 3:5. je patrné, že varianty bez podsevu nebo s podsevem lničky o různých hustotách neovlivnili HTZ prosa. Vliv termínu výsevu, hustoty podsevu lničky ani odplevelení na HTZ prosa setého nebyl statisticky průkazný ($P \leq 0,05$).

Tabulka 3:5. Průměrná HTZ prosa v jednotlivých variantách podsevu lničky

Varianta	bez zásahu	1 x odpleveleno	2x odpleveleno
Setí 28.6.			
Bez podsevu	6,0	5,9	6,1
100 rostlin/m²	6,1	6,0	6,0
150 rostlin/m²	6,0	6,1	5,9
200 rostlin/m²	5,9	6,0	6,0
250 rostlin/m²	6,1	6,0	6,0
Setí 11.5.			
Bez podsevu	N	6,1	N
100 rostlin/m²	N	5,9	N
150 rostlin/m²	N	6,0	N

N – nesledováno z důvodu malého počtu jedinců prosa setého

3.11 Zaplevelení porostu prosa setého

Tabulka 3:6. Hmotnost sušiny plevelných druhů v g z 1 m² porostu prosa zasetého 11.5 a 28.6.2021

Varianta	0 (rost- lin/m ²)	100 (rost- lin/m ²)	150 (rost- lin/m ²)	200 (rost- lin/m ²)	250 (rost- lin/m ²)
Setí 11.5.					
Bez zásahu	N	N	N	N	N
Jednou odplevelené	185	173	176	111	95
Dvakrát odplevelené	0	0	0	0	0
Setí 28.6.					
Bez zásahu	6,5	7,2	9,1	7,7	5
Jednou odplevelené	5,5	6,6	8,8	7,4	4,7

Dvakrát odpleve- lené	0	0	0	0	0
----------------------------------	---	---	---	---	---

N – nesledováno z důvodu malého počtu jedinců prosa setého

V případě prvního termínu výsevu podíl plevelných druhů klesal s narůstajícím počtem jedinců lničky seté ($P = 0,02679$). Vliv hustoty podsevu lničky na zaplevelení porostu nebyl u druhého termínu výsevu statisticky průkazný ($P = 0,1058$). Statisticky průkazný ($P = 0,00001$) byl rozdíl v množství plevelů mezi porostem jednou ($6,63 \text{ g/m}^2$) a dvakrát odpleveným (0 g/m^2) a porostem ponechaným bez zásahu ($7,12 \text{ g/m}^2$). Statisticky průkazný byl také termíny setí na podíl plevelů v prostu prosa setého, kdy menší zaplevelení bylo v průměru zaznamenáno u druhého termínu výsevu ($6,98 \text{ g/m}^2$) oproti prvnímu termínu výsevu ($122,17 \text{ g/m}^2$), který byl negativně ovlivněn velmi suchým počasím v době vzházení rostlin.

3.12 Nejvíce zastoupené druhy plevelů

Tabulka 3:7. Průměrné zastoupení nejvýznamnějších druhů plevelů (%) v porostu prosa setého vysetého 28.6.2021

Varianta	Ježatka kuří noha	Přeslička rolní	Zemědým lékařský	Bažanka roční	Laskavec ohnutý	Penízek rolní
Bez pod- sevu	75	15	5	2	2	2
100 rost- lin/m²	81	13	3	2	0	1
150 rost- lin/m²	83	10	2	2	1	2
200 rost- lin/m²	85	10	2	1	0	2
250 rost- lin/m²	84	10	2	0	1	3

V porostu prosa byly nevíce zastoupeny tyto druhy plevelů:

- Ozimé: Penízek rolní (*Thlapsi arvense*)
Zemědým lékařský (*Fumaria officinalis*)
- Pozdně jarní: Bažanka roční (*Mercurialis annua*)
Ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*)
Laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*)
- Vytrvalé: Přeslička rolní (*Equisetum arvense*)

Vyhodnocení podílu jednotlivých druhů plevelů v porostu prosa setého proběhlo pouze u druhého výsevu z důvodu malého počtu jedinců prosa setého v prvním výsevu. Z tabulky č. 3:7. je patrné, že nejvíce zastoupeným plevelem byla ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*) a přeslička rolní (*Equisetum arvense*), dalším nejrozšířenější plevelem byl zemědým lékařský (*Fumaria officinalis*), zbylé plevele jako bažanka roční (*Mercurialis annua*), laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*) a penízek rolní (*Thlapsi arvense*) se v porostu vyskytovaly jen v malé míře. Vliv hustoty podsevu lničky seté na výskyt ježatky, přesličky, zemědýmu, bažanky ani laskavce nebyl statisticky průkazně ovlivněn hustotou podsevu lničky seté ($P=0,2326$, $P=0,6353$, $P=0,7359$, $P=0,6759$).

