



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH **FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ**

Katedra techniky a kybernetiky

Diplomová práce

Mechanizace pro pěstování jahod a její vliv na kvalitu a výnos

Autor práce: Bc. Tomáš Baloun

Vedoucí práce: Ing. Antonín Dolan, 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

Diplomová práce se zabývá produkcí jahod a mechanizačními prostředky, které jsou využívány při pěstování této plodiny. Předmětem této práce je vyhledání vhodných mechanizačních prostředků, které jsou prakticky používány při této činnosti a jejich popis. Náplní práce je dále sledování konkrétních vybraných mechanizačních prostředků v konkrétních podmínkách zemědělského podniku a zhodnocení jejich vlivu na kvalitu práce, výnos a stav porostu, a dále vyhodnocení jejich plošných výkonností a spotřeb pohonných hmot. Ze získaných výsledků jsou dále uvedeny vhodné závěry pro praxi.

Klíčová slova: zemědělství, mechanizace, jahody

Abstract

The diploma thesis deals with production strawberries and mechanization means, which are used in the cultivation of this crop. The subject of this work is to find suitable mechanization means that are practically used in this activity and their description. The scope of work is also the monitoring of specific selected mechanization means in specific conditions of the agricultural enterprise and evaluation of their impact on the quality of work, yield and condition of the stand, as well as evaluation of their area performance and fuel consumption. From the obtained results, suitable conclusions for practice are given below.

Keywords: agriculture, mechanization, strawberries

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu své práce, Ing. Antonínu Dolanovi, Ph. D., za odborné vedení této práce a cenné rady při jejím vypracovávání. Dále bych také rád poděkoval svým nejbližším za jejich velkou podporu při psaní této práce a především během celého studia. V neposlední řadě patří mé poděkování také Ing. Oldřichu Křížovi za jeho velkou ochotu a poskytnutí cenných informací a také možnost provádět měření v prostředí jeho farmy.

Obsah

Úvod.....	7
1 Literární řešerše.....	8
1.1 Jahodník a jeho význam	8
1.2 Systémy pěstování jahod	9
1.2.1 Konvenční systém	9
1.2.2 Integrovaná produkce.....	12
1.2.3 Ekologická produkce.....	13
1.3 Technologie pěstování jahod.....	14
1.3.1 Výběr vhodného pozemku	14
1.3.2 Speciální ošetření půdy – dezinfekce	16
1.3.3 Úprava půdy dle jejích fyzikálních vlastností.....	17
1.3.4 Podmítka a ošetření podmítky.....	18
1.3.5 Hnojení organickými hnojivy před orbou	19
1.3.6 Orba.....	20
1.3.7 Příprava půdy před sázením	21
1.3.8 Speciální úpravy	23
1.3.9 Příprava sadby a sázení	24
1.3.10 Sázení s využitím mulčovací folie	27
1.3.11 Meziřádková kultivace porostu	29
1.3.12 Chemická ochrana a přihnojování.....	39
1.3.13 Ochrana před mrazy	43
1.3.14 Nastýlání jahod podestýlkou	44
1.3.15 Závlaha.....	45
1.3.16 Sklizeň.....	47
1.3.17 Odstranění listů po sklizni.....	48

2	Cíl práce	50
3	Metodika	51
3.1	Výběr vhodných mechanizačních prostředků ke sledování	51
3.2	Charakteristika jednotlivých vybraných strojů.....	51
3.2.1	Rotační plečka Özdöken ACM-SFG3.....	51
3.2.2	Rotační plečka Maschio K3M.....	53
3.2.3	Rotační plečka VEB Landmaschinen Torgau P 108.....	54
3.3	Místní podmínky při sledování.....	56
3.4	Charakteristika zvolených provozoven pro měření	56
3.4.1	Jahodárna Staňkov	56
3.4.2	Jahodárna Plzeň.....	58
3.4.3	Jahodárna Šabina.....	60
3.4.4	Jahodárna Hroznětín.....	61
3.5	Sledování plošné výkonnosti strojů.....	63
3.6	Sledování spotřeby PHM.....	65
4	Výsledky	67
4.1	Měření plošné výkonnosti	67
4.1.1	Naměřené hodnoty pro výpočet plošné výkonnosti	67
4.1.2	Vypočtené hodnoty plošných výkonností	69
4.2	Stanovení spotřeby paliva.....	72
4.3	Hodnocení kvality práce.....	74
5	Diskuse.....	81
	Závěr	86
	Seznam použité literatury.....	87
	Seznam obrázků	92

Úvod

Jahody jsou velice důležitou součástí českého ovocnářství. Jsou oblíbené pro svou sladkou chuť, ale také pro svůj velký obsah tělu prospěšných látek. Tato oblíbená ovocnina má však své určené postupy pěstování. Některé tyto postupy mohou být vcelku běžné, ale některé naopak minoritní a novátorské.

Každý pěstitelský postup má svá daná technologická specifika. Tato specifika se mění dle podmínek, úrodnosti půdy, ekonomické stránky pěstování, abiotických faktorů, použitém druhu sadby a vybrané odrůdě. Na zvolené pěstitelské technologii závisí úspěch pěstování a tvorba kvalitního výnosu.

Důležitým faktorem při pěstování je vyrovnanost ekonomických a ekologických stránek pěstování. Sofistikované metody pěstování jahodníku jsou odlišné od metod běžného konvenčního zemědělství a žádají si odlišné investice do zemědělské mechanizace a sadbového materiálu. Tyto investice lze při pěstování jahod označit za klíčové, a vzhledem k běžným zemědělským investicím jsou při zohlednění produkční plochy zcela odlišné.

V technologii pěstování jahodníku došlo v posledních letech ke změnám v pěstování této plodiny a jednotlivé metody se dále rozvíjí. Jahody jsou v našich podmínkách velmi oblíbené a veřejnosti žádané. Z tuzemských druhů se jedná již o tradiční ovocný druh a v konkurenci mezi ostatními tuzemskými ovocnými druhy patří mezi nejranější. Samotná ranost sklizně jahod závisí na mnoha místních faktorech a mezi pěstiteli je také konkurenční výhodou. Zároveň ale v našich podmínkách raná sklizeň přináší výrazná rizika a zajištění rané sklizně může přinášet zvyšující se náklady na pěstování.

Poptávka po jahodách v České republice se dá označit za stabilní, za stálou lze také považovat poptávku po českých jahodách, která ale v období sklizně nemůže být zdaleka pokryta tuzemskými pěstiteli, kdy se výrazným způsobem uplatňuje dovoz, a v mimoprodukční období je trh na dovezených jahodách zcela závislý.

Produkci jahod lze tedy označit za perspektivní obor a součástí úspěšného pěstování je také vhodná volba mechanizačních prostředků. Téma této práce bylo zvoleno také s ohledem na možnosti autora sledovat tyto mechanizační prostředky v prostředí rodinné farmy a dále také pro možné rozšíření odborného přehledu v dané problematice.

1 Literární rešerše

1.1 Jahodník a jeho význam

Jahodník velkoplodý (*Fragaria ananassa*) je rozšířeným ovocným druhem a konzumuje se s oblibou. Jedná se o víceletou rostlinu a její vegetační doba a doba jejího vegetačního klidu není přesně vymezená. Jedná se o vhodnou rostlinu k produkci chutných plodů pro malé pěstitele, ale i pro komerční pěstování. Hlavním kritériem pro jejich pěstování je jejich typické aroma a výborná chuť, neméně také jejich přínosné dietetické vlastnosti (Smatana a Hričovský, 1990).

Jahodník se běžně v našich podmínkách vyskytuje od nepaměti. Jedná se o planě rostoucí formu jahodníku obecného (*Fragaria vesca*), která se v přírodě svévolně rozšířila. Kromě této přírodní formy se zde vykytovaly i další plané druhy, které se zde pěstovaly, a to domácí jahodník trávnice a truskavec. Později byl na naše území dovezen jahodník chilský (*Fragaria chiloensis*) a virginský (*Fragaria virginiana*). Právě z této virginské formy vznikla křížením první kulturně pěstovaná forma zahradního velkoplodého jahodníku *Fragaria ananassa*, jež byl vyšlechtěn okolo roku 1766 Antoniem Duchesneem, královským zahradníkem Ludvíka XV. Pěstování jahod na českém území a jeho rozmach můžeme přisuzovat Rudolfo Strimprovi, který roku 1891 po návratu z ciziny vysadil několik prvních sazenic a dále se zasloužil o rozšíření polního pěstování jahodníku. Prvopočátky pěstování byly následně na Neveklovsku a v oblastech Povltaví. V současnosti jsou ale pěstební systémy jahodníku rozšířeny hojně po celém našem území (Harant a Zacha, 1983).

Jahodník lze vysazovat jako jednoletou nebo víceletou plodinu. Rostlina je schopna v našich klimatických podmínkách přezimovat a odolat mírnějším mrazům. Schopnost odolat mrazíkům závisí na technologii pěstování, klimatických činitelích a zcela zásadní je vliv zvolené odrůdy. Většina listů během zimního období odumírá a pouze část přezimovává, a to v případě příznivých podmínek do jarního období pod sněhovou pokrývkou. V jarním období listy zpravidla zasychají a jsou nahrazeny novými. Pro následnou růstovou schopnost je nutná vysoká životaschopnost zvolených jedinců, která také závisí na kvalitě sadby, množství přijatých živin v souvislosti se správnou agrotechnikou (Smatana a Hričovský, 1990).

1.2 Systémy pěstování jahod

1.2.1 Konvenční systém

Mezi konvenční systémy lze zařadit běžné systémy pěstování jahodníku, v rámci standardního zemědělského hospodaření. U malopěstitelů se lze setkat s intenzivním způsobem hospodaření, kdy se pěstitel zaměřuje na péči o každý jednotlivý trs s využitím co největšího množství prostředků pro zajištění péče a kvality. Při faremním způsobu pěstování jahod se lze setkat s extenzivním způsobem hospodaření, kdy jsou rostliny jahodníku pěstovány v zahuštěných řádcích (Smatana a Hričovský, 1990), (Ivičič et al., 1987).

V rámci konvenčního hospodaření lze zařadit kromě pěstování na otevřené půdě také tunelové systémy pěstování pod foliovými kryty nebo skleníky, do kterých dále lze zařadit mimo pěstování na vlastní půdě rovněž systémy bez přímého kontaktu se zemí, jako je pěstování jahod v substrátech v samostatných balech oddělených od země (Meszka et al., 2020).

Založení porostu pěstovaného v substrátu vhodně zobrazuje obrázek 1.1.



Obrázek 1.1: Nekrytý porost jahodníku pěstovaného v substrátu – Jahodárna Plzeň

Zcela specifickým systémem pěstování je pěstování jahod v tzv. hydroponii. Hydroponické systémy pěstování jahod představují pěstování jahodníku v podpůrném substrátu, jehož složení se zcela obejde bez využití půdy a půdních agregátů. Jako

nosné prvky substrátu mohou být použity materiály jako kokosová vlákna, minerální vata, jílové pelety, z nichž jsou některé druhy známé také jako keramzit, případně v současnosti ustupující skelné materiály jako je perlit.

Výživa jahod probíhá výhradně živným roztokem na vodní bázi. Tento roztok by měl být bohatý na živiny, jako jsou dusík, fosfor a draslík, jeho pH by se mělo pohybovat v rozmezí 6,0 – 7,0. V živném roztoku také nesmí chybět vápník a hořčík a jeho přesné složení se liší podle použitého způsobu zavlažování. Před běžným zavlažováním rozstříkem jsou preferovaným způsobem zavlažování kapková závlaha s použitím automatizovaného senzorického řízení. Takové způsoby řízeného zavlažování velmi výrazně snižují potřebu závlahové vody pro zajištění vyšších výnosů. Také se prokázalo, že kapkové zavlažování má významný přínos proti šíření možných chorob a škůdců v porostu (Brahlek, 2023), (Hernández-Martínez et al., 2023).

Pro zvýšení efektivity pěstování byly sledovány vertikální systémy pro produkci jahod. Umístění porostu je možné na stolech či žlabech umístěných ve výšce, případně potrubní systém, a to i víceúrovňový. Výnosový potenciál ale závisí na umístění v dostatečné blízkosti světelného zdroje, ať už umělého nebo preferovaného slunečního, a proto není možné stínění při pěstování v patrech žádoucí. V praxi při hydroponickém pěstování jahod jsou hojně využívány metody instalace sazenic v balech substrátu umístěných na stolech, ke kterým jsou přivedeny kapkovače s dálkovými rozvody živného roztoku. Jednotlivé sazenice se následně začínají rozmnožovat pomocí šlahounů pnoucích se po vnějších stranách balů se substrátem a stejně tak v době začínajících plodů jsou tyto plody převísle směrem k zemi po obou stranách stolů.

Hydroponické systémy se s uspokojujícími výnosovými výsledky hojně využívají na severoamerickém i jihoamerickém kontinentu a trend rozšiřování těchto hydroponických farem je vzrůstající. Vzhledem k omezenému množství vhodné půdy k pěstování jsou tyto systémy pro svoji nezávislost na zemědělské půdě přinejmenším zajímavé, a stejně tak je žádoucí snižování potřebného množství vody při tomto systému pěstování oproti polním systémům.. Mezi další výhody lze začlenit možnosti termínování sklizně dle výsadeb a tak maximální omezení potřebných pesticidů. Mezi nevýhody hydroponie můžeme zařadit především nutný téměř nepřetržitý monitoring hydroponicky pěstovaných rostlin a stejně tak finanční náročnost založení i provozu celého hydroponického systému (Hernández-Martínez et al., 2023).

Pěstování jahod v prostředí České republiky pomocí hydroponie zařadil vedle běžného polního systému pěstování také pan Bc. Milan Hanč na své Farmě Vraňany. Jak uvádí Hanč (2019) ve své přednášce, hydroponické pěstování jahod ve faremním měřítku je u nás nové, a nese svá úskalí. První takové zkušenosti jsou ve Vraňanech z roku 2018. Byly provedeny dvě výsadby, kdy první byla provedena v termínu ledna a února, kdy první sklizeň již začíná koncem dubna. Druhá výsadba byla provedena v období června a července pro následnou sklizeň v srpnu a září. Porosty hydroponických jahod jsou tedy jednoplodící, kdy dochází k vyčerpání rostlin a nejsou vhodné pro další sklizeň, porost tedy musí být zlikvidován. Nicméně s přihlédnutím ke krátké vegetační době systém umožňuje více sklizní na jednom stanovišti, a to v závislosti na slunečním svitu a tedy délce sezóny dané místním podnebím.

Produkce hydroponických jahod dle Hanče (2020) byla uspokojivá i ve druhé sezóně, tedy druhým rokem v krytých tunelech. V roce 2019 byl na Farmě Vraňany porost hydroponických jahod umístěných v substrátu na stolech, které jsou umístěny pod tunely, které tvoří ocelová nosná konstrukce a polyethylenová folie (neboli také odvozený v praxi používaný výraz polytunely), a to v celkové výměře okolo 3 ha. V komerčním velkofaremním pěstování hydroponických jahod je Farma Vraňany jedním z prvních průkopníků tohoto systému pěstování jahod v naší republice, a to na druhém místě po Agrodružství ve Lhotě pod Libčany, které po svých dlouholetých zkušenostech s polním systémem pěstování jahod zahájilo projekt hydroponického pěstování jahod ve fóliovnících – polytunelech již v roce 2016. Hojné zkušenosti s tímto systémem pěstování jahod jsou v západní Evropě, a to zejména v Nizozemí.

Hanč (2020) dále uvádí výhody plně automatizovaného řízení zavlažování, výživy a mikroklimatu v polytunelech pomocí počítačového programu a stejně tak možnost řízení sklizně na přesně daný termín v součinnosti s plánovanou výsadbou. Dle zkušeností jsou plody velmi vysoké kvality s vysokým leskem i vynikající chutí, a to i mimo běžnou sezónu. V porostu se vyskytuje minimum houbových chorob a vzhledem k technologii je zde využito minimum pesticidů. K dalším pozitivům patří snížení rizik spojených s povětrnostními vlivy jako jsou deště, mrazy, větrné počasí či přílišné sucho. V neposlední řadě je tato technologie spojena s rychlejší sklizní, kdy jsou při ruční sklizni stoly umístěny ve vhodné výšce bez nutnosti ohýbání sběračů spojeného s bolestmi zad.

Mezi nevýhody Hanč (2020) zařazuje vysokou vstupní technologickou náročnost tohoto systému jako celku, která také souvisí s vyšší finanční náročností a případnou dlouhou peněžní návratností projektu. Stejně tak je nutný velký podíl intenzivní ruční práce s rostlinami a pro jejich výživu je nutná vysoká kvalita vstupní vody s její nutnou úpravou a monitoringem. Celý tento systém potřebuje vysoké znalosti v odvětví výživy a fyziologie jahodníku, který souvisí s nutností velmi vysoké erudovanosti pracovníků obsluhy tohoto systému, jelikož i minimální pěstitelské chyby výrazně snižují výnosy. Stejně tak je nutný téměř nepřetržitý monitoring hydroponických systémů, jelikož jsou náročné na stálý přísun výživného roztoku a je nutné přijímat opatření pro možné nastalé mimořádné situace, jako jsou např. výpadky proudu apod.

Produkční porost jahodníku v období sklizně při hydroponickém systému pěstování v polytunelech umístěných na vraňanské farmě pana Hanče můžeme vidět na následujícím obrázku 1.2.



Obrázek 1.2: Hydroponický systém pěstování jahod na stolech ve fóliovnících – Farma Vraňany (farmavranany.cz, 2023)

1.2.2 Integrovaná produkce

Integrovanou produkcí ovoce, a to včetně jahod, je myšleno zajištění ovocnářské produkce s užitím takových metod pěstování, kterými lze zabezpečit udržitelnou produkci jakostního a zdravotně nezávadného ovoce, a to s ohledem na využití co největšího podílu šetrného hospodaření v přírodě a krajině a stejně tak maximálním

upřednostňováním nechemických způsobů ochrany rostlin. Obecně lze říci, že monokulturní ovocné výsadby jsou náchylnější na výskyt chorob a škůdců před výsadbami, případně osevy, neovocnými (Lánský et al., 2005).