Na výskyt ježatky mělo průkazný vliv odplevelení, kdy nejmenší výskyt byl statisticky průkazně zaznamenán u varianty dvakrát odplevelené (0 %), následovala varianta jednou odplevelená (5,3 %) a po ní varianta bez ošetření (9,9 %). U ostatních plevelů vliv odplevelení na výskyt jednotlivých druhů nebyl průkazný ($P=0,0524$, $P=0,3833$, $P=0,3281$).

4 Diskuse

Výnos zrna prosa setého se se zvyšující hustotou podsevu lničky seté ve většině případech a jednotlivých variant snižoval, ale tento vliv nebyl statisticky průkazný. Naproti tomu Prins a de Wit (2006) uvádí, že při pěstování lupiny a jarní pšenice s lničkou jako pomocnou plodinou, došlo ke snížení výnosu až o 20 %.

Zjistili jsme, že později založený porost prosa, přinesl vyšší celkový výnos biomasy a zrna. Také výška rostlin byla větší než u porostu, který byl vyset dříve. Gavitt, et al. (2017) uvádí, že proso, které bylo seté v červenci, dorůstalo větší výšky a poskytlo větší výnos semen než proso, které bylo zaseté v červnu. Naproti tomu Maurya (2016) uvádí, že proso, které bylo zaseto v červenci dosahovalo dříve stádia zralosti a větší výšky rostlin a to až 140 cm, než proso, které bylo zaseto v srpnu.

Průměrně vyšší výnosy zrna prosa, bez rozdílu, jestli byl porost jednou či dvakrát odplevelen nebo ponechán bez zásahu během vegetace, poskytovaly varianty s podsevem lničky než bez podsevu. Younis (2021) uvádí, že nejvyšší ekonomický výnos prosa, byl pozorován tam, kde plevelná vegetace ponechaná v mezířádku soutěžila s prosem o živiny. Lnička v tomto případě může svojí přítomností nahrazovat „zapelevení“ porostu, které stimuluje proso k vyššímu výnosu.

Z výsledků vyplívá, že pěstování prosa s pomocnou plodinou snižuje výskyt plevelů v porostu, stejně jako uvádí Paulsen et al. (2006), že při pěstování pšenice seté s krycí plodinou lničkou setou, byla snížena pokryvnost plevelu o 50-60 %. Také Bilalis et al. (2010) uvádí, že při pěstování kukuřice, kde byla jako pomocná plodina použita luskovina v důsledku toho byla snížena hustota plevelných rostlin v porovnání s monokulturou.

Výška rostlin prosa se v jednotlivých variantách s podsevem nebo bez podsevu lničky výrazně nelišila. Ayub et al. (2007) uvádí, že výška rostlin prosa se zvýšila až s výrazně vyšším výsevkem (20 kg/ha) či po aplikaci 150 kg/ha dusíkatého hnojiva. Výška rostlin se nelišila ani mezi různými hustotami výsevu lničky, což ukazuje, že si plodiny vzájemně nekonkurovali a také na vhodně zvolenou hustotu výsevu pomocné plodiny.

Dle výsledků poskytly nejvyšší celkový výnos zrna prosa varianty s podsevem lničky o různých hustotách, u varianty s podsevem lničky 100 rostlin/m² nebyly rozdíly v porovnání s variantou bez podsevu patrné, u ostatních variant se výnos mírně

zvýšil. Stejně jako Shrestha (2002) který testoval pomocné plodiny s pšenicí a fazolemi, uvádí, že u pšenice nedošlo ke zvýšení výnosu zrna vlivem pomocné plodiny. Výnos biomasy a zrna prosa ve všech variantách hustoty podsevu nebyl nijak negativně ovlivněn krycí plodinou. Také Acharya, et al. (2020) uvádí, že lnička, která byla použita jako podsevová plodina při pěstování kukuřice, neměla negativní vliv na výnos kukuřice.

U varianty prosa setého, která byla dvakrát odplevelena během vegetace se výnos zrna v závislosti s rostoucí hustotou podsevu lničky zvyšoval. Celkově se ale vliv odplevelení na výnos prosa neprokázal, což by mohlo být způsobeno krátkou vegetační dobou prosa. Naproti tomu Tembakazi a Lucas (2002) uvádí, že mechanicky odplevelený porost kukuřice s fazolem zvýšil výnos až o 30 %.

Celkový výnos biomasy bez podsevu lničky byl v některých variantách odplevelení během vegetace vyšší než s podsevem lničky. Stejně jako uvádí Reddy (2001), který porovnával pěstování sóji v různých druzích plodin, že žádná ze systémů s těmito plodinami neposkytoval vyšší výnos biomasy sóji než ten, který byl bez přítomnosti krycí plodiny.

Podsev lničky o hustotě 250 rostlin/m² nejvíce omezil rozšiřování plevelných rostlin. Podobně Germanas et al. (2009) uvádí, že při vysetí lničky do meziřádku ječmene došlo ke dvojnásobnému snížení hustoty zaplevelení.

Nejvíce rozšířeným plevelným druhem v prosu byla ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*) a druhým nejrozšířenějším plevelem byl merlík bílý (*Chenopodium album*). To souhlasí s tvrzením Urbana a Šarapatky (2003), že v později setých jarních plodinách je častý výskyt například ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*) a merlíku bílého (*Chenopodium album*).

V posledních letech bylo podle Prins a dea Wit (2006) provedeno mnoho studií na zařazení možných pomocných či krycích plodin a meziplodin ze skupiny obilovin. Společné pěstování kulturních druhů má velký potenciál především pro ekologické zemědělství v mnoha ohledech. Nejdůležitějšími aspekty jsou potlačení plevelů, spolehlivost výnosu dané plodiny, udržení kvality zrna a dosažení alespoň minimálního ziskového výnosu, což jsou pro všechny farmáře relevantní skutečnosti. Na základě našich výsledků lze právě pro ekologický systém hospodaření doporučit společné pěstování prosa setého s lničkou setou, a to v hustotě 150 rostlin na m².

Závěr

- Využití lničky o různých hustotách podsevu, neprodlužuje juvenilní fázi růstu prosa.
- Lnička setá jako pomocná plodina může dobře omezit rozvoj plevelných rostlin v porostu při časném výsevu prosa.
- Přítomnost lničky seté v porostu prosa průkazně neovlivnila výšku rostlin prosa setého ani nesnížila počet rostlin prosa setého na jednotce plochy.
- Výška ani počet rostlin lničky na ploše nebyl snížen vlivem přítomnosti rostlin prosa setého.
- Proso seté lze pěstovat společně se lničkou setou bez průkazného vlivu na výnosu zrna hlavní plodiny.
- Přítomnost lničky neovlivnila hmotnost semen prosa setého v latě či HTZ.
- Pro dosažení vyššího výnosu zrna prosa setého se jako vhodné jeví pozdější termín setí.
- Zvyšující se hustota podsevu lničky seté v prosu se projevuje poklesem výnosu čerstvé biomasy prosa.
- Jako nejvhodnější varianta pro maximalizaci výnosu biomasy se jeví pěstování prosa bez podsevu.
- Mechanické odplevelení provedené během vegetace může zvýšit výnos biomasy.
- Mechanické odplevelení provedené ve fázi po vzejití průměrně snížilo celkový výskyt plevelů o 7 % oproti kontrole bez ošetření.
- Mechanickým odplevelením lze významně zredukovat výskyt ježatky kuří nohy v porostu.
- Pěstování prosa v ekologickém zemědělství pro maximální výnos zrna a minimální výskyt plevelných druhů, lze doporučit podsev lničky o hustotě 150 rostlin/m².
- Lnička setá se jeví jako vhodná pomocná plodina, má rychlý počáteční růst a je tolerantní k zastínění.