Integrovanou produkci (IP) lze brát v potaz také jako souhrn zásad, při kterých dochází k dodržování podmínek integrované ochrany rostlin (IOR), a dále nad rámec postupů v souladu s touto integrovanou ochranou se dodržují striktní požadavky dané legislativou integrované produkce. Hlavním rozdílem při uplatňování integrované produkce je významná regulace a vyloučení určitých pesticidů z použití v rámci integrované produkce, kdežto v systému integrované ochrany je omezení použití těchto pesticidů jen doporučené. Za další jsou také výrazně omezeny možnosti hnojení nad rámec standardní nitrátové směrnice závazné pro všechny hospodařící zemědělce a mezi další požadavky pro zařazení kultury do IP patří velmi detailní monitoring škodlivých vlivů při pěstování dané produkce (choroby, škůdci) a stejně tak odběr vzorků a precizní sledování kvality již finální sklizené produkce. Zařazení polních systémů pěstování do integrované produkce je velmi komplikované, a v praxi se ním lze setkat především při pěstování trvalých kultur jako jsou ovocné sady a vinice, příp. z části také při pěstování některých druhů polní zeleniny (eagri.cz, 2022).

Při těchto postupech s omezením chemizace jsou využívány také progresivní metody biologické ochrany. Biologickou ochranou můžeme jinými slovy chápat také útlum výskytu a činnosti škůdců prostřednictvím jejich přirozených nepřátel. Jako vhodný příklad lze uvést užití parazitických hlístic *Steinernema kraussei* proti larvám lalokonosce rýhovaného (*Otiorhynchus sulcatus*) v jahodníku (Kříž, 2023).

1.2.3 Ekologická produkce

Ekologickou produkcí jahodníku, stejně jako jiných rostlin, se rozumí zvláštní druh pěstování, který mj. zahrnuje využívání vhodných agrotechnických postupů, při kterých je vyloučeno používání syntetických přípravků na ochranu rostlin a minerálních hnojiv. V přímé souvislosti jsou tedy spojeny vyšší nároky na zvolenou pěstitelskou technologii, volbu vhodné odrůdy pro ekologické pěstování aj. V ekologických systémech pěstování patří mezi hlavní rizika napadení celých rostlin houbovými patogeny, v jehož důsledku dochází k omezení příjmu živin vlivem redukce listové plochy, zmenšení plodů, příp. jejich přímé poškození. V rámci ekologického pěstování je spatřován pozitivní vliv na rostliny i na životní prostředí obecně. Je kladen důraz na omezení eroze půdy, zvýšení její biologické aktivity

související se střídáním plodin a šetrným obděláváním půdy s pravidelným dodáváním organické hmoty (Pištěková et al., 2013).

1.3 Technologie pěstování jahod

1.3.1 Výběr vhodného pozemku

Stanoviště pro budoucí výsadbu jahodníku je třeba volit s ohledem na místní klimatické podmínky. Vhodné jsou rovinaté pozemky či pozemky jen mírně svažité. Rizikovým faktorem je eventuální umístění výsadby v mrazových kotlinách a v nízko položených údolích bez volného proudění vzduchu. Zde je zvýšené riziko namrzání rostlin nebo jejich poupat či květů. Vhodné půdy jsou hlinité či hlinitopísčité s dobrými vodními podmínkami. Nevhodné jsou půdy ulehle a těžké, případně půdy zamokřené, které vedou ke zvýšenému výskytu patogenů a k možnému ohrožení kořenového systému. Vhodné jsou také úrodné půdy s jílem nebo hlinitým pískem v podloží a s regulovaným poměrem vzduchu a vody. Nutné pro pěstování jsou také takové půdy, kde je optimální mírně kyselá půdní reakce (pH 5,5 - 6,5), příliš kyselé nebo zásadité půdy jsou pro jahodník a jeho produkci krajně nevhodné. Při výběru pozemku je třeba také dbát výšky hladiny podzemní vody, která by neměla být výše než 60 – 70 cm pod jejím povrchem (Meszka et al., 2020).

Co se nadmořské výšky týče, vhodné jsou zejména polohy nížinné, zvláště pak roviny či mírné svahy s možností závlahy. Nicméně jahodník se dá úspěšně pěstovat i ve středních a vyšších polohách s průměrnou roční teplotou minimálně 7 °C. Je však potřeba brát zřetel na možné umístění prorostu v mrazových kotlinách a v místech, kde je vysoké množství srážek v době dozrávání, které podmínkám pěstování nevyhovují. Zejména v těchto obdobích při vysoké vlhkosti hrozí zdecimování porostu plísní šedou, popřípadě jinými chorobami. Vhodné podmínky pěstování se nacházejí také na mělkých půdách, kde ornice dosahuje hloubky minimálně 0,20 – 0,25 m. S ohledem na skladbu rostlinných druhů je nutné pozemek před zahájením výsadby také odplevelit vhodným způsobem. Při standardní výsadbě je vhodné zařadit mezi předplodiny druhy rostlin s krátkou vegetační dobou, a to pro následnou nezbytnou přípravu půdy před výsadbou, která by měla být provedena nejméně 2 týdny před plánovaným datem výsadby (Ivičič et al., 1987).

Vhodné předplodiny

Při výsadbě nechlazených sazenic koncem srpna a v měsíci září lze uvažovat za vhodné předplodiny např. rané zeleniny – hrách, fazole, cibule, česnek apod.,

a to z důvodu jejich kratší vegetační doby. Za další vhodné předplodiny v systémech pěstování jahod v souběhu konvenční zemědělské produkce lze označit např., ječmen, bob, řepku apod. Takové plodiny umožňují svoji včasnou sklizní uvolnit pozemek a zahájit brzkou přípravu půdy pro výsadbu sazenic jahodníku (Vachůn, 2004).

Vhodným postupem před založením výsadby jahodníku, je pěstování předplodiny na tzv. zelené hnojení, jež spočívá v zaorání vzrostlé zelené hmoty sloužící k zásobnímu hnojení. Vysoce cenné zelené hnojení lze získat ze směsi luskovin, například polního hrachu, lupiny, vikve nebo bobu obecného. Velmi výrazný pozitivní vliv má zelené hnojení na zlepšení půdní struktury, je zdrojem kvalitního humusu a zlepšuje vázání živin v půdě a zároveň pomáhá redukovat zaplevelení. Zároveň se ale nedoporučuje výsadba jahodníku po víceletých luskovinách, a to z důvodu možného rozvoje chorob a škůdců. Vhodnou předplodinou na zelené hnojení je také hořčice, která po rozdrcení je taktéž vhodnou plodinou pro mělké zaorání. Zaoraná hořčice navíc snižuje výskyt škodlivých hád'átek a také dochází k omezení výskytu myší a hrabošů (Meszka et al., 2020).

Vhodnost hořčice i svazenky jako předplodin jahodníku jednoznačně potvrzuje ve své metodice i Pištěková et al. (2013). Za pozornost ale stojí i rozdíly mezi jednotlivými odrůdami. Při porovnávání odrůd Honeoye a Symphony dosáhla hořčice u bujně rostoucí Symphony mnohem většího růstu šlahounů a dceřiných odnoží oproti svazence, proto ji lze doporučit pro producenty bio sadby. Co se týče produkčních výnosů ve druhém hodnoceném roce byly naopak větší výnosy této odrůdy Symphony po svazence, kdežto u odrůdy Honeoye po hořčici.

Při použití luskovinoobilních směsek a dalších plodin určených na zelené hnojení by mělo dojít k jejich zaorání nejpozději 6 týdnů před plánovanou výsadbou, a to z důvodu nutného alespoň částečného rozložení této organické hmoty a v neposlední řadě také z důvodu potřebného slehnutí ornice (Vachůn, 2004).

Mezi obecně vhodné předplodiny lze zařadit obilniny, zvláště pak hluboko kořenicí žito, hořčici kvůli fytosanitárním účinkům v půdě, súdánskou travu pro velké množství zelené hmoty na zaorání a také aksamitník (*Tagetes*), též nazývaný afrikán, pro jeho příznivé preventivní účinky proti půdním hád'átkům (Kříž, 2015).

Nevhodné předplodiny

Meszka et al. (2020) se zmiňuje o nevhodnosti pěstování jahod po víceletých luštěninách, jelikož hrozí vysoké riziko rozvoje chorob a škůdců z předplodiny

i v jahodách, jako například výskyt lalokonosce rýhovaného (*Otiorhynchus sulcatus*) po vojtěšce a jeteli.

Mezi nevhodné předplodiny podle Kříže (2015) lze zařadit polní zeleninu jako jsou rajčata, okurky, melouny a dále také plodiny jako brambory, kukuřice aj., které zapříčiňují možné namnožení houbových chorob v porostu s následným ohrožením jahodníku. Brambory lze označit jako nejvíce nevhodnou předplodinu kvůli možné chorobě nazývané Verticiliové vadnutí, které je způsobeno houbami z rodu *Verticillium*.

1.3.2 Speciální ošetření půdy – dezinfekce

Na pozemcích zvláště ohrožených únavou půdy, zamořením patogeny apod., kde již není možné vystačit se standardními ochrannými opatřeními a prevencí v podobě volby odolných odrůd je možné využít dezinfekční zásahu ve formě fumigace půdy. Jedná se o aplikaci pesticidu (např. Tripicrin s účinnou látkou Chlorpikrin) do půdy, která má sloužit k potlačení půdních patogenů jako jsou choroby, hád'átka, aktivní semena plevelů apod. Aplikace se provádí 21 dnů před plánovanou výsadbou a to výhradně fumigačním specialistou, produkt není určen pro vlastní aplikaci pěstitel. Princip aplikace spočívá v aplikaci roztoku vody a účinné látky s následným uvolňováním ve formě plynu. Aplikovat je možno pomocí rozvodu kapkové závlahy nebo speciálním radličkovým aplikátorem, a to vždy s následným okamžitým zakrytím ošetřované plochy PE folií. Metoda není příliš rozšířená, v podmínkách ČR se uvažuje o minoritním použití pro zkušební účely a lze ji užít jen na pozemky nepodléhající integrované produkci (Pecina a Laňar, 2019).

Aplikace chemických přípravků pro ochranu půdy je značně nákladná a souvisí se značnou ekologickou zátěží. Pozitivní vliv fumigace půd byl sledován na redukci mykorhizních hub zpočátku vegetace, nelze ale vyloučit jejich rozšíření na kořenech rostlin během delší vegetace. V ČR již není dovoleno používat přípravky jako byl dříve používaný ditrapex a nematin. Pro dezinfekci půdy byl v ČR povolen Basamid granulát, ale jeho použití bylo možné pouze při přípravě půdy pro balíčkovanou sadbu v případě, kdy nebylo možné použít např. klasické propařování půdy. Zkušenosti s fumigačními postupy jsou především v zámoří a v některých zemích Evropy, například ve Španělsku. V rámci direktiv EU lze ale předpokládat téměř úplné omezení těchto chemických látek, jelikož nelze vždy objektivně určit dlouhodobé účinky a možné vedlejší účinky, nehledě na to, že samotná aplikace těchto přípravků je značně riziková. Jako náhradu za tyto přípravky se doporučuje, především u malých

pěstitelů, solarizace a hnojení vysokými dávkami chlévského hnoje, jelikož kvalitní chlévský hnůj díky v něm obsaženým mikroorganismům má pozitivní vliv na oživení půdy (Vachůn, 2004).

Kromě samotných nákladů na chemickou dezinfekci půdy je nutno brát v úvahu také mnohonásobně zvýšené náklady pro znovuoživení půdy při porovnání s takto neošetřovaným pozemkem, jelikož dojde prakticky k veškeré likvidaci organického života v půdě včetně toho rostlinám prospěšného, a dodání množství organického materiálu pro obnovu půdní struktury je zcela nezbytné. Kromě markantní ekologické zátěže se tyto chemické postupy pojí také s riziky při neodborné aplikaci a následným zhoršením fyzikálních vlastností půdy, jako například slehnutí půdy spojené s nedostatečným množstvím vzduchu v půdě a tím zhoršení půdní struktury. Tyto postupy se užívají především na farmách v zahraničí, které nemají možnost pěstovat jahody na jiných pozemcích a jiná půda je pro ně nedostupná. V podmínkách ČR je jednoznačně nejvýhodnější pěstování jahod vždy na nové půdě, nebo na půdě, kde nebyl jahodník pěstován 3 – 5let a pěstování jahodníku po sobě na téže půdě, a s tím spojenému odstraňování půdní únavy, se zcela vyhnout (Kříž, 2020a).

1.3.3 Úprava půdy dle jejích fyzikálních vlastností

Při výběru vhodného pozemku pro produkci drobného ovoce je nutné uvažovat o jeho vhodnosti také z hlediska vlastností půdy. Zajímáme se o zařazení půdy, zda-li se jedná o půdy lehčí, spíše písčité, středně těžké, tedy spíše hlinité nebo o půdy těžké s převahou jílu. Zajímá nás půdní struktura a vláhové poměry v půdě a také se zajímáme o půdní reakci (Hlušek, 1996), (Kolář, 1988).

S ohledem na půdní reakci a druh půdy je také nutné uvážit možnost její úpravy, která by měla předcházet organickému hnojení i samotnému založení porostu. Skupina drobného ovoce vyžaduje půdní reakci neutrální až slabě kyselou. Vhodné je také provedení rozborů půdy a dle stanovení hodnoty výměnného pH půdy provést meliorační vápnění. Pro lehké a středně těžké půdy se uvažuje ekvivalentní množství uhličitanu vápenatého, pro těžké půdy oxidu vápenatého. Aplikace vápenatých hmot by měla předcházet fosforečnému hnojení (Hlušek, 1996).

Jahodníku vyhovují půdy s dobrou strukturou, vyšším obsahem humusu, a to spíše lehčí nebo středně těžké. Vyložené těžké půdy většina odrůd jahodníku nesnáší. Optimální hodnota půdní reakce pozemků vhodných pro pěstování jahod je v rozmezí hodnot pH mezi 5,5 – 6,5, jedná se tedy o půdy slabě kyselé. Pokud je půda příliš kyselá, nebo naopak příliš zásaditá, dochází k zablokování některých živin v půdě,

kteře se tak stávají jahodníku zcela nepřístupné a jahodníku se nedaří. Ve výjimečných případech dochází i k výraznému omezení růstu jahodníku nebo jeho přímému poškození (Kříž, 2020a).

1.3.4 Podmítka a ošetření podmítky

Podmítka pozemku před založením porostu je nutná z hlediska přerušení kapilární vzlinavosti vody v půdě a tím omezení ztrát půdní vláhy před výsadbou a konkrétní způsoby provedení podmítky záleží také na druhu předplodiny a stavu pozemku. Podmítka napomáhá urychlenému vzejití semen plevelů při předcházející sklizni, příp. také výdrolu při sklizni obilnin. Pro provedení podmítky se využívá radličných a talířových podmítacích pluhů neboli podmítačů různého provedení. Za podmítku lze označit mělkou orbu do 120 mm, při které nedochází k převrácení skývy v celém půdním profilu, ale pouze k ošetření nejsvrchnější vrstvy. Po podmítce následuje vzejití semen plevelů, a proto je nutné podmítku ošetřit (Golasovský, 1986), (Ředl et al., 1996).

Vhodný typ diskového podmítače při provádění podmítky obilného strniště můžeme vidět na obrázku 1.3.



Obrázek 1.3: Diskový podmítač Sukov Artemis (sukov.cz, 2023)

V systémech pěstování jahod je velmi nutné se v přípravném období věnovat likvidaci vytrvalých plevelů, zejména pýru. Obecně lze charakterizovat procesy likvidace vytrvalých plevelů v jahodníku za velice obtížné a v případě pýru prorostlého ve výsadbě jahodníku za takřka nemožné (Harant a Zacha, 1983).

Ačkoliv je likvidace pýru stále obtížná, v současnosti lze v jahodníku použít chemický přípravek s účinnou látkou fluazifop-P-butyl ($150 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$), známý pod obchodními názvy Fusilade Forte 150 EC nebo Susilade Forte 150 EC, a účinný je proti jednoletým i vytrvalým trávovitým plevelům. Na výdrol obilnin se dá použít v dávce $0,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, proti jednoletým trávám $0,8 - 1 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, ale proti pýru ho lze použít pouze v porostu po sklizni, a to v dávce $2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$.

V současné době jsou v jahodníku povolené i některé další herbicidy, které jsou účinné také na pýr a jiné plevele, a to jak na vytrvalé, tak na jednoleté. Nicméně jejich použití je značně omezující a likvidaci především vytrvalých plevelů je proto nutné řešit již před samotnou výsadbou jahodníku. Běžně užívaným přípravkem k plošné likvidaci především vytrvalých plevelů je přípravek ze skupiny totálních herbicidů s účinnou látkou glyfosát. Jedná se o přípravek ze skupiny kontaktních herbicidů, tudíž likviduje pouze nadzemní část rostlin, a proto nedochází k jeho proniknutí do kořenů rostlin a jejich úplné likvidaci. K dostání je pod různými obchodními názvy a také v různé formě, a to buď jako IPA-sůl (isopropylamin) nebo Kalium-sůl (draselná sůl). Za obecně lepší vlastnosti lze označit přípravky s glyfosátem ve formě draselné soli, dostupné například pod obchodními názvy Roundup Klasik Pro (glyphosate $360 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) nebo Roundup Flex (glyphosate $480 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$). Postřik lze použít nejpozději 10 dní před plánovanou výsadbou jahodníku, nicméně je vhodné odplevelit pole s větším předstihem (Kříž, 2017).

1.3.5 Hnojení organickými hnojivy před orbou

Vzhledem k nemožnosti aplikace hnojiv a zásobení rostlin živinami až ke kořenům, a dále v celém půdním profilu, v období jejich růstu a plodnosti, je nutné věnovat zvýšený důraz na správnou přípravu půdy a hnojení před výsadbou. Potřebné je zajištění vhodného vláhového a vzdušeného režimu v půdě a také zajištění optimálního poměru živin. Hnojení organickými hnojivy s jejich zaorávkou před výsadbou, zvláště pak ve vyšších dávkách, podporuje růst mikrobiální činnosti v podorniční vrstvě a je nutné zvláště v půdách, které jsou na humus a také na populace mikrobů chudé. Organická hmota v půdě stabilizuje živiny v půdním roztoku a díky tomu dochází k mnohem vyrovnanějšímu příjmu živin v porovnání s čerstvě hnojenou půdou (Hlušek, 1996).

Organické hnojení je vhodné téměř pro všechny plodiny a mezi jeho hlavní výhody v rámci jeho přeměny na půdní humus patří vytváření půdních agregátů, dále pozitivní vliv na vláhový režim v půdě, zvýšení využitelnosti rostlinných živin

a v neposlední řadě také částečná detoxifikace těžkých kovů a škodlivých sloučenin v půdě. Svoji prokazatelnou funkci také zastupuje při odbourávání reziduí pesticidů v půdě (Kolář, 1988).

Vhodnou dávkou pro úspěšné pěstování jahodníku je vyzrálý kompost nebo uleželý chlévský hnůj v dávce $40 - 60 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ pro zaorávku. Tento hnůj se musí v půdě dostatečně rozložit, proto se uvažuje sázení na jaře. Nicméně pro půdy chudé na humus je vhodné zasít dvakrát za sebou lusko-obilní směsku, která musí být v době květu zapravena do půdy jako zelené hnojení (Pištěková et al., 2013).

Kromě obohacení půdy o organickou hmotu dochází díky zelenému hnojení také především k uvolňování těžko dostupných živin a v případě použití vikvovitých rostlin také výraznějšího množství dusíku. Zelené hnojení lze označit za plnohodnotnou náhradu statkových hnojiv (Hlušek, 1996).

Nemalým přínosem organického hnojení statkovými hnojivy je ale vysoký podíl užitečných mikroorganismů nacházejících se běžně např. v chlévském hnoji, který má pozitivní vliv na potlačení škodlivých mikroorganismů v půdní mikrobiotě, a významně tedy přispívá k oživení půdy a lze s ním bojovat proti únavě půdy. Hnojení před výsadbou je možné také uzrálým kompostem, pak stačí odstup před výsadbou v řádu týdnů, nicméně při hnojení chlévským hnojem je vhodné držet odstup půl roku až rok před samotnou výsadbou. Je také nutné brát v potaz, že čím vyšší je podíl slámy v hnoji, tím delší musí být doba jeho zrání před vlastním zapravením do půdy (Kříž, 2020a).

1.3.6 Orba

Pro správnou produkci jahod je provedení orby a její kvalita zcela zásadní. Z důvodu přednostně doporučeného hnojení organickými hnojivy je nutné jejich dostatečné zapravení do půdy a proto je nutná kvalitní orba v doporučené hloubce 25 – 30 cm. Volba vhodné hloubky také závisí na druhu půdy a místních podmínkách. Při provádění orby a při výběru vhodného pluhu je nutné dbát na dokonalé zapravení statkových hnojiv a dokonalé překlopení skývy ornice. Při konvenčním zpracování půdy je použito orebních pluhů různé konstrukce, a to jako jednostranné při záhonové orbě nebo oboustranné při tzv. orbě do roviny. Pluhy mohou být konstruovány podle svých pracovních částí jako radličné, talířové či rotační. Kromě stanovení optimální velikosti pluhu v závislosti na měrném odporu půdy a zvoleném energetickém prostředku je nutné uvažovat také o místních podmínkách a druhu půdy a také na půdní pokryv, zda se jedná o pozemek zaplevelený či nikoliv a také jaké jsou požadavky na

zaorání organického materiálu jako např. zeleného hnojení nebo statkových hnojiv (Golasovský, 1986), (Meszka et al., 2020), (Rédľ et al., 1996).

Pro zapracování organické hmoty je předradlička před vlastním hlavním orebním tělesem velmi důležitá, představuje prakticky malé vlastní orební těleso, které odřezává nejsvrchnější vrstvu v hloubce 80 – 120 mm, kterou překlápá na dno brázdy, kde je překryta vlastní skývou. Tím dochází k mnohem lepšímu a spolehlivějšímu zapravení organického materiálu z půdního pokryvu. Pro zelené hnojení je možno užít zúžených předradliček (zapravovačů zel. hnojení) nebo se užívají předradličky kotoučové, které tvoří našikmo postavené vyduté kotouče. To umožňuje zvýšit prostup (vzdálenost umístění předradličky před vlastním hlavním orebním tělesem) a tím se snižuje možnost ucpávání tohoto prostoru organickým materiálem. Pro těžší a drnovité půdy je vhodné také zařazení nožového nebo kotoučového krojidla, které odřezává souvislou vrstvu svrchního rostlinného pokryvu před orebním tělesem. Použití kotoučových krojidel je vhodné také při zapravování zeleného hnojení (Golasovský, 1986), (Rédľ et al., 1996).

Použití orebního pluhu v praxi, kdy se jedná o čtyřradličný oboustranný pluh opatřený předradličkami a kotoučovým krojidlem před posledním orebním tělesem, můžeme shlédnout na obrázku 1.4.



Obrázek 1.4: Oboustranný pluh Kverneland 150 S Variomat (agaz.cz, 2023)

1.3.7 Příprava půdy před sázením

V systémech pěstování jahod předchází při konvenčním způsobu obdělávání půdy běžné postupy přípravy půdy a jejího zpracování pře setím a sázením. V závislosti na druhu půdy a stavu pozemku je nutné dodržet potřebné agrotechnické lhůty pro

slehnutí ornice po orbě před samotnou výsadbou. Z hrubé brázdy je nutné vytvořit optimální podmínky pro výsadbu jahod s ohledem na zadržení půdní vlhkosti (Golasovský, 1986; Ivičič et al., 1987).

Mezi základní pracovní operace před výsadbou patří:

- Smykování
- Vláčení
- Válení
- Kypření

Smykování má za úkol kromě urovnání povrchu drtit a zatlačovat hroudy, kypřit povrchovou vrstvu a ničit vzcházející plevel. Následné vláčení povrchu kromě jeho urovnání a drcení hrud napomáhá ničit plevel, svoji důležitou úlohu dále hraje při ničení půdního škraloupu. Hojně užívané pro svoji konstrukci jsou brány talířové.

Válení povrchu má za úkol urovnat povrch a drobit hroudy. Je třeba uvážit jejich použití, jelikož nevhodným použitím, zvláště pak v nevhodných půdních podmínkách může dojít ke zhoršení struktury půdy.

Kypření upravuje půdu v hloubce menší, než je hloubka orby. Kypřiče svoji pracovní činností vytahují oddenky plevelů, rovnají povrch a jemně kypří zem na povrchu, neobracejí však skývu. U kypřičů se používají radličky s dlátovitým ostrím pro hluboké kypření nebo s ostrím šípovitým (Golasovský, 1986), (Rédľ et al., 1996).

Radličkový kyprič v kombinaci s prutovým válcem používaný pro přípravu půdy před výsadbou jahodníku můžeme sledovat na obrázku 1.5.



Obrázek 1.5: Kypření půdy radličkovým kypřičem - Jahodárna Staňkov

1.3.8 Speciální úpravy

Pro vyšší nároky na přípravu půdy je vhodné použití tzv. rotavátoru, neboli rotačního kypřiče. Dle konstrukce je určen k plošnému i meziřádkovému odplevelování a kypření půdy. Základem ústrojí je převodová skříň pro pohon od vývodového hřídele traktoru přenášející pohyb na hlavní hřídel, kde jsou umístěny nože, vždy pravé a levé za sebou. Ústrojí je pevně uloženo do rámu opatřeného kryty. Pro středně těžké půdy je možné použít kypřicí ústrojí s normálními (úhlovými noži). Pro použití v těžkých a kamenitých půdách je vhodnější použití nožů kopinatých (Kraus, 1996).

Rotavátory jsou opatřeny rotorem s vodorovnou osou rotace, označovány bývají také jako rototillery. Pracovní ústrojí má tvar klínovitých hřebů nebo šípovitých či dlátovitých radliček nebo také přímých, vyosených či zahnutých nožů, a to otáčejících se rychlostí $200 - 400 \text{ ot.} \cdot \text{min}^{-1}$. Pracovní hloubka kypření se mění nastavením výšky stavitelných plazů nebo kol, případně výšky umístění integrovaného pčhovacího válce (Rédl et al., 1996).

Pracovní ústrojí rotavátoru lze shlédnout na následujícím obrázku 1.6.



Obrázek 1.6: Nesený rotavátor Bomet Virgo (bovram.cz, 2023a)

1.3.9 Příprava sadby a sázení

Sadbu lze rozdělit na čerstvou sadbu, a to na tzv. zelenou sadbu přímo z množitelského porotu bez úprav, případně již připravenou sadbu nebo sadbu hrnkovanou v sadbovačích či tzv. balíčkovanou sadbu. Mezi další názvy pro takovéto druhy sadby lze zařadit označení jako sadba konvenční, tradiční či klasická. Takováto běžná sadba je určena pro podzimní výsadbu. Speciálním případem je sadba chlazená, tzv. frigo sadba. Jedná se o speciální druh sadby, která je předpěstována v množitelském porostu, kdy je upravena odstraněním téměř všech listů a odnoží, balena a následně zchlazena lehce pod bod mrazu při teplotě okolo $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, kdy je takto nadále skladována. Takto připravené sazenice získané na podzim jsou určeny pro jarní výsadbu, kdy jsou při jejich zahřátí na okolní teplotu určeny pro okamžitou výsadbu (Harant a Zacha, 1983), (Pištěková et al., 2013).

Kříž (2015) upozorňuje na problematiku frigo sadeb z hlediska jejich možného ohrožení napadením fytoftorovou hnilobou rhizomů (*Phytophthora cactorum*), jelikož obnažené kořenové krčky, zpravidla také poškozeny rány a trhlinami vzniklými v důsledku odtržení listů a odnoží při zpracování frigo sadby, jsou mnohem náchylnější v porovnání s běžnou tradiční zelenou sadbou. Zvláště pak při porovnání

se silnějšími rostlinami při použití hrnkované sadby, která je k napadení nejméně náchylná. Zvýšené riziko frigo sadby je také při jejím nevhodném skladování při překročení skladovací teploty pod $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ nebo také při jejím poškození mrazem přímo na poli.

Sázení je možné provádět na půdě do roviny, na nízký hrůbek (výška 0,1 m) nebo na vyvýšený hrůbek (výška 0,2 m). Vyvýšené hrůbky mají pozitivní vliv na prevenci fytoftory, ale naopak představují riziko pro ohrožení houbovými chorobami z rodu *Verticillium*, které je podpořeno vyšší možnou teplotou rostlin na hrůbčích. Sadbu lze před výsadbou ošetřit máčením v ochranném chemickém přípravku s názvem Aliette (účinná látka Al-fosetyl $746\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), jehož roztok působí systematicky skrze kořeny i listy rostliny a je účinný proti napadení fytoftorou. Není ohrožen rezistencí, působí preventivně a dokáže zastavit šíření infekce na nějakou dobu. Napadené rostliny ale nevyléčí, pouze vznikne skrytá infekce, která se projeví u napadených rostlin po odeznění účinku přípravku. Kromě máčení sadby je možná též pásová zálivka rostlin jahodníku cca 7 – 12 dní po výsadbě (Kříž, 2015).

Výsadba se provádí zpravidla do řádků nebo dvojřádků. Potřebný spon volíme s ohledem na použitou technologii pro následně další operace v rámci ošetřování porostu během vegetace a v závislosti na vhodném počtu jedinců na hektar. U dobře rostoucích odrůd je možné volit počet cca $36\,300\text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$, u slaběji rostoucích lze zvýšit počet jedinců na cca $52\,800\text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$. Spon, resp. tedy šíře řádků od sebe pro výsadbu lze zvolit při možnosti zapojeného dvojřádku (záhonu) od cca 0,5 – 0,6 m, při výsadbě oddělných jednořádků s možností širší uličky mezi řádky běžně 0,8 – 0,85 m, příp. více, a to v závislosti na rozchodu pojezdových kol mechanizační techniky. Vzdálenost jednotlivých rostlin od sebe, resp. rozteč, volíme s ohledem na potřebný počet jedinců v závislosti na odrůdě a její schopnosti optimálního zapojení porostu cca v rozmezí 0,20 – 0,35 m. Kromě tradičních řádkových výsadeb, příp. pásových vytvořených z dvojřádků, které jsou při velkovýrobě vhodnější kvůli menší potřebě ruční práce, jsou možné i tzv. kobercové výsadby, kdy se jedná o 1 – 1,2 m široké pásy tvořené 5 – 6 řádky v husté výsadbě, následované pracovní uličkou o šířce 1 m, která se vždy prokypřuje včetně přerostlých šlahounů a v dalších letech je možné pásy s uličkami překládat, čímž dochází ke zmlazování porostu. Předpokladem je ale nezaplevelený a zcela zdravý porost (Ivičič et al., 1987), (Pištěková et al., 2013).

Kříž (2015) doporučuje řádky nepřehušťovat, resp. rozšířit spon (až na 95 cm) spolu s rozšířením pracovních uliček mezi jednotlivými řádky, a to pro celkové provzdušnění porostu v rámci prevence napadení chorob a škůdců.

Kříž (2013) také doporučuje při infekčním tlaku plísně šedé (*Botrytis cinerea*) v období plodu jahod výhradně pouze nepřehušťené jednořádky, které snáze osychají a dochází tím ke snížení infekčního tlaku. Při používání přípravků na ochranu rostlin tyto přípravky také lépe pronikají do porostu, pokud není přehušťený, navíc řidké porosty mohou tvořit až o třetinu více hmoty jahod oproti hustým porostům, a to z důvodu fotosyntézy, kdy v rámci optimalizace tvoří hmotu plodů místo hmoty listů.

Kromě zvolení vhodného termínu pro výsadbu na jaře (duben, květen) nebo na podzim (srpen, září), a to v závislosti na druhu sadby a dalších okolnostech, je vhodné počítat také s dalšími souvislostmi výsadby. Výhodou jarní výsadby oproti podzimní je skutečnost, že takto zasázené rostliny na podzim téhož roku díky odnožím vytvářejí další sazenice, a je tedy možné porost dále rozsadit nebo se porost zahustí sám. Díky tomu lze očekávat následující sklizeň již maximální. Navíc rostliny produkují určitou menší sklizeň v množství okolo 100 g jahod z každé sazenice již v témže roce. Mezi problémy srpnové výsadby patří stále vysoké venkovní teploty, které souvisejí více než se suchem a srážkovým deficitem s problémy samotných rostlin při vysoké teplotě přijímat živiny a hrozí výpadky v porostu. Pozdní říjnové výsadby také nelze doporučit, jelikož hrozí díky zkrácené vegetační době nedostatečné zakořenění sazenic před poklesem okolních teplot s možným odumřením sazenic a souvisejícími problémy s přezimováním porostu a také lze očekávat snížený výnos v dalším roce (Kříž, 2020a).

Vhodným zařízením pro výsadbu jahodníku v polních podmínkách je dvouřádkový sazeč zeleniny a dalších plodin, viz obrázek 1.7.



Obrázek 1.7: Sazeč zeleniny a jahodníku Garmach DST 237 (garmach.com, 2023)

1.3.10 Sazení s využitím mulčovací folie

Alternativou k pěstování jahodníku na běžné nezakryté půdě je výsadba na fólii. Různých vhodných folií je celá řada, vybírat lze černé a černobílé polyetylenové folie (ve dvoubarevném provedení černou barvou na půdu), černé polypropylenové a polyakrylové netkané textilie, příp. provedení jiné barvy nebo složení. Takové folie lze označit za takzvaný syntetický mulč, který je alternativou k tzv. organickému mulči, který se ale narozdíl od syntetického pokládá až v průběhu vegetace. Výhodou netkané textilie oproti polyetylenové fólii je dostatečná propustnost vody.

Mezi zásadní výhody pěstování jahod na folii lze zařadit výrazné potlačení růstu plevelů souvisejících s markantním potlačením nutnosti ruční práce. Za další folie zabráňuje výparu vody, a tím dochází k menší potřebě závlivky a dále půda pod folií se udržuje v kypřém stavu a odpadá nutnost kypření během vegetace.

Nevýhody pěstování jahod na folii spočívají v nadměrném zahřívání povrchu folie za slunečných dní a dle citlivosti jednotlivých odrůd dochází až k uhynutí některých rostlin. Dále hrozí vyšší rizika šíření chorob a škůdců pod foliovým krytem a v období sklizně dochází při styku zralých plodů s povrchem rozpálené folie k jejich poškození. Dále je nutné ruční odstraňování odnoží jahodníku na folii, jelikož tyto rostliny nemohou zakořenit a také je nelze použít pro získání sadby.

Z důvodu nutného zajištění usměrnění vody kvůli jejímu vsakování a dále také nevhodnosti pohybu po folii z důvodu nežádoucího udusání kypré půdy pod folií a možného vzniku nežádoucích prohlubní se zadržováním vody je nutná výsadba jahodníku na tzv. hrůbek (Meszka et al., 2020), (Kříž, 2020a), (Yogg, 2021).

Pěstování jahod na hrůbku s položenou mulčovací folií, neboli na vyvýšený záhon, je tradiční v USA. Úprava pozemku probíhá s formováním hrůbku aktivním nebo pasivním formovačem a pokladačem folie. Tyto stroje mohou být vybaveny také integrovaným pokladačem kapkovacích hadic pro zavlažování jahodníku. Možné je také položení folie na zformované záhony, její průběžné zajištění po stranách sponami s následným zahrnutím zeminou. Samotný proces sadby do folie probíhá zpravidla ručně (Hernández-Martínez et al., 2023), (Yogg, 2021).

Zkušenosti s výsadbu jahodníku na vyvýšeném hrůbku s použitím mulčovací folie v době plodnosti nacházející se ve městě Auburn, ve státě Alabama v USA uvádí také Hernández-Martínez et al. (2023) a zmíněnou výsadbu si můžeme prohlédnout na obrázku 1.8.



Obrázek 1.8: Výsadba jahod na mulčovací folii (Hernández-Martínez et al., 2023)

Pro výsadbu jahodníku na hrůbek pro následné použití mulčovací folie se používají hrůbkovače s pokladači folie s integrovaným pokladačem závlahových kapkových hadic. Příklad takového kombinovaného stroje při práci lze vidět na obrázku 1.9.



Obrázek 1.9: Pokladač mulčovací folie Tilmor (tilmor.com, 2023)

1.3.11 Meziřádková kultivace porostu

Součástí zpracování půdy během vegetace patří plošná a meziřádková kultivace půdy, která slouží ke kypření a provzdušnění půdy a k ničení plevelů. Při pěstování jahod mají svůj zásadní význam plečky a meziřádkové kypřiče. Smyslem použití pleček a kypřičů je nakypření podpovrchové vrstvy, a to způsobem při kterém nedojde k obracení půdy, nežádoucího promísení a jejího vynášení na povrch. Na plečky jsou vznášeny stejné požadavky, jako na plošné kypřiče, a dále navíc jejich pracovní činnosti nesmí dojít k poškozování vzrostlých kultur, tedy musí být zajištěno jejich přesné vedení v součinnosti s vysazenými řádky rostlin, případně musí být zajištěno jejich navádění a přesné ovládání (Golasovský, 1986), (Kříž, 2017), (Rédľ et al., 1996).