Seznam použité literatury

- Adetunji, A. T. et al. (2020).** *Management impact and benefit of cover crops on soil quality: A review.* Soil and Tillage Research, 204: 104717.
- Acharya J. et al. (2020).** *Cover crop rotation effects on growth and development, seedling disease, and yield of corn and soybean.* Plant Disease, 104(3): 677-687.
- Ammon, H. U. a Scherrer, C. (1994).** *Untersaten in Mais zur Begrünung nach der Ernte.* Z.PflKrankh, PflSchutz, Sonderh, 14: 421–428.
- Ayub, M. et al. (2007).** *Interactive effect of different nitrogen levels and seeding rates on fodder yield and quality of pearl millet.* Pak. J. Agri. Sci, 44(4): 592-596.
- Baldé, A. B. et al. (2011).** *Agronomic performance of no-tillage relay intercropping with maize under smallholder conditions in Central Brazil.* Field Crops Research, 124(2): 240-251.
- Baranyk, P. (2010).** *Olejniny.* Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-38-0.
- Berti, M. et al. (2016).** *Camelina uses, genetics, genomics, production, and management.* Industrial Crops and Products, 94: 690-710.
- Berti, M. et al. (2017).** *Integrating winter camelina into maize and soybean cropping systems.* Industrial Crops and Products, 107: 595-601.
- Bilalis, D. et al. (2010).** *Weed-suppressive effects of maize-legume intercropping in organic farming.* Int. J. Pest Manag., 56: 173-181.
- Blumenthal, J. M. a Baltensperger, D. D. (2002).** *Fertilizing proso millet.* Nebraska Cooperative Extension G86-924-A [online]. [cit.2012-09-22.] Dostupné na URL <http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/pages/publicationD.jsp?publicationId=151>.
- Böhler, D. a Dierauer, H. (2017).** *Messerwalze statt glyphosat.* LOP Landwirtschaft ohne Pflug, 5: 39–43
- Brant, V. a Smöger, J. (2019).** *Pěstování pšenice ozimé s pomocnou plodinou.* Moje půda, 9. 11–13.
- Brant, V. et al. (2008).** *Mezplodiny.* V Českých Budějovicích: Kurent, 36–42 s. ISBN 978-80-87111-10-9.
- Brant, V. et al. (2018).** *Hrách – pomocná plodina v ozimé pšenici.* Agromanuál. 7: 106–111.
- Brant, V. et al. (2018).** *Pěstební systémy ozimé pšenice – Systémy živého mulče.* Úroda, 7: 12–14.
-

-
- Brant, V. et al. (2018).** *Pěstební systémy ozimé pšenice – Využití pomocných plodin a směsných plodin.* Úroda. 6: 20–22.
- Brant, V. et al. (2019).** *Mák s podsevem jarního ječmene.* Úroda. 3: 41–48.
- BSV Saaten. de. (2023).** Katalog osiv. Proso seté Kornberger. [online]. [cit. 2022-03-03]. Dostupné z: <https://bsv-saaten.de/jagd-und-forst/einzelsaaten-jundf/einjahrig-jundf/rispenhirse.html>
- Cadoux, S., et al. (2015).** *Intercropping frost-sensitive legume crops with winter oil-seed rape reduces weed competition, insect damage, and improves nitrogen use efficiency.* OCL Oilseeds and fats crops and lipids, 22(3).
- Cassman, K. G. et al. (2003).** *Meeting cereal demand while protecting natural resources and improving environmental quality.* Annual Review of Environment and Resources, 28: 315–358.
- Conway G. R. (1997).** *The doubly green revolution: food for all in the 21st century.* New York (USA): Penguin Books. 335 p.
- Costanza, R. et al. (1997).** *The value of the world's ecosystem services and natural capital.* Nature, 387: 253–260
- Čvančara, F. et al. (1962).** *Zemědělská výroba v číslech.* První díl. SZN Praha, 1170 s.
- Doré, T. et al. (2011).** *Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: revisiting methods, concepts and knowledge.* European Journal of Agronomy. 34: 197–210.
- Enggist, A. (2019).** *Untersaaten als Herbizidersatz?* LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 7: 35–41.
- Farooq, M. et al. (2013).** *Application of allelopathy in crop production.* International Journal of Agriculture and Biology, 15: 1367–1378
- Frederick, R. T. et al. (2003).** *Soil and water conservation for productivity and environmental protection (4th ed.).* Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 226.
- Gaba, S. et al. (2014).** *Multiple cropping systems as drivers for providing multiple ecosystem services: from concepts to design.* Agronomy for Sustainable Development. 35: 607–623.
- Gavit, H. D. et al. (2017).** *Effect of establishment techniques and sowing time on yield and yield attributes of proso millet (*Panicum miliaceum* L.).* Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci. 6(5): 1523-1528.
-

Germanas, L. et al. (2009). *Cultivation of false flax and barley in the ecological farm.* Žemės Ūkio Inžinerija, Mokslo Darbai, 41(1/2): 164-176.

Gesch, R. (2015). *Water use in camelina–soybean dual cropping systems.* Agronomy Journal, 107(3): 1098-1104.

Gitari, H. I. et al. (2018). *Optimizing yield and economic returns of rain-fed potato (*Solanum tuberosum* L.) through water conservation under potato-legume intercropping systems.* Agricultural Water Management, 208: 59-66.

Gliessman, S. R. et al. (1998). *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture,* New York: Springer-Verlag, 27 s.. ISBN 0-387-97028-2.

Google.cz. (2023). *Mapa areálu školního pokusného pozemku Jihočeské univerzity.* [online]. [cit. 2022-03-03]. Dostupné z:

<https://www.google.com/maps/place/Jiho%C4%8Desk%C3%A1+univerzita+v+%C4%8Cesk%C3%BDch+Bud%C4%9Bjovic%C3%ADch/@48.9786879,14.4460753,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x4773502fb6a8966b:0x8fa803906de72611!8m2!3d48.9786844!4d14.448264!16s%2Fm%2F0cpblrk>

Gulwa, U. et al. (2017). *Effect of grass-legume intercropping on dry matter yield and nutritive value of pastures in the Eastern Cape Province, South Africa.* Univers. J. Agric. Res, 5: 355-362.

Janovská, D. et al. (2008). *Metodika pěstování prosa setého v ekologickém a konvenčním zemědělství, metodika pro praxi.* České Budějovice, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 13 s. ISBN 978-80-7427-146-5.

Klingenhagen, G. (2019). *In der Summe überwiegen die Vorteile.* LOP Landwirtschaft ohne Pflug, 4: 30–35

Kopáčová, O. (2007). *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům.* Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1. vyd. 76 s. ISBN 978-80-7271-184-0.

Lelivelt, C. L. C. a Hoogendoorn, J. (1993). *The development of juveniles of *Heterodera schachtii* in roots of resistant and susceptible genotypes of *Sinapis alba*, *Brassica napus*, *Raphanus sativus* and hybrids.* European Journal of Plant Pathology, 99: 13–22.

Lithourgidis, A. S. (2011). *Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture.* Australian Journal of Crop Science, 5(4): 396-410.

-
- Macek, M. (2010).** *Zastoupení mastných kyselin v semenech lničky seté (Camelina sativa)*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 71 s.
- Main, R. a Rachie, K.O. (1971).** *The Setaria millets – a review of the word literature*. NE Agr. Exp. Sta. Bull. SB 513. 133.
- Maitra, S. et al. (2019).** *Potential of intercropping system in sustaining crop productivity*. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology, 12(1): 39-45.
- Maitra, S. et al. (2020).** *Potential and advantages of maize-legume intercropping system*. In: Akbar Hossain (Ed.), *Maize-production and use*, (Intech Open, London, UK DOI: 10.5772/intechopen, 1-14.
- Maurya, S. K. (2016).** *Effect of different sowing dates on growth and yield of pearl millet (Pennisetum glaucum L.) varieties under Allahabad condition*. International Journal of Science and Nature. 7(1): 62-69.
- Michalová, A. (1996).** *Proso seté (Panicum miliaceum L.)*. Farmář, 2. 17–18.
- Michalová, A. (2001).** *Proso seté*. Úroda, 49. 6.
- Mikulka, J. (2014).** *Plevele polních plodin*. Profi Press Praha. 1.vydání. 59-172 s. ISBN 978-80-86726-60-1.
- Mobasser, H. R. et al. (2014).** *Effect of intercropping on resources use, weed management and forage quality*. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences, 4(2): 706-713.
- Moudrý, J. et al. (2005).** *Pohanka a proso*. Praha, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 206. ISBN 80-7271-162-8.
- Mousavi, S. R. a Eskandari, H. (2011).** *A general overview on intercropping and its advantages in sustainable agriculture*. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 1(11): 482-486.
- Nathan, L., Hartwig, a Ammon, H. U. (2002).** *Cover crops and living mulches*. Weed Science, 50: 688–699.
- Nyawade, S. O. et al. (2019).** *Controlling soil erosion in smallholder potato farming systems using legume intercrops*. Geoderma Regional, 17: e00225.
- Osivauni. cz. (2023).** *Katalog osiv. Proso seté*. [online]. [cit. 2022-03-03]. Dostupné z: <https://www.osevauni.cz/osiva/proso-sete-j.php>
-