Radličkové plečky

Konstrukce plečích radliček podřezává plevel pod povrchem půdy v meziřádku a kypří půdu bez jejího přemísťování. Při použití radličkových pleček nedochází k poškození struktury půdy a v případě jejich použití za suchého počasí dochází k odumírání plevelů, jejichž kořeny byly pod zemí přerušeny. Použití u vzrostlých plevelů je již

omezené a neúčinné, nebo jen velmi málo (Golasovský, 1986), (Kříž, 2017), (Neubauer et al., 1989), (Rédľ et al., 1996).

Příklad takové radličkové plečky lze vidět na obrázku 1.10.



Obrázek 1.10: Radličková plečka Bomet Norma P475 (bovram.cz, 2023b)

Umístění radliček na rámu stroje se nachází na jednotlivých sekcích, které jsou umístěny samostatně pro meziřádkovou kultivaci porostu, a jejichž počet a vzájemná vzdálenost závisí na použitém sázecím stroji a samotné výsadbě. Jednotlivé sekce jsou umístěny na rámu stroje pomocí jednokloubového nebo čtyřkloubového závěsu umožňujícímu výkyv jednotlivých sekcí. Preferovaný je čtyřkloubový závěs, jelikož nedochází ke změně pracovního (elevačního) úhlu radličky při jejím vychýlení a zároveň celé pracovní sekce při najetí na překážku. Tento elevační úhel neboli úhel, který svírá horní plocha radličky s rovinou, by měl být v rozmezí 10 – 20° pro plečí radličky, 20 – 30° pro radličky smíšené univerzální a 30 – 40° pro radličky kypřící (Golasovský, 1986), (Kříž, 2017), (Neubauer et al., 1989), (Rédľ et al., 1996).

Používají se šípové plochořezné radličky, které podřezávají plevel a kypří velmi mělce, nebo také v provedení jednostrané plochořezné radličky (pravé a levé), které se používají také v kombinaci s touto radličkou šípovou. Vhodný elevační úhel pro plochořezné radličky je 6°. Šípové radličky univerzální se používají pro kypření

i podřezávání plevelu, a to při plošné i meziřádkové kultivaci půdy (Golasovský, 1986), (Rédli et al., 1996).

Různé provedení radliček je zřejmé z obrázku č. 12.



Obrázek 1.11: Provedení radliček Bomet Norma P475 (bovram.cz, 2023b) - upraveno

Alternativně lze tyto plečky osadit také různými kombinacemi nástrojů, kromě plechů radliček nebo univerzálních šípových je možné osadit tyto plečky také dlátovitými radličkami na polotuhých slupicích známými z plošných půdních kypřičů (kombinátorů) a také je možné je doplnit různým provedením drobicích válců v jednotlivých sekcích. Tato sestava je k dispozici viz obrázek 1.12.



Obrázek 1.12: Plečka Bomet Norma P475/3 s dlátovitými radličkami a drobicími válci (bovram.cz, 2023b)

Kříž (2017) upozorňuje na problematiku použití těchto pleček při vytvořených odnožích jahodníku, stejně tak je nelze použít pro zapravení slámy po sklizni jahod, která byla použita k půdnímu mulčování. Použitím pleček také dochází k rozrušení ochranného účinku půdních herbicidů, pokud byly na pozemku aplikovány, a velké nebezpečí hrozí dále při možném poškození kořenů jahod nesprávně vedeným průjezdem v jejich blízkosti nebo špatným seřazením stroje v souvislosti s umístěním radliček. Používání těchto pleček u již rozrostlých porostů do vyšší šířky je tedy značně problematické.

Mezi další druhy pleček s nepoháněnými pracovními orgány, které lze použít v jahodníku, patří prstové plečky s oběžnými koly. Vnější povrch prstů vytvořen z nekovových částí šetrnějších k rostlinám, ty pak mohou pracovat těsně vedle výsadeb. Díky tomu dokážou narušit či odstranit vzcházející plevelé opatrným způsobem z nových výsadeb přímo u samotných sazenic. Vhodné použití u mladé výsadby je také z důvodu dostatečně kypré půdy, malého množství vytrvalých plevelů oproti značně většímu množství malých klíčících, a dále čerstvé mladé výsadby nemají odnože a porost není plně zapojený. Sestavy pleček s prstovými kotouči je vhodné doplnit také radličkami, které jemně kypří utuženou půdu za pojezdovými koly traktoru. Stejně jako u radličných pleček je vhodné opakování průjezdu plečkou, např. v rozmezí 10 – 14 dnů, a to v závislosti na půdních podmínkách a vzházení nových

klíčících plevelů. Při použití prstové plečky je nutné brát v potaz nutnost zvýšeného zřetele na přesnost výsadby, aby nedošlo k poškození malých méně zakořenělých sazenic. V druhém roce výsadby jahodníku zpravidla nelze prstové plečky použít vůbec (Kříž, 2017).

Nesenou plečku v sestavě s instalovanými prstovými kotouči v zadní části stroje můžeme vidět na obrázku 1.13.



Obrázek 1.13: Plečka P 501 B s prstovými kotouči (polagro.cz, 2023)

Aktivní plečky s poháněnými pracovními orgány

Plečky s poháněnými pracovními orgány nazýváme také jako tzv. rotační plečky. Z konstrukčního hlediska se jedná o sekční rotavátor, kdy jsou na společném rámu umístěny jednotlivé pracovní sekce pro každý mezířádek, na kterém je umístěna souprava kotoučů na hřídeli s pravými a levými noži, která tvoří otáčející se celek. Tyto nožové rotory se otáčejí ve směru jízdy tažného prostředku, a to rychlostí $300 - 350 \text{ ot.} \cdot \text{min}^{-1}$, přičemž tyto rotory jsou opatřeny ochrannými kryty. V soupravách jednotlivých sekcí rotačních pleček se zpravidla umísťují před rotory také pasivní výškově stavitelné radličky pro narušení a nakypření dále zpracovávané vrstvy půdy. Na krytech bývají po stranách dále umístěny stavitelné boční plazy, kterými se dá dále určovat pracovní výška. Meziřádkové rotory frézují povrch půdy do nastavené hloubky a lze rotační plečkování označit také za frézování meziřádků jahodníku.

Rotační plečky dobře zpracovávají půdu, poradí si i s těžší a ulehlou půdou v porovnání s radličkovými plečkami, a také s větším zaplevelením. Rotační plečky dále dobře zapravují rostlinné zbytky, slámový mulč v jahodníku, a také rozdrťí nevyužité odnože v nezapojeném porostu. Mezi nevýhody rotačních pleček patří poškození hrudkovité struktury půdy v důsledku frézování, které lze částečně omezit snížením otáček nožů. Důraz je vhodné klást také na nastavení hloubky frézování, a to v závislosti na potřebě kypření. Další nevýhodou při používání rotačních pleček je utužené podloží pod hloubkou běžného frézování, které se díky přerušeným kapilárám stává málo propustným v případě vydatných srážek a hrozí hromadění vody v nakypřené vrstvě, což má za následek zhoršení půdní struktury (Kříž, 2017), (Rédľ et al., 1996).

Kříž (2017) dále upozorňuje na možné poškození kořenů matečných rostlin, pokud frézování probíhá blízko jahodníkových řádků, což má zvláště koncem dubna negativní vliv na výnos dané plodiny. V těchto případech v rámci prevence poškození kořenů je vhodné snížit pracovní hloubku až na 5 cm. V rámci posklizňové úpravy meziřádků rotační plečkou je vhodné zapravovat slámový mulč opakovaným přejezdem při snížení otáček rotoru, oproti jednorázovému hloubkovému frézování vyššími otáčkami, které má horší vliv na půdní strukturu. Dále upozorňuje na problematiku utužení půdy a vláhových poměrů v půdě. Navrhuje hloubkové kypření půdy v meziřádcích ihned, jakmile to bude vhodné z hlediska počasí, následované půdním frézováním rotační plečkou podle potřeby před sklizní. Po sklizni doporučuje zapravení slámy rotační plečkou postupně dvěma průjezdy následované hloubkovým půdním kypřením. Dalším frézováním doporučuje odstranění odnoží začátkem září, po kterém by mělo následovat ještě jednou další půdní kypření hloubkovým kypřičem.

Konstrukční uspořádání rotační plečky vhodné do jahodníku lze shlédnout na obrázku 1.14.



Obrázek 1.14: Rotační plečka Breviglieri MBE-3 (breviagri.com, 2023)

Řízení pleček v meziřádcích

Kromě pleček, které jsou pevně v závěsu tažného prostředku, kde vedení v řádku zajišťuje pouze obsluha traktoru, je možné řídit navádění pleček v řádku také manuálně pomocí druhé obsluhy samotné plečky nebo automaticky.

Řízení pleček je možné mechanickým způsobem, kdy konstrukce pleček využívá při styku se zemí jediné natáčecí opěrné kolo, které je uloženo v šikmé vidlici na opěrném rámu. Rám plečky je pevný a možný výkyv zajišťují nezajištěná spodní táhla tříbodového závěsu traktoru, které musí umožňovat dostatečný stranový výkyv. Nad opěrným kolem je umístěna sedačka obsluhy plečky pro dalšího pracovníka, který pohybem pák nebo volantu natáčí dle vlastních senzorických pozorování pomocí natáčecího kola vedení plečky v meziřádcích. Další možností při mechanickém řízení je plečka skládající se z pevného rámu opatřeného stavitelnými koly pro zajištění hloubky, který je pevně ukotven v tříbodovém závěsu traktoru. Na tomto rámu vlastní plečky se nachází druhý rám nesoucí pracovní ústrojí, který je uložen na prvním pevném rámu posuvně, umožňující stranový výkyv (Golasovský, 1986).

Příklad plečky s ručním vedením mechanickým způsobem se nachází na obrázku 1.15.



Obrázek 1.15: Ručně naváděná plečka Bomet Nembus P470 (malfarm.cz, 2023)

Takto mechanicky naváděné plečky s pomocí obsluhy mohou být dále vybaveny hydraulickým okruhem s přímočarým hydromotorem napojeným přes hydraulický rozvaděč, kdy je tento okruh napojen na vnější okruh hydrauliky traktoru. Obsluha pak neovládá výkyv pracovních sekcí napřímo mechanicky, ale pouze usměrňuje směr pohybu pomocí ovládací páky hydraulického rozvaděče. Plečky takto vybavené hydraulickým ovládáním mohou být dále vybaveny elektronickými hmatači, jehož čidla jsou citlivá na boční výkyv, a při dotyku čidel s rostlinami dochází uzavření ovládací vedení a spínací relé sepne pracovní obvod elektromagnetu, jehož pohyblivé jádro ovládá šoupátko hydraulického rozvaděče. Takovéto elektrohydraulické ovládání nahrazuje obsluhu a funguje automaticky. Konkrétní provedení se dále liší podle druhu plodin a jejich vzrůstu (Golasovský, 1986).

Nové trendy v ovládání pleček

V současnosti jsou k dispozici již funkční prototypy strojů, jejichž pohyb je naváděn pomocí umělé inteligence. Takovým vhodným strojem s možným použitím při produkci jahod je inteligentní řádková plečka MCMS Warka IPR-3.

Řízení plečky probíhá pomocí 3D detekčního a rozhodovacího systému (TSDD), při kterém je porost snímán pomocí 3D kamer a vyhodnocován pomocí umělé inteligence v řídicí jednotce. Rozhodovací systém umožňuje automatické rozpoznávání plevelů na základě pěstovaných druhů na poli, které má uložené ve vlastní paměti. Při detekci plevelné rostliny vyšle řídicí jednotka signál k pracovním prvkům, což jsou roboticky ovládané drápy nacházející se v pracovní sekci meziřádku, které se vychýlí a odstraní plevelnou rostlinu v řadě výsadby. Po tomto úkonu se následně okamžitě vrací zpět a tím se vyhnou sazenici. K odstranění plevelu v meziřádcích se používají běžné pasivní radličky. Účinnost plečky udává producent v hodnotě až 96 % v závislosti na hustotě výsadby, zaplevelení a dalších parametrech. Maximální hloubka zaplevelení je 30 mm. Pracovní rychlost je až $5 \text{ km} \cdot \text{ha}^{-1}$ a výkonnost až $3 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$. Systém pohonu plečky využívá energie dodané vývodovým hřídelem traktoru a je připojen pomocí tříbodového závěsu (Wieczorek, 2019).

Sestava prototypu stroje z produkce MCMS Warka viz obrázek 1.16.



Obrázek 1.16: Prototyp inteligentní plečky MCMS Warka IPR-3 (Wieczorek, 2019)

Rozvoj umělé inteligence v kombinaci s internetem věcí se prosazuje v současném zemědělství a zemědělské automatizaci velice významně. Pro zajištění udržitelného zemědělství a snížení problémů, jako jsou časové ztráty, nedostatek personálu, nedostatečná zemědělská produkce, aj., je předpoklad využití umělé inteligence a online monitoringu zcela zásadní. Tyto technologie usnadňují sledování

a rozpoznávání chorob a škůdců, detekci plevelů, sklizeň plodin a zároveň jsou schopny nahradit člověka v lidském rozhodování. Schopnost systémů umělé inteligence v rozpoznávání stavu porostu jsou na vysoké úrovni a jejich použití pro účely automatizace v produkčním zemědělství nic nebrání a mohou být použity. Uspokojivé výsledky byly získány např. při experimentálním měření v rámci kultivace porostu zahrnující také rozpoznávání chorob, sledování teploty a řízení závlah při produkci fazolí (Devi et al., 2023).

Při navádění strojů jsou dále na vzestupu užité technologie precizního zemědělství, při kterých jsou používána data polohy GPS a díky nim jsou tvořeny virtuální mapy výsadeb. Při komplexním využívání metod precizního zemědělství od výsadby přes ošetřování během vegetace až po samotnou sklizeň je možné velmi přesně řídit každý pohyb zemědělské techniky po pozemku, a to s ohledem na maximální využití potenciálu každého jednotlivého stroje s ohledem na optimalizaci provozních nákladů, kvalitu prováděné práce, minimální poškození kultur a udržitelnou produkci se zajištěním potřebných výnosů plodin. Experimentální metody při meziřádkové kultivaci výsadeb rajčat zajistily příznivé výsledky pro použití k automatickému řízení pleček a navádění nožů v těsné blízkosti výsadeb. Nedošlo k poškození žádných matečných rostlin a odchylka řídicích souřadnic pro navádění stroje s využitím GPS vykazovala průměrnou hodnotu 0,8 cm oproti skutečnosti na pozemku. Takový systém je schopný provádět kultivaci meziřádků porostu i se započtením směrodatných odchylek v blízkosti matečných rostlin v rozmezí 1,75 – 3,28 cm. Systémy plečkování v precizním zemědělství v přesných výsadbách jsou již v praxi aktuální (Pérez-Ruiz et al., 2012).

Pro plečkování jahodníku s využitím systémů precizního zemědělství je nutná velmi přesná výsadba jahodníku s tvorbou přesné virtuální mapy výsadby jahodníku s využitím GPS souřadnic, a to s ohledem na co maximální přesnost přímých a rovných řádků bez výkyvů sazenic z přesné osy. Při použití běžně užívaných sazečů s ručním zakládáním sazenic jahodníku obsluhou sazeče je pojezd sazeče prováděn velmi nízkou pojezdovou rychlostí. Tato velmi nízká pojezdová rychlost sazeče jahodníku ($0,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$) je překážkou na některých farmách k agregaci s již v praxi užívanými traktory zapojenými v systému precizního zemědělství při pěstování jiných plodin a k navádění jejich řízení při jízdách podle souřadnic GPS v rámci setí či výsadeb.

Z tohoto důvodu byla již v rámci praktických zkoušek i v prostředí České republiky testována výsadba jahod v agregaci standardního sazeče s autonomním energetickým prostředkem nahrazujícím běžný univerzální traktor. Jedná se o autonomní robotické zařízení Agroboti Robotti 150D (verze 2021), určené k agregaci s obvyklým příslušenstvím traktoru pro instalaci do tříbodového závěsu, příp. také určené pro pohon standardizovaným vývodovým hřídelem.

Navádění tohoto autonomního nosiče nářadí v autonomním režimu probíhá výhradně skrze signál GPS, a díky tomu je možné s ním provést absolutně přímou a přesnou výsadbu jahod při optimálních podmínkách. Takto zasazený porost jahodníku by tedy bylo možné plečkovat v režimu precizního zemědělství bez nutnosti dodatečného navádění plečky nebo ručního řízení. Výsadba jahod tímto neobvyklým systémem byla provedena na jahodárně v Dolní Pěně v jižních Čechách v roce 2021 (Němec, 2022).

Robotický nosič nářadí Agroboti Robotti 150D v agregaci s připojeným třířádkovým sazečem jahod Checchi & Magli při výsadbě jahodníku s integrovanou pokládkou kapkovacích hadic můžeme spatřit na obrázku 1.17.



Obrázek 1.17: Precizní výsadba jahod robotickým zařízením Agroboti Robotti 150D (Němec, 2022)

1.3.12 Chemická ochrana a přihnojování

Při plánování chemické ochrany jahodníku je vhodné uvážit možné spektrum škodlivých činitelů před samotnou výsadbou a také se seznámit s postupy integrované

ochrany. Důležité je také sledovat hlášení ÚKZÚZ o aktuální rostlinolékařské problematice. V rámci chemické ochrany lze pomocí aplikační techniky aplikovat pesticidy pro chemickou likvidaci škodlivých činitelů, např. chorob, škůdců nebo plevelných rostlin, dále je možné ji používat k aplikaci podpůrných růstových prostředků nebo kapalných hnojiv. Přípravků pro chemickou ochranu rostlin je široké spektrum, používají se různé účinné látky a jsou k dostání pod různými obchodními názvy. Registrace přípravků na ochranu rostlin spadá pod Ministerstvo zemědělství a časové období schváleného použití je omezené, stejně tak jako země, ve kterých lze jednotlivé látky používat (Ivičič et al., 1987), (Kříž, 2017).