-
- Paulsen, H. M. (2007).** *Mischfruchtanbausysteme mit Ölpflanzen im ökologischen Landbau 1. Ertragsstruktur des Mischfruchtanbaus von Leguminosen oder Sommerweizen mit Leindotter (Camelina sativa L. Crantz).* Landbauforschung Völknerode, 57(1): 107-117.
- Paulsen, H. M. (2008).** *Mischfruchtanbausysteme mit Ölpflanzen im ökologischen Landbau 2. Ertragsstruktur des Mischfruchtanbaus von Lein (Linum usitatissimum L.) mit Sommerweizen, Hafer oder Leindotter.* Landbauforschung-vTI Agriculture and Forestry Research, 58(4): 307-314.
- Paulsen, H. M. et al. (2006).** Mixed cropping systems for biological control of weeds and pests in organic oilseed crops. What will organic farming deliver? Aspects of Applied Biology 79 215-220.
- Paulsen, H. M. et al. (2011).** *Use of straight vegetable oil mixtures of rape and camelina as on farm fuels in agriculture.* Biomass and Bioenergy, 35(9): 4015-4024.
- Petr, J. (1995).** Pěstování pohanky a prosa. 1. vyd. Praha: ÚZPI, 35 s. ISBN 0231-9470.
- Prins, U., de Wit, J. (2006).** *Intercropping cereals and grain legumes: a farmers perspective* [online]. [cit. 2022-03-03]. Dostupné z: https://orgprints.org/id/eprint/7297/1/Intercropping_paper_Odense_final.pdf
- Prugar, J. (2008).** *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí.* 1.vyd. Praha: VÚPV, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- Raslavičius, L. a Povilaitis, V. (2013).** *Developing an efficient cover cropping system for organically grown barley.* Journal of Crop Improvement, 27(2): 153-169.
- Reddy, K. N. (2001).** *Effects of cereal and legume cover crop residues on weeds, yield, and net return in soybean (Glycine max).* Weed Technology, 15(4): 660-668.
- Rugare, J.T. et al. (2018).** *Biochemical and morphological roles of allelopathic crops in integrated weed management: A review.* African Journal of Rural Development 3: 869-882.
- Santra, D. K. et al. (2019).** *Proso millet (Panicum miliaceum L.) breeding: Progress, challenges and opportunities.* Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals, 5: 223-257.
- Saucke, H. a Ackermann, K. (2006).** *Weed suppression in mixed cropped grain peas and false flax (Camelina sativa).* Weed Research, 46(6): 453-461.
- Seidel, N. a Gläser, H. (2017).** *Mit Begleitpflanzen den Raps unterstützen,* LOP Landwirtschaft ohne Pflug. 7: 36–39.
-

-
- Shrestha, A. (2002).** *Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil.* Weed Research, 42(1), 76-87.
- Stockford, A. (2017).** *Pushing the boundaries of intercropping, Flax and soyabens is just one combination under investigation,* Manitoba Co-operator. [online]. [cit. 2022-03-03] Dostupné z: <https://www.manitobacooperator.ca/crops/wado-experiments-with-intercropping-flax-and-soybeans/>
- Strašil, Z. (2008).** *Základy pěstování a možnosti využití lničky seté.* Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 25. ISBN 978-80-87011-75-1.
- Strašil, Z. a Káš, M. (2006).** *Analysis of agricultural important characters of false flax – alternative oil crop.* Bibliotheca Fragmenta Agronomica II, 11: 595-596.
- Tembakazi, S. T. a Lucas, E. O. (2002).** *The effect of planting combinations and weeding on the growth and yield of component crops of maize/bean and maize/pumpkin intercrops.* The Journal of Agricultural Science, 138(2), 193-200.
- Thomas, F. a Archambeaud, M. (2013).** *Les couverts végétaux: gestion pratique de l'interculture.* France Agricole. 400.
- Tilman, D. et al. (2005).** *Reconciling agricultural productivity and environmental integrity: a grand challenge for agriculture.* Frontiers in Ecology and the Environment. 3: 38–46.
- Undie, U. L. et al. (2012).** *Effect of intercropping and crop arrangement on yield and productivity of late season maize/soybean mixtures in the humid environment of south southern Nigeria.* Journal of Agricultural Science, 4(4): 37-50.
- Urban, J. a Šarapatka, B. (2003).** *Ekologické zemědělství. 1.* Ministerstvo životního prostředí a PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Praha, 280 s., ISBN: 80-7212–274-6
- Vach, M. et al. (2005).** *Pěstování meziplodin v různých půdně-klimatických podmínkách České republiky.* Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha, 35. ISBN 80-7271-157-1.
- Varma, D. et al. (2017).** *Response of mungbean to fertility and lime levels under soil acidity in an alley cropping system of Vindhyan Region, India.* Int J Chem Stud, 5(4): 1558-1560.
- Von Cossel, M. et al. (2019).** *Prospects of bioenergy cropping systems for a more social-ecologically sound bioeconomy.* Agronomy, 9(10): 605.
-

Vupt.cz. (2023). *Výzkumný ústav pícninářský, spol. s.r.o. Troubsko. Odrůdy, lnička setá.* [online]. [cit. 2022-03-03]. Dostupné z: <https://www.vupt.cz/cz/odrudy/lnicka-seta>

Willey, R. (1979). *Intercropping-its importance and its research needs.* Part I. Competition and yield advantages. *Field Crop Abstr.* 32: 1-10.

Yang, F. et al. (2015). *Yield response to different planting geometries in maize–soybean relay strip intercropping systems.* *Agronomy Journal*, 107(1): 296-304.

Younis, M. et al. (2021). *Impact of weed competition on growth and yield of proso millet (*Panicum miliaceum L.*): Implications for farmers.* *International Journal of Agriculture.* 09(03): 2021-329.

Zanetti, F. et al. (2017). *Agronomic performance and seed quality attributes of Camelina (*Camelina sativa L. crantz.*) in multi-environment trials across Europe and Canada.* *Industrial Crops and Products*, 107: 602-608.

Zubr, J. (2003). *Qualitative variation of Camelina sativa seed from different locations.* *Industrial Crops and Products*, 17(3): 161-169.

Seznam obrázků

Obrázek 1:1. Proso seté (<i>Panicium millet</i>) (Petr, 1995).....	9
Obrázek 1:2. Stéblo prosa setého (Santra et al., 2019)	10
Obrázek 1:3. Lata prosa setého (Michalcová, 2001e).....	11
Obrázek 1:4. Zrno prosa setého (Moudrý et al., 2005)	11
Obrázek 1:5. Pásové pěstování plodin (Lithourgidis et al., 2011).....	17
Obrázek 1:6. Lnička olejná (<i>Camelina sativa</i>) (Baranyk, 2010)	20
Obrázek 1:7. Semena lničky (Stražil, 2008)	21
Obrázek 1:8. Sklizeň lničky s podsevem sóji (Gesch, 2015).....	22
Obrázek 1:9. Pěstování pšenice společně s lničkou (Paulsen, 2007).....	23
Obrázek 1:10. Směs lupiny s lničkou (Paulsen, 2008).....	23
Obrázek 1:11. Len jako pomocná plodina v porostu sóji (Stockford, 2017)	24
Obrázek 2:1. Pokusný pozemek Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (Google.cz, 2023).....	25