K aplikaci do jahod se používá standardních postřikovačů, rosičů, zmlžovačů a speciálních adaptérů. Postřiková kapalina se rozptyluje na kapky, které ulpívají na povrchu rostlin a mezi požadavky náleží rovnoměrné pokrytí rostlin přípravkem na jejich rubových i lícových stranách. Pro účinnost zásahu je žádoucí rozptýl postřikové jíchy na co nejmenší kapky. Pro některé zásahy v jahodníku dostačuje postřik běžnými postřikovači, ale pro některé metody chemické ochrany jahodníku, např. aplikaci fungicidních přípravků v rozrostlých zahuštěných porostech, se užívá rosení. Rosení se provádí rosiči, které zabezpečují tzv. hydropneumatický rozptýl, což spočívá ve vytváření kapkového spektra pomocí trysek postupem obdobným jako u standardních postřikovačů, je zde ale podpořeno proudem vzduchu. Tímto způsobem dochází díky dostatečné kinetické energii kapek k uspokojivému proniknutí postřikové jíchy na povrch rostlin a jejímu následnému ulpění i v zahuštěných porostech (Kříž, 2017), (Neubauer et al., 1989), (Trunečka, 1996).

Aplikaci postřikové jíchy rosičem v porostu jahodníku můžeme spatřit na obrázku 1.18.



Obrázek 1.18: Tažený rosič v porostu jahodníku na polské farmě (Werner, 2021)

Při aplikaci kontaktních totálních herbicidů pro ošetření meziřádků jahod lze použít také speciálních adaptérů postřikovačů, které nabízí možnost aplikace přípravku škodlivých pro rostliny jahodníku bez jejich ohrožení díky aplikačním krytům. Vhodným přípravkem k takovému ošetření meziřádků jahod je například přípravek s účinnou látkou glufosinate-ammonium ($150 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$), známý pod obchodním názvem Basta 15. Vhodným mechanizačním zařízením pro takovou aplikaci je kupříkladu třísekční adaptér postřikovače od německé firmy Müller & Sohn určený pro dva řádky jahod. Stroj je vybaven dále talířovými krojidly pro přerušení rozvětvených šlahounů matečných rostlin v meziřádcích (Kříž, 2017).

Technické řešení takového adaptéru je zobrazeno na obrázku 1.19.



Obrázek 1.19: Meziřádkový aplikátor postřiku s ochrannými kryty pro jahodník výrobce Müller & Sohn (Kříž, 2017)

Pro přihnojování porostu na začátku vegetace je nutné se vyhnout především nedostatku dusíku a fosforu. Vhodné je také provádět rozborů půdy na obsah látek pro potřeby hnojení v průběhu celého roku. Dusík dodáváme ve formě dusičnanové, vhodným hnojivem je dusičnan vápenatý. Dále je důležité použití hnojiv s obsahem fosforu, draslíku a hořčíku. V ovocných kulturách je dále důležité zajistit obsah mikroelementů dostupných pro rostliny jahodníku, jako jsou mangan, měď, zinek, molybden, bór a železo. Tyto jsou potřebné v mnohem nižší koncentraci, než základní prvky (menší řádově ve stovkách až tisících), nicméně se účastní aktivních procesů v rostlině a jsou potřebné.

Velmi důležité je vyvarovat se přehnojení jahodníku, které v menším rozsahu vede ke snížení výnosů, zvýšení náchylnosti k chorobám a škůdcům a v závažnějších případech vede též k poškození rostlin (Hlušek, 1996), (Kříž, 2020b).

Přihnojování hnojivy lze provádět pomocí kapalné formy postřikovací technikou nebo rozvedem kapkové závlahy. Minerální hnojiva se v jahodách rozmetají běžnými rozmetadly, vhodná jsou například odstředivá rozmetadla kotoučová nebo s rozmetací hubicí. Dále je možné též užívat aplikátorů integrovaně umístěných v rámech

aktivních nebo pasivních pleček, které svoji pracovní činností zapravují hnojivo přímo pod povrch (Neubauer et al., 1989), (Trunečka, 1996).

1.3.13 Ochrana před mrazy

V ovocných kulturách se v rámci ochrany před jarními mrazy používá metody zakrývání ovocných stromů nebo kultur drobného ovoce, možné je také používání zápalných svící v prostorech sadů v závislosti na predikci mrazivých nocí. V období kvetení jsou kultury zvláště citlivé na působení mrazů a dochází tím k markantnímu snížení výnosů, někdy i fatálních pro celou sklizeň.

Předpokladem výsadby ovocných kultur jsou taková místa, kde se mrazíky pravidelně vůbec nevyskytují. Pokud se na některých výsadbách vyskytují pozdní jarní mrazíky nepravidelně, zejména v období od poloviny dubna do poloviny května, je možné je chránit závlahovým postřikem. Taková forma ochrany postřikem vody v jemných kapénkách postačuje k ochraně ovocných kultur přibližně do okolní teploty -4°C .

Princip ochrany spočívá v ukrytém teple v tekoucí vodě, která při svém zmrznutí na povrchu rostlin a změně svého skupenství z kapalného na pevné uvolňuje energii do svého okolí, a to přibližně ve výši 334 J při zmrznutí 1 kg vody. Toto množství tepla postačuje k udržení vnějších orgánů rostlin na teplotě přibližně 0°C , pokud neklesne okolní teplota vzduchu pod -6°C (Ivičič et al., 1987), (Slavík et al. 1996).

Zvláštním způsobem protimrazové ochrany, hojně se rozšiřujícím také v prostředí českých jahodáren, je zmlžování pomocí tzv. protimlhového děla, jehož konstrukce spočívá ve vyvíjení mlhy pomocí vstřikování účinných látek do proudu spalín.

Takovým zařízením, neboli vyvíječem mlhy, je například zařízení PulsFOG K-30 BIO, které je vybaveno dvěma páry trysek, kterými je vstřikován kapalný nosič, v tomto případě například roztok čistého zdravotnického glycerinu a čisté vody v poměru 1 : 1, případně jiných speciálních chemických roztoků vyrobených k tomuto účelu, a to do proudu spalín, které jsou tvořeny spalováním paliva v pohonné jednotce. Takto vytvořená viditelná mlha tvoří radiační bariéru, která chrání povrch půdy a pěstovanou kulturu před ztrátou tepla. Zařízení je vybaveno dvěma nádržemi pro roztok funkční kapaliny o celkovém společném objemu 110 l a nádrží na palivo o objemu 20 l. Vhodným způsobem provozu je například umístění zařízení na přívěsu traktoru, kterým jsou projížděny prostory sadů nebo jahodových meziřádků a je možné tak pokrýt mlhou celý pozemek s ovocnými kulturami. Provoz zařízení při plném objemu nádrží vystačí přibližně na 2,5 h provozu (Jemelka, 2023), (Trunečka, 1996).

Konstrukci vyvíječe mlhy na ochranu proti mrazíkům si můžeme prohlédnout na obrázku 1.20.



Obrázek 1.20: Vyvíječ mlhy PulsFOG K-30 BIO (oslavan.cz, 2023)

1.3.14 Nastýlání jahod podestýlkou

Zakrývání půdy při pěstování jahod, neboli také mulčování, přináší řadu předností. Za zásadní přínos lze označit omezení výparu z půdy a tím udržení optimálního mikroklimatu v porostu jahodníku. V případě dostatečného nastýlání dochází k výraznému potlačení růstu plevelů a úspoře nákladů. Mezi další výhody patří omezení znečištění dozrávajících plodů, možnému poškození plodů slimáky, omezení plesnivění jahod apod. Jako vhodný mulč lze označit řezanou slámu, v zahraničí se lze setkat také s kusovou rašelinou nebo pilinami. Jako alternativa k zakrytí se užívá také černé folie, kdy lze pozorovat výrazný vliv na potlačení téměř veškerého zaplevelení (Smatana a Hričovský, 1990).

Při pěstování jahod na slámové podestýlce bez použití mulčovacích folií je nutné pokládat vrstvu slámy do jahod nejlépe tak, aby nebyla vůbec vidět zem pod ní. Zabrání se tak znečištění plodů při sklizni a také to přináší pozitivní vliv na prevenci plísňových chorob. Sláma rychleji osychá než čistá země a na folii se se po dešti voda drží, kdežto slámou proteče (Kříž, 2020a).

Kříž (2017) také nevylučuje pokládku slámového mulče ani u porostů založených s použitím mulčovací folie, jelikož takto vyvýšené záhony při výsadbě jahod na folii, zvláště pak pokud se jedná o černou folii, trpí přílišným zahříváním za slunečných dnů, což lze částečně eliminovat zakrytím povrchu slámou.

Pro pokládku slámy do jahodníku se využívá rozdružovačů balíků. Některé z nich jsou primárně vyvíjeny pro pokládku slámy v živočišné výrobě, ale někteří výrobci nabízejí úpravy strojů pro zastýlání řádků jahod. Rozdružovače jsou koncipovány jako tažené nebo nesené stroje, které mají za úkol provádět rozdělení zastýlaného materiálu ze standardizovaného balíku slámy a jeho distribuci na určené místo. Rozdružovací ústrojí tvoří rotor opatřený noži a lopatkami, zpravidla bývá v provedení kruhovém nebo bubnovém. Rozdružovače mohou být vybaveny více rotory nebo individuálním množstvím lopatek či přídatných nožů nebo protiostří, může se lišit jejich pohon a také způsob distribuce slámy. Používány jsou též zastýlací koncovky pro distribuci slámy do kolejových řádků jahod a samotné rozdružovače se liší také svým způsobem plnění, zpravidla bočním nebo shora (Hruška, 2022), (kiddfarmmachinery.com, 2023).

Rozdružování válcových balíků slámy a jejich pokládka do řádků jahod prováděná taženým rozdružovačem konstrukčně určeným pro použití v jahodníku je zřejmá na obrázku 1.21.



Obrázek 1.21: Rozdružovač balíků slámy Heuling 981 v jahodníku (heuling.de, 2023)

1.3.15 Závlaha

Doplňková závlaha nad rámec dešťových srážek a půdní vláhý je důležitým agrotechnickým opatřením v rámci pěstování jahodníku. V nekrytých systémech

pěstování je nezbytnou a u krytých systémů pěstování výhradně nezbytnou součástí a má zásadní vliv pro pravidelnou sklizeň kvalitního ovoce. Množství vody dodané zavlažovacím systémem musí zabezpečit dostatečné zásobení kořenové soustavy rostlin vodou. Způsoby zavlažování lze rozdělit do několika základních druhů. A to na závlahu nadpovrchovou (postřikem), povrchovou a podpovrchovou (Ivičič et al., 1987).

Pro účely závlah je třeba brát ohled na celkovou potřebu závlahové vody, na její jakost a také na možné odebíratelné množství vody ze zdroje. Pro správné využití závlah je třeba zvolit optimální závlahovou dávku s ohledem na průběh počasí, samotnou potřebu jednotlivých plodin, vláhové poměry dané půdy a také zvolit vhodný termín. Závlahová dávka má za úkol vyrovnání vláhového deficitu v půdě. Zde se dá hovořit o takové zásobě vláhy v půdě, kterou je schopen daný půdní profil udržet, ze kterého pak rostliny mohou čerpat. Hloubka provlažování je přímo závislá na délce kořenů dané plodiny v půdním profilu. Dojde-li v dané hloubce k poklesu na takovou úroveň, kdy je schopnost rostlin jímat půdní vláhu značně omezená, dochází k omezení růstu a snížení výnosu. Velikost závlahové dávky je dále ovlivněna především půdními vlastnostmi (zrnitost, utužení, obsah humusu aj.) (Slavík et al., 1993).

Hloubka provlažení je přímo úměrná velikosti dané závlahové dávky v závislosti na půdních vlastnostech. Orientační závislost hloubky provlažení na velikosti zavlažovací dávky je vhodné spatřit na následující tabulce, viz tabulka 1.1.

Tabulka 1.1: Orientační velikost závlahových dávek (Slavík et al., 1993)

Hloubka provlažování půdy [cm]	Závlahová dávka [mm]		
	lehké půdy	střední půdy	těžké půdy
20	15	18	13
40	30	36	26
60	45	54	39
80	60	72	52

Hloubka potřebného provlhčení půdy v půdním profilu se také odvíjí od potřeb rostlin v jejich jednotlivých růstových fázích. U polní zeleniny je to například 20 – 30 cm v období jejich zakořeňování, v období jejich největšího růstu je jedná již ale rozmezí mezi 35 – 45 cm. Pro určování aktuální půdní vlhkosti jsou užívány různé postupy

a techniky, při kterých jsou využívány různé přístroje, jako tenzometry, irrometry či vlhkostní čidla. Nárazové měření půdní vlhkosti je pro polní použití dosti náročné a především nákladné. Vhodné je proto využívat výpočetní metody, které spolupracují s daty skutečných meteorologických podmínek. Tyto služby mohou poskytovat různá odborná a výzkumná pracoviště ze státní i soukromé sféry (Slavík et al., 1993).

1.3.16 Sklizeň

Sklizeň jahod na jahodárnách probíhá zpravidla výhradně ručně, a to jak pro následný prodej trhaných jahod pro přímou konzumaci nebo na další zpracování, tak při sběru plodů koncovým zákazníkem přímo na poli, jako tzv. samosběr (Kříž, 2020a).

Eventuální sklizeň jahodníku mechanizovaným způsobem je možná, nicméně má svá specifika a značné nevýhody. Pro sběr bobulí drobného ovoce jako je angrešt, rybíz, maliny jsou používány sklízeče, které odebírají čisté bobule bez stopek a tyto pak následně padají do připravených přepravek. Pro sklizeň jahod se uvažuje použití upravených sklizečů rybízu, které se pro tento účel vybavují adaptéry. Upřednostňované odrůdy jahod pěstované pro své senzorické vlastnosti pro přímý prodej určené pro ruční sklizeň nelze použít, vzhledem k nedostatečné tuhosti pro mechanizovanou sklizeň a jejich související nevhodnost. Pro mechanizovanou sklizeň tímto způsobem je nejvhodnější odrůda Tenira. Mechanizovaná sklizeň jahod se ale v praxi téměř nevyskytuje kvůli nedostatku vhodných odrůd. Vzhledem k nepříznivému vlivu na plody jahod při sklizních mechanizovaným způsobem je zpravidla nelze použít pro jejich prodej jako čerstvých jahod, ale jejich uplatnění je uvažováno pro další průmyslové zpracování, např. na výrobu šťáv a džemů (Ivičič et al., 1987), (Rédl et. al, 1996).

Nová doba a současné pokrokové metody ale přináší nová konstrukční řešení v kombinaci s dostupnou technologií umělé inteligence, díky kterým je možné sestavit robotické autonomní zařízení pro mechanickou sklizeň jahod takovým způsobem, který je efektivní a zároveň šetrný k běžným plodům současných odrůd jahod a stejně tak k samotným porostům.

Pokrokové autonomní roboty pro sklizeň jahod se s úspěchem testují v USA ve státě Kalifornie, kde nahrazují chybějící pracovní síly pro tento typ manuální práce a jejich práce je přesná, kvalitní a plně srovnatelná s humánním sběrem. Díky vybavení robotů umělou inteligencí je zařízení samo schopno v reálném čase rozeznat zralé plody od nezralých díky jejich skenování pomocí stereokamer s multispektrálním obrazovým a infračerveným viděním. Zařízení Agrobot je vybaveno 24 robotickými

rameny a automaticky odesílá data lidskému operátorovi po skončení každé sklizené řady jahod. Sklizeň jednoho plodu trvá několik sekund a spočívá v zaměření jeho polohy, posouzení stupně jeho zralosti a vhodnosti ke sklizni, vyslání ramene a jeho bezpečný úchop plodu s následným přesunem plodu nad přepravku, kam jej upustí. Zařízení je tímto způsobem schopno dosáhnout denní výkonnosti až $2,7 \text{ ha} \cdot \text{den}^{-1}$ (Frangoul, 2018), (He et al., 2022), (Seabrook, 2019).

Autonomní robotické zařízení pro sběr plodů jahodníku typu Agrobot je zobrazeno na obrázku 1.22.



Obrázek 1.22: Autonomní robotické zařízení pro sběr jahod Agrobot (Agrobot.com, 2023) - upraveno

1.3.17 Odstranění listů po sklizni

Zcela zásadní význam má posekání či drcení, příp. i následné fyzické odstranění starých listů jahodníku po sklizni, a to z hlediska fytosanitárního. Listy jahodníku často trpí, zvláště v závěru sklizně, bílou nebo červenou skvrnitostí listů jahodníku, případně dalšími chorobami jako např. padlím jahodníkovým. Listy jsou zároveň také útočištěm škůdců a jejich odstranění pomáhá například v boji proti roztočíku jahodníkovému. Pokud není napadení listů velké, lze listy na pozemku ponechat, potřebné je ale jejich správné rozdrcení. Mladší výsadby se sekají ve výšce 3 – 5 cm, starší výsadby pak 5 – 7 cm, a to aby nedošlo k poškození jahodového srdčka (Meszka et al., 2020).

Odstranění listů po sklizni má také jednoznačně pozitivní vliv na zvýšení výnosu jahod v dalším roce. Kromě zlepšení zdravotního stavu dochází také k omlazení

porostu, jelikož odstraněním starých listů se podpoří tvorba a růst nových a v nových listech probíhá fotosyntéza mnohem účinněji, než v listech starých. Díky tomu si rostlina dokáže zajistit mnohem více zásobních látek na zimní období a založí více květních pupenů pro příští rok (Kříž, 2020a).

Vhodné mulčovače jsou stroje určené pro drcení zelené hmoty, jejichž užití se uplatní jak v komunální sféře, tak v běžné zemědělské praxi, kdy je nutné co nejlepší rozdrcení posklizňových zbytků pro jejich následné zanechání na upravované ploše. Mulčovače – drtiče musejí splňovat základní požadavky jako je snadné připojení k traktoru, možnost nastavení pracovní výšky a její aretace, téměř dokonalé podrcení nadzemních částí rostlin a jejich rovnoměrné rozprostření na povrchu pozemku. Jako základní rozdělení mulčovačů je možné rozdělení podle konstrukce jejich pracovního ústrojí, a to na mulčovače s vertikální osou rotace a s horizontální osou rotace (Zemánek a Veverka, 2001).

2 Cíl práce

Cílem práce je vyhledání dostupné mechanizace pro pěstování této plodiny, vyhodnocení plošných výkoností a spotřeb pohonných hmot, případně i v konkrétních podmínkách zemědělského podniku a odpovědět na otázky:

1. Které ze sledovaných mechanizačních prostředků mají vliv na vyšší kvalitu práce a na úsporu nákladů?
2. Mají tyto mechanizační prostředky vliv na stav porostu a výnos plodiny?

Kromě samotného vyhledání mechanizace a zodpovězení otázek byly zadány dílčí cíle této práce, a to:

1. Vyhledat mechanizaci pro pěstování této plodiny, zjistit plošnou výkonnost, kvalitu práce a spotřebu PHM zvolených strojů.
2. Odpovězte na otázky z cíle této práce.
3. Výsledky zhodnotit a uvést závěry pro praxi.

3 Metodika

V této části práce jsou blíže vymezeny stroje, které byly vybrány pro sledování vybraných parametrů, dále je zde popsáno kde a za jakých podmínek probíhalo sledování těchto vybraných mechanizačních prostředků a jakým způsobem byly zjišťovány výsledky.

3.1 Výběr vhodných mechanizačních prostředků ke sledování

Pro vhodný výběr konkrétních mechanizačních prostředků vhodných ke sledování bylo nutné zvolit takové, u nichž lze sledovat vhodná kritéria pro sledování a u kterých je možné pozorovat rozdílné vlastnosti, tj. bylo vhodné vybrat takové prostředky, které konají stejnou nebo podobnou pracovní činnost, jsou dostupné ke sledování v konkrétních podmínkách vybrané farmy a zároveň pocházejí z produkce různých výrobců.

Vzhledem k povaze této práce je vhodné vybrat ze souboru používané zemědělské techniky při pěstování jahodníku takové mechanizační prostředky, které úzce souvisejí s produkcí jahod, lze je označit tedy za stroje speciální, které se v České republice masivně nepoužívají v běžném konvenčním zemědělství, jako jsou stroje pro univerzální použití v jiných plodinách nebo stroje pro základní zpracování půdy apod.

Pro tyto účely byly vybrány ke sledování nesené rotační plečky, u kterých lze sledovat případné vlivy na výnos a kvalitu produktu v souvislosti s ošetřováním porostu během vegetace, dále produktivitu práce a zvýšení její kvality, která zároveň souvisí s úsporou nákladů.

3.2 Charakteristika jednotlivých vybraných strojů

V dostupném prostředí pěstování jahodníku byly vybrány následující mechanizační prostředky – aktivní plečky.

3.2.1 Rotační plečka Özdöken ACM-SFG3

Jedná se o nesený stroj vhodný pro agregaci s běžnými univerzálními traktory. Základ tvoří rám, resp. základní nosník, s uchycením pomocí třibodového závěsu. Samotné uchycení třibodového závěsu je uchyceno na třmenech, stejně jako všechny další pracovní celky, a je tedy možné zvolit i případné odchýlení umístění třibodového závěsu mimo střed stroje, a to podle potřeby agregace. Na rám jsou umístěny jednotlivé pracovní sekce, které jsou tvořeny držákem aktivní jednotky s ústrojím jejího pohonu umožňující její výkyv v ose jejího uložení a dále samostatným pevným držákem masivní šípové radličky, která je určena pro kypření půdy před samotným

plečkováním a je zařazena před aktivní jednotku. Aktivní jednotky jsou propojeny šestihranným hřídelem zajišťujícím jejich pohon, který je propojuje s úhlovou převodovkou umístěnou na nosníku uprostřed stroje pro pohon standardizovaným vývodovým hřídelem. Každá z aktivních jednotek je dále opatřena stavitelným táhlem umožňující nastavení přtlaku pracovní jednotky do půdy pomocí nastaveného předpětí vinuté pružiny, která je zajištěna na táhle maticemi. Aktivní plečka je také opatřena koly umožňujícími nastavení pracovní hloubky stroje. Na přání je možné plečku vybavit zařízením umožňující přesné hnojení minerálními hnojivy přímo k pracovním orgánům plečky.

Stroj Özdöken ACM-SFG3 je dodáván s šířkou rámu 3 m, pro potřeby rodinné farmy byl dodatečně upraven na celkovou šířku 2,5 m. Dále z důvodu potřeby užšího provedení prostřední sekce stroje vyplývající z používané technologie výsadby a její nedodání dodavatelem stroje byla nutná úprava záběru prostřední aktivní jednotky ze 40 cm na 30 cm, spočívající v odstranění nástavků s krajními řadami nožů (dvě řady se 4 noži, místo čtyř řad se 4 noži) a příslušnému přizpůsobení ochranných krytů. Dle firemní literatury Özdöken (2022) je uváděná pracovní hloubka stroje 10 cm (viz tabulka 3.1).

Tabulka 3.1: Základní technické parametry Özdöken ACM-SFG3

Základní technické parametry stroje Özdöken ACM-SFG3		
Celková šířka stroje	[m]	2,5
Počet pracovních sekcí	[ks]	3
Pracovní záběr všech sekcí	[m]	1,1 (0,4 + 0,3 + 0,4)
Základní min. hmotnost	[kg]	750
Výrobce stroje	Özdöken A. S., Konya, Turecko	
Rok výroby	2021	

Předmětný stroj pro účely měření a pracovní činnost je využit ve vhodné agregaci s kolovým traktorem typu Zetor 7211.

Konkrétní agregace mechanizačního prostředku viz obrázek 3.1.



Obrázek 3.1: Özdöken ACM-SFG3 v agregaci s traktorem Zetor 7211, Jahodárna Hroznětín

3.2.2 Rotační plečka Maschio K3M

Konstrukční řešení rotační plečky Maschio K3M (viz tabulka 3.2) je obdobné jako u plečky zn. Özdöken. Pohon jednotlivých aktivních jednotek je řešen obdobně, stejně tak jako velikost nožů či jejich uspořádání. Stroj je vybaven taktéž stavitelnými opěrnými koly a na přání vybaven ústrojím umožňujícím přihnojování. Zásadním rozdílem je absence šípové radličky k rozrušení utužené půdy před aktivní jednotkou.

Tabulka 3.2: Základní technické parametry Maschio K3M

Základní technické parametry stroje Maschio K3M		
Celková šířka stroje	[m]	2,2
Počet pracovních sekcí	[ks]	3
Pracovní záběr všech sekcí	[m]	1,35 (0,45 + 0,45 + 0,45)
Základní min. hmotnost	[kg]	420
Výrobce stroje	Maschio S. p. A., Padova, Itálie	
Rok výroby	1999	

Agregace stroje Maschio K3M probíhala s traktorem Zetor 7211, viz obrázek 3.2.



Obrázek 3.2: Maschio K3M v agregaci s traktorem Zetor 7211, Jahodárna Plzeň

3.2.3 Rotační plečka VEB Landmaschinen Torgau P 108

Rotační plečka typu P 108 byla vyvinuta pro použití k meziřádkové kultivaci při pěstování řepy, své využití zaujímala v době svého masivního rozšíření také při pěstování kukuřice či polní zeleniny. Alternativní využití může mít také v jahodníku. Konstrukce stroje vychází z období 60. let 20. století. Stroj umožňuje variabilní změnu umístění jednotlivých sekcí na rámu stroje i úpravu jejich počtu, maximálně však šest. Tento typ stroje byl vyráběn v Německé demokratické republice, a to v provedení mezinápravového stroje umístěného na nářad'ový traktor typu RS-09, nebo provedení závěsném určeném pro univerzální traktory pro umístění do spodních táhel zadního tříbodového závěsu.

Na rám stroje, který se připojuje k traktoru, jsou pomocí třmenů připevněny jednotlivé pracovní jednotky, jejichž pohon je proveden pomocí společné čtyřhranné hřídele, která je napojena na hlavní úhlovou převodovku poháněnou vývodovým hřídelem traktoru, na které jsou dále umístěny úhlové převodovky jednotlivých pracovních jednotek, které tvoří monoblok celé pracovní sekce jež je pospojován pomocí přírub, jejichž středy vede hnací hřídel každé jednotky, která pomocí další úhlové převodovky pohání vlastní unašeč nožů uvnitř pracovní jednotky.

Tento stroj byl vybrán, jelikož je k dispozici na vlastní rodinné farmě. Jedná se již o historický stroj, který je ale možné vzhledem k jeho pracovní činnosti porovnat s ostatními, a také je jedním z mála zástupců tohoto typu stroje používaného v tuzemských podmínkách v době svého běžného pracovního nasazení vůbec.

Konkrétní stroj použitý v této práci vznikl úpravou z šestisekčního stroje na třísekční pro použití v jahodníku a další úprava spočívala ve zrušení systému navádění s obsluhou dalšího pracovníka, tedy odstraněním držáku ovládacího záhonového kola v zadní části a pracoviště obsluhy. Stroj je tedy uložen pevně ve spodních táhlech třibodového závěsu neumožňující stranový výkyv. Všechny strojní součásti stroje jsou originální. Stroj není běžně vybaven pasivními radličkami před aktivními jednotkami ani systémem umožňujícím nastavení přitlaku pracovní jednotky do půdy. Dle firemní literatury VEB Landmaschinen Torgau je stroj určen pro pracovní hloubku v rozmezí 2 – 6 cm. Ostatní technické parametry konkrétního stroje viz tabulka 3.3.

Tabulka 3.3: Základní technické parametry VEB Landmaschinen Torgau P 108

Základní technické parametry stroje VEB Landmaschinen Torgau P 108		
Celková šířka stroje	[m]	2,5
Počet pracovních sekcí	[ks]	3
Pracovní záběr všech sekcí	[m]	0,9 (0,3 + 0,3 + 0,3)
Základní min. hmotnost	[kg]	cca 300
Výrobce stroje	VEB Landmaschinen Torgau, NDR	
Rok výroby	cca 1975	

Agregace rotační plečky typu P 108 uskutečněná s traktorem typu Zetor 7211, viz obrázek 3.3.



Obrázek 3.3: Rotační plečka VEB Landamaschinen Torgau P 108 s traktorem Zetor 7211, Jahodárna Šabina

3.3 Místní podmínky při sledování

Pro účely sledování strojů bylo vybráno více porostů jahodníku, které jsou na různých lokacích, a to pro objektivní posouzení produktivity práce a vlivu na kvalitu práce. Na každém pozemku se nachází různé půdní podmínky a stav zaplevelení porostu, díky kterým lze porovnat funkci a hlavní schopnosti práce vybraných strojů. Pro účely měření jsou vybrány vždy obdobné porosty jahodníku, a to dvouleté, příp. tříleté, respektive porosty dostatečně rozrostlé a zapojené, které jsou určené pro plnou sklizeň, a lze u nich sledovat přínosy jednotlivých agrotechnických zásahů.

3.4 Charakteristika zvolených provozoven pro měření

3.4.1 Jahodárna Staňkov

Pozemek pro pěstování jahod v této provozovně, který náleží k produkční činnosti rodinné farmy, se nachází v Plzeňském kraji, okrese Domažlice, katastrální území Staňkov. Výsadba jahodníku se nachází na pozemku o celkové výměře 0,7 ha, značeným dílem půdního bloku, dále DPB, číslo 8816/3 s číslem mapového čtverce

LPIS 840-1080. Pozemek se nachází v blízkosti řeky Radbuzy a jeho průměrná nadmořská výška je 370 m. n. m. Druh půdy určen jako střední (eagri.cz, 2023).

Zobrazení předmětného DPB číslo 8816/3 můžeme vhodně zobrazit pomocí webové aplikace LPIS. Zde je předmětný DPB na snímku označen svým číslem a na němž nacházející se porost jahodníku orámován červenou barvou, viz obrázek 3.4.



Obrázek 3.4: Výsadba jahodníku na DPB 8816/3 v k. ú. Staňkov, (eagri.cz, 2023) – upraveno

Jahodník se nachází na celém daném půdním dílu a jedná rovnoměrné zastoupení odrůdy Allegro a odrůdy Sonata.

Parametry dané výsadby jahodníku, z nichž některé jsou potřebné pro další výpočty a hodnocení, jsou zpracovány v následující tabulce 3.4.

Tabulka 3.4: Parametry výsadby Staňkov

Parametry sledované výsadby jahodníku Staňkov		
Celková výměra porostu	[ha]	0,7
Průměrná délka jednoho záhonu	[m]	125
Šířka výsadby matečných rostlin (spon)	[m]	0,6
Vzdálenost sazenic v řádku (rozteč)	[m]	0,33
Průměrná šířka záhonu (měřená ze středu záhonu na střed sousedního záhonu)	[m]	1,7

3.4.2 Jahodárna Plzeň

Provozovna plzeňské jahodárny se nachází v krajském městě Plzeň, katastrální území Plzeň. V těsné blízkosti jahodárny se nachází ulice Radčická, která spojuje centrum Plzně s blízkou obcí Radčice. V předmětné jahodárně provádí pěstební činnost pan Ing. Oldřich Kříž. Jahodárna se také nachází v těsné blízkosti řeky Mže a pro okolí jahodárny se také užívá místního názvu U Kalikovského mlýna.

Předmětný pozemek s výsadbou jahodníku, na kterém je prováděno měření má označení DPB 4805/2 s celkovou výměrou 0,31 ha a DPB 4805/4 s celkovou výměrou 2,39 ha. Číslo mapového čtverce LPIS 820-1060. Průměrná nadmořská výška pozemku je 308 m. n. m. Druh půdy určen jako střední (eagri.cz, 2023).

Na předmětném pozemku se nachází výsadba jahodníku odrůdy Daroyal v jednořádcích, na části pozemku o celkové výměře 0,40 ha. Předmětná plocha, na které se provádí měření je označena na obrázku červeně, viz obrázek 3.5.



Obrázek 3.5: Výsadba jahodníku na DPB 4805/2 a 4805/4 v k. ú. Plzeň, (eagri.cz, 2023) – upraveno

Charakteristika sledované výsadby je zpracována v tabulce 3.5.

Tabulka 3.5: Parametry výsadby Plzeň

Parametry sledované výsadby jahodníku Plzeň		
Celková výměra porostu	[ha]	0,4
Průměrná délka jednoho záhonu	[m]	180 (130)
Šířka výsadby matečných rostlin (spon)	[m]	0,95
Vzdálenost sazenic v řádku (rozteč)	[m]	0,4
Průměrná šířka záhonu (měřená ze středu záhonu na střed sousedního záhonu)	[m]	2,05

Výsadba předmětného porostu byla provedena sázecím strojem s integrovanou pokládkou kapkovací hadice do blízkosti kořenů rostlin v ose řádků. Z důvodu efektivity plošného zavlažování je porost v celé své délce rozdělen do tří úseků, a to přibližně po třetinách, kdy mezi každou třetinou, tj celkem dvakrát, je uloženo v porostu napříč rozvodné zavlažovací potrubí spojující jednotlivé kapkovací hadice v každém řádku. Pro zachování technologie rotačního plečkování v tomto porostu a z důvodu eliminace poškození závlahového systému jsou vynechávány desetimetrové úseky v blízkosti umístění příčného závlahového potrubí. Pracovní jízda je tedy zkrácena v průběhu každé jízdy záhonem o dva dvacetimetrové úseky, kdy traktor tento úsek přejíždí volným průjezdem se zvednutým neseným strojem bez jeho dotyku se zemí. Na časové úseky těchto průjezdů je tedy nutné pohlížet nikoli jako na pracovní, ale jako na ztrátové, stejně tak jako například při otáčení na souvratích apod.

Stejný příčný závlahový rozvod se nachází také na začátku porostu na jeho jižní straně, a z toho důvodu je na této straně porostu posunut začátek plečkování daného záhonu o 10 metrů. Z tohoto důvodu je upravena průměrná délka záhonu pro další výpočty a je ponížena o tyto vynechané úseky, kdy nedochází k pracovnímu pojezdu rotační plečkou. Takto upravená hodnota snížené délky záhonu je v předchozí tabulce uvedena v závorce.

3.4.3 Jahodárna Šabina

Pozemek pro pěstování jahod v této provozovně, který náleží k produkční činnosti rodinné farmy, se nachází v Karlovarském kraji, okrese Sokolov, katastrální území Šabina. Výsadba jahodníku se nachází na pozemku o celkové obhospodařované výměře 3,12 ha, značeným jako DPB 1805/2 s číslem mapového čtverce LPIS 870-1010. Pozemek se nachází v blízkosti řeky Ohře a jeho průměrná nadmořská výška je 409 m. n. m. Druh půdy určen jako těžká (eagri.cz, 2023).

Předmětná výsadba, kde bylo prováděno měření, se nachází v severní části tohoto DPB a jedná se o výsadbu odrůd Sonata a Darselect na části o celkové ploše 1,20 ha, jejíž hranice jsou označeny červeně na následujícím obrázku, viz obrázek 3.6.



Obrázek 3.6: Výsadba jahodníku na DPB 1805/2 v k. ú. Šabina, (eagri.cz, 2023) – upraveno

Parametry předmětné části sledované výsadby jahodníku jsou uvedeny v následující tabulce 3.6.

Tabulka 3.6: Parametry výsadby Šabina

Parametry sledované výsadby jahodníku Šabina		
Celková výměra porostu	[ha]	1,35
Průměrná délka jednoho záhonu	[m]	160
Šířka výsadby matečných rostlin (spon)	[m]	0,6
Vzdálenost sazenic v řádku (rozteč)	[m]	0,33
Průměrná šířka záhonu (měřená ze středu záhonu na střed sousedního záhonu)	[m]	1,7

3.4.4 Jahodárna Hroznětín

Pozemek pro pěstování jahod v této provozovně, který náleží k produkční činnosti rodinné farmy, se nachází v Karlovarském kraji, okrese Karlovy Vary, katastrální

území Hroznětín. Výsadba jahodníku se nachází na pozemku o celkové obhospodařované výměře 0,63 ha, značeným jako DPB 9103, číslo mapového čtverce LPIS 840-1000. Pozemek se nachází v podhůří Krušných hor a jeho průměrná nadmořská výška je 469 m. n. m. Druh půdy určen jako lehká (eagri.cz, 2023).

Předmětná výsadba jahod na tomto DPB je v celkové výměře 0,51 ha a jedná se o odrůdu Rumba. Její umístění na pozemku je vyznačeno červeným orámováním na obrázku 3.7.



Obrázek 3.7: Výsadba jahodníku na DPB 9103 v k. ú. Hroznětín, (eagri.cz, 2023) – upraveno
Charakteristiku předmětné výsadby jahodníku na tomto pozemku je možné shlédnout na tabulce 3.7.