Seznam obrázků v příloze

Obrázek 1. Založení maloparcelkového pokusu (Dvořák, 2021)	60
Obrázek 2. Vzejitý porost prosa s lničkou (Dvořák, 2021).....	60
Obrázek 3. Porost prosa v době květu lničky (Dvořák, 2021)	61
Obrázek 4. Proso ve fázi metání (Dvořák, 2021).....	61
Obrázek 5. Proso před sklizní (Dvořák, 2021).....	62
Obrázek 6. Lata zralého prosa (Dvořák, 2021)	62

Seznam tabulek

Tabulka 2:1. Průběh počasí během vegetace (srážky a teploty) v roce 2021 v Českých Budějovicích (Meteostanice Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích).....	25
Tabulka 3:1. Délka fáze od setí do počátku kvetení porostu prosa setého s různými hustotami podsevu lničky seté.....	30
Tabulka 3:2. Průměrný počet rostlin prosa setého a lničky seté na 1 m ² (průměr ± SD)	30
Tabulka 3:3. Průměrná výška rostlin prosa setého a lničky seté v cm ze dvou termínů výsevu a v různých variantách podsevu lničky (průměr ± SD)	31
Tabulka 3:4. Počet semen v květenství prosa setého (průměr ± SD).....	42
Tabulka 3:5. Průměrná HTZ prosa v jednotlivých variantách podsevu lničky.....	43
Tabulka 3:6. Hmotnost sušiny plevelných druhů v g z 1 m ² porostu prosa zasetého 11.5 a 28.6.2021	43
Tabulka 3:7. Průměrné zastoupení nejvýznamnějších druhů plevelů (%) v porostu prosa setého vyšetého 28.6.2021.....	44

Seznam grafů

Graf 3:1. Výška rostlin prosa varianta bez zásahu během vegetace	32
Graf 3:2. Výška rostlin prosa, varianta jednou odpleveleno během vegetace	32
Graf 3:3. Výška rostlin prosa, varianta dvakrát odpleveleno během vegetace	33
Graf 3:4. Hmotnost jedné rostliny prosa v porostu bez zásahů během vegetace	34
Graf 3:5. Hmotnost jedné rostliny prosa setého v zeleném stavu ze dvou termínů výsevu porostu, varianta s jednou odplevelenou během vegetace	34
Graf 3:6. Hmotnost jedné čerstvé rostliny prosa, dvakrát odpleveleno během vegetace	35
Graf 3:7. Výnos celkové čerstvé biomasy prosa t/ha, varianta bez zásahu během vegetace	36
Graf 3:8. Výnos celkové čerstvé biomasy prosa setého v t/ha ze dvou termínů výsevu, varianta jednou odpleveleno během vegetace	37
Graf 3:9. Výnos celkové čerstvé biomasy prosa t/ha, varianta dvakrát odplevelená během vegetace	37
Graf 3:10. Hmotnost zrn z jedné rostliny prosa, bez zásahu během vegetace	38
Graf 3:11. Hmotnost zrn z jedné rostliny prosa ze dvou termínů výsevu, varianta jednou odpleveleno během vegetace	39
Graf 3:12. Hmotnost zrn z 1 rostliny prosa, dvakrát odpleveleno během vegetace	39
Graf 3:13. Výnos zrna prosa bez zásahu během vegetace	40
Graf 3:14. Celkový výnos zrna prosa setého ze dvou termínů výsevu, varianta jednou odpleveleno během vegetace	41
Graf 3:15. Výnos zrna prosa setého, varianta dvakrát odpleveleno během vegetace	42

Seznam použitých zkratk

HTZ – hmotnost tisíce zrn

MKS – milion klíčivých semen

r/m^2 – rostlin na metr čtvereční

g – gram

t – tuna

ha – hektar

Přílohy



Obrázek 1. Založení maloparcelkového pokusu (Dvořák, 2021)



Obrázek 2. Vzejitý porost prosa s lničkou (Dvořák, 2021)



Obrázek 3. Porost prosa v době květu lničky (Dvořák, 2021)



Obrázek 4. Proso ve fázi metání (Dvořák, 2021)



Obrázek 5. Proso před sklizní (Dvořák, 2021)



Obrázek 6. Lata zralého prosa (Dvořák, 2021)