Tabulka 3.7: Parametry výsadby Hroznětín

Parametry sledované výsadby jahodníku Hroznětín		
Celková výměra porostu	[ha]	0,51
Průměrná délka jednoho záhonu	[m]	83
Šířka výsadby matečných rostlin (spon)	[m]	0,6
Vzdálenost sazenic v řádku (rozteč)	[m]	0,33
Průměrná šířka záhonu (měřená ze středu záhonu na střed sousedního záhonu)	[m]	1,7

3.5 Sledování plošné výkonnosti strojů

Pro sledování plošné výkonnosti je nutné sledovat především dobu jízdy daným úsekem při vykonávání pracovní činnosti v souvislosti s obdělanou plochou.

Pro tyto účely je nutné stanovit úseky o dané ploše a měřit čas jednotlivých jízd. Nutné je také optimalizovat pracovní rychlost pro danou činnost a je nutné sledovat vliv pojezdové rychlosti strojní soupravy na kvalitu odvedené práce.

Obecně lze výkonnost charakterizovat daným množstvím odvedené práce za určitý časový úsek.

Pro vyhodnocování plošné výkonnosti lze použít empirický vztah 3.1:

$$W_p = \frac{S}{t} [ha \cdot h^{-1}], \quad (3.1)$$

kde:

- W_p plošná výkonnost na jednu hodinu [$ha \cdot h^{-1}$]
- S velikost obhospodařované plochy daného úseku [ha]
- t čas potřebný k obhospodařování dané plochy [h]

Pro zjištění výkonnosti odrážející skutečný stav při polním nasazení takového typu stroje je nutné zohlednit především jednotlivé časové úseky, které přímo souvisejí s danou pracovní činností a ovlivňují skutečnou výkonnost.

Celkový čas t lze tedy rozdělit na dva měřitelné úseky:

- t_1 – čas, kdy stroj vykonává práci, tj. čas pojezdu se zpracováváním půdy
- t_2 – čas otáčení na souvrati, tj. čas od vyhloubení stroje do jeho opětovného zahloubení do půdy

Při provádění měření je tedy nutné zaznamenávání délky trvání jednotlivých časových úseků s jejich příslušným rozdělením, viz výše, a to v souvislosti s konkrétní obhospodařovanou plochou, která se váže k zaznamenaným časům, resp. celkového času stroje t_{02} .

Pro časový záznam v terénu je nutné zaznamenávání přesných časů, jedná se o čas začátku pracovní jízdy, čas konce pracovní jízdy a dále navazující čas začátku další pracovní jízdy po přejezdu souvratě. Potřebné časy je možné získat ručním zápisem s měřicím přístrojem času (např. tzv. stopky), či případně pořízováním digitálních fotografických snímků s integrovaným zaznamenáváním přesného času nebo tvorbou audiovizuálního záznamu apod.

Vyhodnocením těchto zaznamenaných časů získáme potřebné časové úseky, tj. předmětné časy práce a ztrátové časy, které lze dosadit do následujícího vzorce pro získání celkového času.

Pro získání skutečného času t_{02} uijeme tedy jednoduchý vztah 3.2:

$$t_{02} = t_1 + t_2 [h], \quad (3.2)$$

kde:

- | | |
|-------|--|
| t | čas potřebný k obhospodařování dané plochy [h] |
| t_1 | čas provozu stroje při pracovní činnosti [h] |
| t_2 | čas nepracovních pojezdů jako např. objížděky záhonů či souvratě [h] |

Pro získání velikosti dané zpracované plochy S , ke které se váží předmětné časy, lze použít následující vzorec 3.3:

$$S = l_1 \cdot B_p \cdot n [m^2], \quad (3.3)$$

kde:

- | | |
|-------|---|
| S | zpracovaná plocha jízdami všech záhonů [m^2] |
| l_1 | průměrná délka jednoho záhonu [m] |
| B_p | záběr stroje, tj. celková šíře jednoho záhonu [m] |
| n | počet všech jízd / zpracovaných záhonů |

Plošnou výkonnost lze počítat jako efektivní, tj. s použitím hlavního času t_1 , kdy stroj vykonává pouze hlavní práci.

Pro vyhodnocení plošné výkonnosti efektivní lze použít vzorec 3.4:

$$W_{p1} = \frac{S}{t_1} [ha \cdot h^{-1}], \quad (3.4)$$

kde:

W_{p1} plošná výkonnost efektivní na jednu hodinu [$ha \cdot h^{-1}$]

S velikost zpracované plochy daného úseku [ha]

t_1 čas provozu stroje při pracovní činnosti [h]

Ukazatelem, který odráží skutečný stav provozu stroje v daném prostředí za daných podmínek, je plošná výkonnost produktivní se zohledněním ztrátových časů.

Pro vyhodnocení plošné výkonnosti produktivní se zahrnutím ztrátových časů lze použít vzorec 3.4:

$$W_{p02} = \frac{S}{t_1 + t_2} [ha \cdot h^{-1}], \quad (3.4)$$

kde:

W_{p02} plošná výkonnost produktivní se zahrnutím ztrátových časů na jednu hodinu [$ha \cdot h^{-1}$]

S velikost zpracované plochy daného úseku [ha]

t_1 čas provozu stroje při pracovní činnosti [h]

t_2 čas nepracovních pojezdů jako např. objížděky záhonů či souvratě [h]

3.6 Sledování spotřeby PHM

Pro jednoduché a efektivní měření spotřeby PHM zvolené strojové soupravy byla zvolena metoda sledování úbytku paliva z plné nádrže energetického prostředku po vykonání dané pracovní činnosti v souvislosti s obhospodařovanou plochou, jež byl zjištěn měřením doplněného paliva znovu do obsahu plné nádrže po skončení činnosti na daném úseku.

Měření doplňovaného paliva bylo prováděno pomocí odměrného válce a výsledek určuje množství skutečně doplněných PHM do nádrže.

Pro vyhodnocení spotřeby pohonných hmot lze použít empirický vzorec:

$$m = \frac{p}{s} [l \cdot ha^{-1}], \quad (3)$$

kde:

m	spotřeba motorové nafty na jeden hektar [$l \cdot ha^{-1}$]
p	množství spotřebované nafty na dané ploše [l]
s	obhospodařovaná plocha [ha]

4 Výsledky

4.1 Měření plošné výkonnosti

4.1.1 Naměřené hodnoty pro výpočet plošné výkonnosti

Özdöken ACM-SFG3

Plošná výkonnost byla měřena na vymezených úsecích v prostorech Jahodárny Staňkov, Jahodárny Šabina a Jahodárny Hroznětín. Získané naměřené údaje můžeme spatřit v následující tabulkách, viz tabulky 4.1. – 4.4.

Tabulka 4.1: Naměřené hodnoty ACM-SFG3 Staňkov 2022

Měření Jahodárna Staňkov – říjen 2022		
Plocha jednoho záhonu ($l_1 \cdot B_p$)	[m ²]	212,5
Počet měřených záhonů n		9
Celková plocha měřeného úseku S	[m ²]	1912,5
Celkový čas pracovní Σt_1	[h]	0,76
Celkový čas nepracovní Σt_2	[h]	0,11

Tabulka 4.2: Naměřené hodnoty ACM-SFG3 Staňkov 2023

Měření Jahodárna Staňkov – březen 2023		
Plocha jednoho záhonu ($l_1 \cdot B_p$)	[m ²]	212,5
Počet měřených záhonů n		16
Celková plocha měřeného úseku S	[m ²]	3400
Celkový čas pracovní Σt_1	[h]	0,99
Celkový čas nepracovní Σt_2	[h]	0,17

Tabulka 4.3: Naměřené hodnoty ACM-SFG3 Šabina 2022

Měření Jahodárna Šabina – říjen 2022		
Plocha jednoho záhonu ($l_1 \cdot B_p$)	[m ²]	272
Počet měřených záhonů n		11
Celková plocha měřeného úseku S	[m ²]	2992
Celkový čas pracovní Σt_1	[h]	1,27
Celkový čas nepracovní Σt_2	[h]	0,14

Tabulka 4.4: Naměřené hodnoty ACM-SFG3 Hroznětín 2022

Měření Jahodárna Hroznětín – říjen 2022		
Plocha jednoho záhonu ($l_1 \cdot B_p$)	[m ²]	141,1
Počet měřených záhonů n		6
Celková plocha měřeného úseku S	[m ²]	846,6
Celkový čas pracovní Σt_1	[h]	0,27
Celkový čas nepracovní Σt_2	[h]	0,07

Maschio K3M

Měření probíhalo v prostorách Jahodárny Plzeň a získané hodnoty jsou zpracovány v tabulce 4.5.

Tabulka 4.5: Naměřené hodnoty K3M Plzeň 2022

Měření Jahodárna Plzeň – říjen 2022		
Plocha jednoho záhonu ($l_1 \cdot B_p$)	[m ²]	266,5
Počet měřených záhonů n		6
Celková plocha měřeného úseku S	[m ²]	1599
Celkový čas pracovní Σt_1	[h]	0,33
Celkový čas nepracovní Σt_2	[h]	0,08

VEB Landmaschinen Torgau P 108

Měření probíhalo v prostorách Jahodárny Šabina a získané hodnoty jsou zpracovány v tabulce 4.6.

Tabulka 4.6: Naměřené hodnoty P 108 Šabina 2023

Měření Jahodárna Šabina – březen 2023		
Plocha jednoho záhonu ($l_1 \cdot B_p$)	[m ²]	272
Počet měřených záhonů n		6
Celková plocha měřeného úseku S	[m ²]	1632
Celkový čas pracovní Σt_1	[h]	0,40
Celkový čas nepracovní Σt_2	[h]	0,07

4.1.2 Vypočtené hodnoty plošných výkonností

Na základě získaných hodnot zpracované plochy a příslušných časů práce byla určena plošná výkonnost strojních souprav. Takto získané hodnoty jsou zpracovány v následujících tabulkách, viz tabulky 4.7 – 4.9.

Özdöken ACM-SFG3

Tabulka 4.7: Plošné výkonnosti Özdöken ACM-SFG3

Měření Jahodárna Staňkov – říjen 2022		
Plošná výkonnost efektivní W_{p1}	[ha · h ⁻¹]	0,25
Plošná výkonnost produktivní W_{p02}	[ha · h ⁻¹]	0,22
Měření Jahodárna Staňkov – březen 2023		
Plošná výkonnost efektivní W_{p1}	[ha · h ⁻¹]	0,34
Plošná výkonnost produktivní W_{p02}	[ha · h ⁻¹]	0,29
Měření Jahodárna Šabina – říjen 2022		
Plošná výkonnost efektivní W_{p1}	[ha · h ⁻¹]	0,23
Plošná výkonnost produktivní W_{p02}	[ha · h ⁻¹]	0,21
Měření Jahodárna Hroznětín – říjen 2022		
Plošná výkonnost efektivní W_{p1}	[ha · h ⁻¹]	0,31
Plošná výkonnost produktivní W_{p02}	[ha · h ⁻¹]	0,25

Maschio K3M

Tabulka 4.8: Plošné výkonnosti Maschio K3M

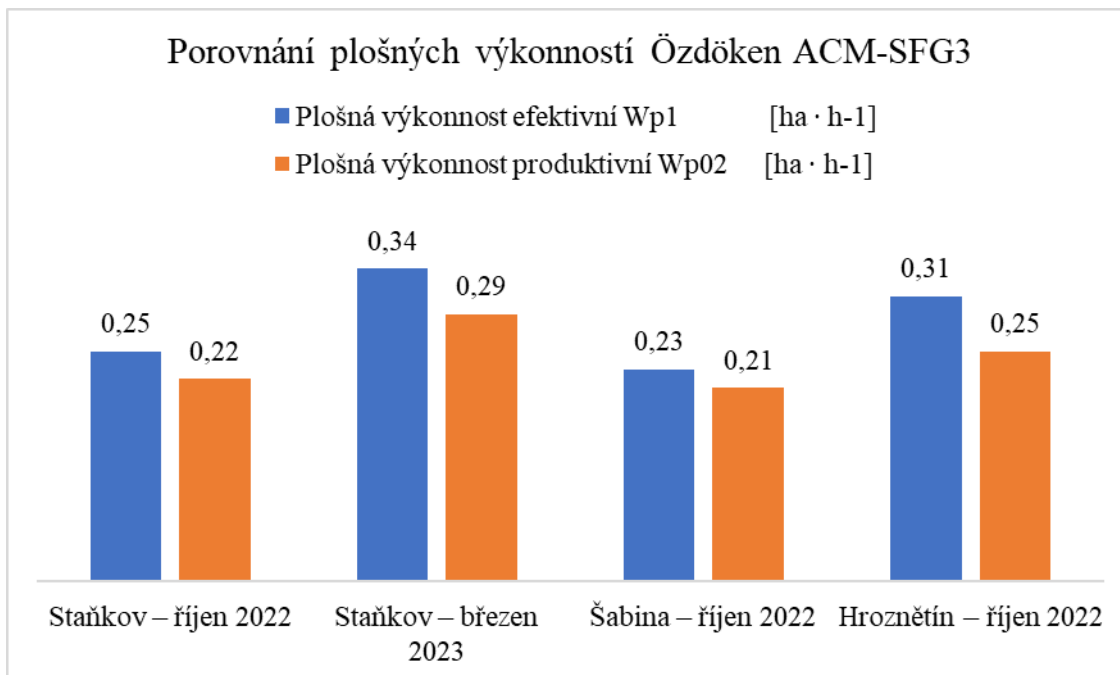
Měření Jahodárna Plzeň – říjen 2022		
Plošná výkonnost efektivní W_{p1}	[ha · h ⁻¹]	0,48
Plošná výkonnost produktivní W_{p02}	[ha · h ⁻¹]	0,39

VEB Landmaschinen Torgau P 108

Tabulka 4.9: Plošné výkonnosti VEB Landmaschinen Torgau P 108

Měření Jahodárna Šabina – březen 2023		
Plošná výkonnost efektivní W_{p1}	[ha · h ⁻¹]	0,41
Plošná výkonnost produktivní W_{p02}	[ha · h ⁻¹]	0,34

Vhodné porovnání zjištěných výkonností plečky Özdöken ACM-SFG3 mezi jednotlivými měřeními můžeme shlédnout na následujícím grafu, viz obrázek 4.1.

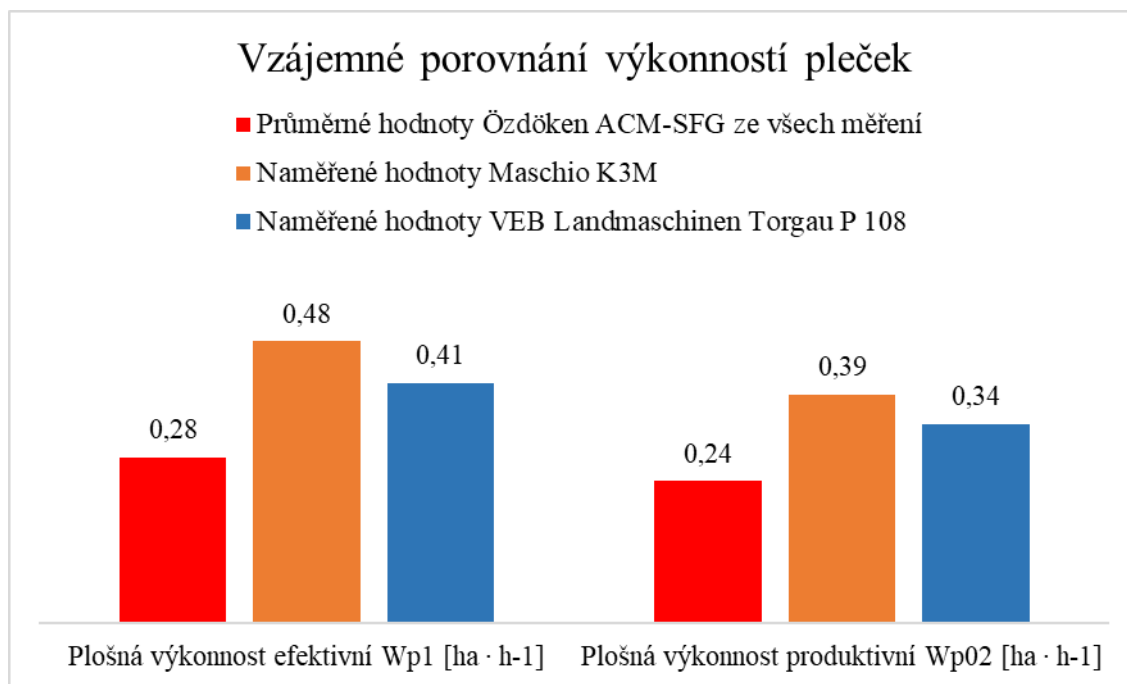


Obrázek 4.1: Porovnání plošných výkonností Özdöken ACM-SFG3

Zjištěné hodnoty zobrazují rozdíl mezi plošnou výkonností efektivní W_{p1} , která je vždy vyšší, než skutečná výkonnost produktivní W_{p02} , což lze předpokládat. Jednotlivé hodnoty výkonností nejsou v přílišném rozptylu, lze je tedy označit za relevantní.

Rozpětí hodnot při sledování plečky zn. Özdöken se nachází mezi $0,25 - 0,31 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$ u plošné výkonnosti efektivní W_{p1} a mezi $0,21 - 0,29 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$ u plošné výkonnosti produktivní W_{p02} . Rozdíly jednotlivých hodnot jsou způsobeny rozdílnou pojezdovou rychlostí, která je volena obsluhou v závislosti na stavu porostu, resp. stupni zaplevelení jednotlivých meziřádků a s tím související potřebou zpracování materiálu půdního pokryvu. Tento jev ovlivňuje především hodnoty plošné výkonnosti efektivní W_{p1} . Výkyvy hodnot a jejich rozpětí při sledování výkonnosti produktivní W_{p02} jsou ovlivněny především rozdílnou dobou překonávání souvratí a jejich členitostí, která se na jednotlivých pozemcích liší, a zároveň poměr času vedlejšího t_2 oproti času vlastní práce t_1 se liší u jednotlivých úseků s různou délkou záhonů. Pro vyšší efektivitu práce jsou tedy vhodnější delší záhony.

Mezi další získané výkonnosti patří hodnoty zjištěné u konkurenčních strojových soupřav. Vzájemné porovnání výkonností jednotlivých pleček vzájemně je zobrazeno na následujícím grafu, viz obrázek 4.2.



Obrázek 4.2: Vzájemné porovnání výkonností pleček

Ze zjištěných měření vyplývá, že nejvyšší plošná výkonnost, a to jak teoretická výkonnost efektivní W_{p1} , tak skutečná výkonnost produktivní W_{p02} byla stanovena u strojní soupravy skládající se z rotační plečky Maschio K3M, a to i při porovnání s nejvyšší naměřenou výkonností u plečky zn. Özdöken.

Zcela zásadní při měření byla vyšší pojezdová rychlost této strojní soupravy. V porovnání se všemi podmínkami, které byly k dispozici při práci s typem stroje značky Özdöken, mohla být výrazně zvýšena pojezdová rychlost pouze při práci se strojem značky Maschio. Díky příznivému stavu porostu, lepší prokypřenosti půdy, menšího odporu půdy a příznivé struktury s menším množstvím zaplevelení bylo dosaženo lepších výsledků. Pokud by došlo ke zvýšení pojezdové rychlosti u stroje značky Özdöken, zpracování půdy by bylo již nedostačené a stejně tak by docházelo k nedostatečnému zpracování zbytků plevelných rostlin a jejich zapravení do půdy. Při každém měření byla vždy pojezdová rychlost volena s důrazem na splnění optimálních požadavků na zpracování půdy a zároveň pro efektivní zjištění plošné výkonnosti bez zbytečných ztrát a prostojů na horní hranici možností dané konstrukcí stroje.

Výsledky získané při měření strojem značky Maschio jsou relevantní, jelikož vzhledem k dispozici Jahodárny Plzeň, a s přihlédnutím také k celkové dosavadní používané agrotechnice i k dispozici rozmístění jednotlivých záhonů a jejich půdní struktuře se dá předpokládat, že by výsledky měření na dalších záhonech dopadly

obdobně. Měření na dalších záhonech Jahodárny Plzeň ve stejné době nemohlo proběhnout, jelikož se obdobný porost s danou jednořádkovou výsadbou v areálu nenacházel. Ostatní porosty v jahodárně jsou vysazeny formou jahodových záhonů vzniklých ze zapojených dvojřádků nebo jsou výsadby kryté a zasazené v substrátu.

Při měření výkonnosti strojní soupravy složené z plečky typu P 108 bylo vybráno měření v jahodárně Šabina, kde byl stroj k dispozici. Stroj se již běžně v jahodárně k dané činnosti nepoužívá a jeho práce byla zcela nahrazena strojem značky Özdöken, který je výkonnější, resp. provádí lepší kvalitu práce a ve větším rozsahu. Zkušební úsek byl vymezen ve stejném porostu, jehož další záhony byly pro účely měření zpracovávány strojem značky Özdöken, podmínky byly tedy stejné. Pojezdová rychlost byla zvolena s ohledem na nejlepší kvalitu práce, kterou stroj při daných podmínkách provádí.

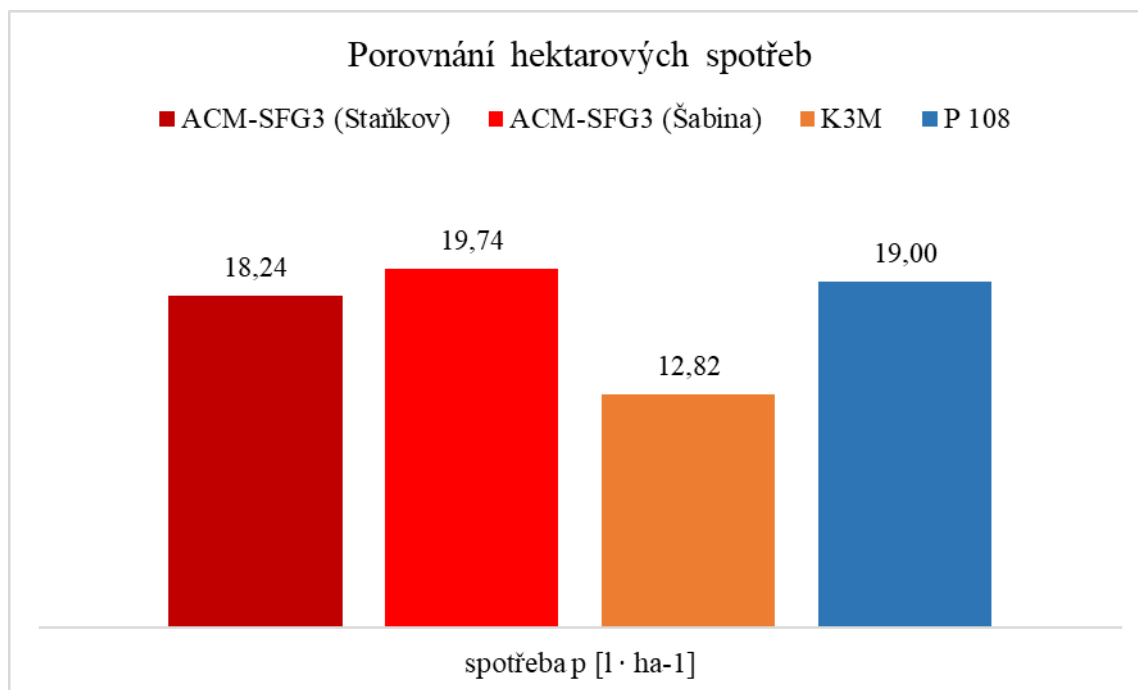
4.2 Stanovení spotřeby paliva

Spotřeba paliva byla zjišťována odměřením paliva užitého při doplnění plné nádrže traktoru pomocí odměrného válce. Množství odměřeného paliva za příslušnou zpracovávanou plochu včetně následného zjištění jednotkové hektarové spotřeby paliva lze shlédnout na následující tabulce, viz tabulka 4.10.

Tabulka 4.10: Zjištěné spotřeby paliva

Typ stroje	Místo měření	Měřené množství nafty p [l]	Příslušná měřená plocha s [ha]	Jedn. hektarová spotřeba p [$l \cdot ha^{-1}$]
ACM-SFG3	Staňkov	6,20	0,34	18,24
ACM-SFG3	Šabina	26,65	1,35	19,74
K3M	Plzeň	2,05	0,16	12,82
P 108	Šabina	3,10	0,16	19,00

Zjištěné hodnoty spotřeby paliva jsou vhodně znázorněny v následujícím grafu, viz obrázek 4.3.



Obrázek 4.3: Porovnání hektarových spotřeb

Při měření spotřeby PHM u strojní soupravy s plečkou Özdöken ACM-SFG3 byl v prostorách Jahodárny Staňkov použit stejný vybraný úsek na kterém bylo prováděno sledování a hodnocení plošné výkonnosti. V prostorách Jahodárny Šabina bylo pro zvýšení relevantnosti získaných dat při měření spotřebovaných PHM užito celé části pozemku, na němž je umístěna výsadba. Vzhledem k malé ploše vybraného úseku v prostorách Jahodárny Hroznětín pro hodnocení výkonnosti zde nedošlo k měření spotřeby PHM. Velmi malé měřené množství nafty by mohlo být zkresleno chybami při měření a předchozí měření pro zjištění spotřeby PHM u předmětné strojní soupravy jsou považována za dostatečná.

Měření spotřeby nafty u strojních souprav složených z pleček typů K3M a P 108 bylo prováděno při stejných měřených úsecích, které byly využity pro stanovení předmětných plošných výkonností a které byly k dispozici.

Z uvedených výsledků vyplývá, že spotřeby na měřených úsecích náležejících k hospodaření rodinné farmy jsou při vyhodnocení spotřeby na jeden hektar obdobné. Výrazně odlišující se zjištěnou hodnotou, která je nejnižší, je vyhodnocená spotřeba při používání plečky Maschio K3M, a to ve výši 12,82 l · ha⁻¹.

4.3 Hodnocení kvality práce

Mezi požadavky na hodnocení kvality práce rotačních pleček patří optimální rozdrčení a zapravení plevelných rostlin na povrchu jahodových meziřádků, případně zapravení rostlinných zbytků, slámového mulče či zapravení hnojiv.

Dále musí být zajištěna provozní spolehlivost těchto strojů a stejně tak je nutné snížit prostoje a funkční ztráty způsobené vlivem špatného seřízení, ucpání pracovních částí a stejně tak je nezbytné zamezit možnému poškození porostu.

Özdöken ACM-SFG3

U plečky Özdöken ACM-SFG3 byla nutná úprava tohoto stroje spočívající v odstranění prostřední masivní šípové radličky před vlastní prostřední aktivní jednotkou. Bezpodmínečná nutnost této úpravy se vyskytla již při zkušebním provozu této plečky bezprostředně po jejím pořízení rodinnou farmou ještě před zahájením psaní této práce.

Masivní provedení této radličky a její vedení v prostředním meziřádku jahod, který je oproti meziřádkům za pojezdovými koly minimálně zasažen utužením půdy vlivem pojezdů zemědělské techniky, má za následek kypření velkého množství země, které není následná jednotka schopna již zpracovat a dochází k jejímu zahlcení zemí na krajích bočních krytů na jejím začátku. Prostřední radličku bylo nutné ze záběru zcela odstranit. Při dalších pokusech o instalaci této radličky se problém vždy opakoval, nepomohla ani částečná úprava plazů ochranných krytů prostřední sekce ve snížení jejich úkosu v jejich přední části a tím jejich rozšíření. Z polních pokusů ale dále vyplývá, že přítomnost prostřední šípové radličky, narozdíl od radliček za pojezdovými koly, není nutná. Po zvýšení přítlaku prostřední aktivní jednotky na jejím výkyvném rámu formou zvětšení předpětí stavitelné vinuté pružiny dochází k dostatečnému zahloubení této frézovací jednotky a k velmi dobrému pracovnímu výsledku srovnatelnému s krajními jednotkami.

Příklad takového poškození porostu bezprostředně po instalaci prostřední radličky můžeme vidět na dalším obrázku, viz obrázek 4.4.



Obrázek 4.4: Poškození porostu jahod vlivem prostřední šípové radličky Özdöken ACM-SFG3
Plečka značky Özdöken se v praxi velmi osvědčila a kvalita odváděné práce je na vysoké úrovni, zvláště pak při optimálních půdních podmínkách.

Plečka dosahuje též velmi dobrých výsledků při zpracování vzrostlých plevelů, při zapravování slámového mulče po sklizni a její provedení je dostatečně robustní.

Kvalitu zpracované půdy společně s dobrým zapravením organických zbytků můžeme spatřit na následující fotografii, viz obrázek 4.5.



Obrázek 4.5: Zpracovaná půda plečkou Özdöken ACM-SFG3, Jahodárna Hroznětín

Kvalita prováděné práce se také odvíjí od míry opotřebení nožů. Při pozorování práce byl sledován vliv opotřebení nožů na schopnost zpracování rostlinných zbytků. Při opotřebení nožů menším, než 50 %, byla odváděná práce stále na dobré úrovni. Při opotřebení nožů z více než 75 % bylo již zpracování porostu nedostatečné, nože se nedostatečně překrývaly, tudíž nedocházelo k dobrému plošnému zpracování meziřádků a především byla výrazně omezena možnost drcení plevelných rostlin a schopnost jejich dostatečného zapravení.

Porovnání opotřebení nožů je zobrazeno na následujícím obrázku. Pro porovnání konstrukce nožů je v pravé části obrázku přiložen také nůž konkurenční plečky typu P 108, viz obrázek 4.12.



Obrázek 4.6: Porovnání opotřebení nožů rotační plečky

Z obrázku je patrné, že při velkém opotřebení nožů dochází ke zkrácení pracovní délky nože o více jak dvojnásobek, a zároveň dochází k praktické ztrátě celé zahnuté plochy nože, což má za následek ztrátu schopnosti drcení a dobrého zpracování organické hmoty.

Při porovnání nožů stroje typu ACM-SFG3 a P 108 je zřejmé celkové větší a masivnější provedení u tureckého výrobce. Při dlouhodobém sledování nedochází vzhledem ke konstrukci nože k jeho prasklinám v blízkosti upevnění nože, narozdíl od plečky typu P 108, kde v jejichž důsledku dochází ke ztrátě funkční části nože při práci. Poškození tohoto typu spojené se ztrátou nože je patrné na krajním noži typu P 108 na obrázku úplně vpravo, kdy se tato poškození u tohoto typu stroje v praxi vyskytují, zvláště pokud jsou zpracovávány půdy více kamenité.

Dalším zjištěným parametrem kromě vlastní kvality práce v závislosti na opotřebení nožů je zvýšení náročnosti technické údržby vlivem ucpávání a nutnost čištění stroje v čase mimo jeho pracovní nasazení. Díky markantnímu opotřebení nožů tyto nedokáží zpracovat organický materiál nadzemních částí rostlin, který se následně namotává na rotační pracovní orgány stroje a způsobuje jejich ucpání.

Stroj s velmi opotřeбенými noži již nelze použít pro porosty s výraznějším zaplevelením. Ruční čištění je značně náročné a zdouhavé a zvyšuje prostoje při práci stroje v praxi až o desítky minut. V případech silného ucpání již není možné některé z pracovních orgánů plečky v polních podmínkách zcela vyčistit a veškeré odstranění

namotaných částí rostlin v blízkosti pohonu nožových rotorů je bez demontáže jednotlivých částí stroje prakticky nemožné. Příklad takového ucpání pracovních orgánů plečky s nutností demontáže jednotlivých částí při maximálním opotřebení nožů je patrný na následujícím obrázku, viz obrázek 4.7.



Obrázek 4.7: Ucpání pracovních orgánů plečky Özdöken ACM-SFG3 s opotřebenými noži

Předmětný stroj se nachází v majetku rodinné farmy od roku 2021, kdy byl pořízen jako nový. Vzhledem k fatálnímu opotřebení nožů již nemohl být použit pro práci v sezóně roku 2023 bez kompletního osazení všech pracovních orgánů novými noži. Ze sledování tohoto stroje je známo, že k opotřebení nožů ze stavu nových do stavu zřetelném na předcházející fotografii došlo po zpracování plochy přibližně 10 ha jahodových výsadb.

Maschio K3M

Konstrukční provedení plečky zn. Maschio je obdobné, jako u plečky značky Özdöken a tomu plně odpovídá i prováděná kvalita práce.

Opotřebení nožů u plečky K3M v době měření bylo cca 50 %. Kvalita práce byla ale na velmi dobré úrovni, a to vzhledem k užívané agrotechnice plzeňské jahodárny, kdy se uvažuje její použití 3 – 4krát v průběhu roku. Dále jsou také meziřádky jahod každoročně zpracovávány hloubkovým půdním kypřičem.

Porost nebyl silně zaplevelen a struktura půdy byla příznivá. Vlhkost půdy v době provádění měření byla optimální a také vzhledem k dobrému stavu před zpracováním rotační plečkou byla půda optimálně nakypřena i bezprostředně po jejím použití.

Zpracování organických zbytků bylo přejezdem dosaženo uspokojivě.

Kvalitu zpracování bezprostředně po přejezdu strojní soupravy s plečkou Maschio K3M lze shlédnout na následující fotografii, viz obrázek 4.8.



Obrázek 4.8: Zpracovaná půda plečkou Maschio K3M, Jahodárna Plzeň

VEB Landmaschinen Torgau P 108

Zpracování půdy plečkou typu P 108 se jeví jako nedostatečné. Plečka má v porovnání s ostatními stroji nejmenší pracovní záběr všech sekcí a konstrukce frézovacích rotorů není dostatečně robustní. Plečka není vybavena kypřicími radličkami před samotnými frézovacími jednotkami a zpracování půdy tedy způsobuje nožům větší obtíže. Absence zařízení pro zajištění potřebného přitlaku pracovních jednotek tento jev jen podtrhuje.

Opotřebení nožů na všech pracovních jednotkách bylo v době měření cca 50 %.

Práce stroje v porostu jahodníku a její kvalita je zřejmá na následujícím obrázku, viz obrázek 4.9.



Obrázek 4.9: Zpracovaná půda plečkou VEB Landmaschinen Torgau P 108

Předmětné sledované zpracování půdy probíhalo brzy na jaře, kdy jahodník, ale ani plevely nejsou příliš rozrostlé. Pokud by došlo k nasazení této plečky na více zapleveleném pozemku, kvalita práce by byla vzhledem k dosaženým výsledkům velmi špatná a docházelo by k ucpávání pracovních orgánů vlivem nedostatečného zpracování.

5 Diskuse

Předmětná práce se zabývá mechanizačními prostředky využívanými v technologii pěstování jahodníku. Cílem práce bylo takové mechanizační prostředky vyhledat, popsat jejich práci a případně provádět hodnocení plošných výkonností a spotřeb PHM i v konkrétních podmínkách zemědělského podniku. Náplní dílčích cílů bylo zhodnotit zjištěná data a vyvodit z nich závěry pro praxi, mezi hlavní cíle patří dále odpovědi na následující otázky.

Odpovědi na otázky z cíle práce:

Které ze sledovaných mechanizačních prostředků mají vliv na vyšší kvalitu práce a na úsporu nákladů?

Vyšší kvalitou práce prováděnou pomocí rotačních pleček se rozumí zejména dostatečné zpracování a zapravení organického pokryvu v meziřádcích jahod, který se skládá zejména z klíčících a vzrostlých plevelných rostlin, nežádoucích šlahounů a nezapojených odnoží vlastní kulturní plodiny a případně také organického mulče užitého při dané technologii výsadby, což je ve sledovaných porostech slámová podestýlka. Stejně důležitým parametrem je zpracování půdy v dané nastavené hloubce zabezpečující dostatečné nakypření půdy, což předchází vzniku půdního škraloupu, má pozitivní vliv na půdní strukturu a na vláhové poměry v půdě.

Z vybraných mechanizačních prostředků byly uspokojivé výsledky zjištěny při sledování práce plečky Özdöken ACM-SFG3, a to konkrétně při osazení noží opotřebovanými méně, než z 50 %. V závislosti na stavu porostu byly též shledány uspokojivé výsledky při použití plečky Maschio K3M. Práce rotační plečky VEB Landmaschinen Torgau P 108 byla jednoznačně hodnocena jako nedostatečně kvalitní.

Sledovanými parametry vybraných strojů byly zjištěné plošné výkonnosti a spotřeby PHM. Nejlepší naměřená hodnota výkonnosti efektivní W_{p1} byla $0,48 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$ a výkonnosti produktivní W_{p02} $0,39 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$. Oba parametry náleží strojní soupravě skládající se z rotační plečky Maschio K3M. Nejlepší jednotková spotřeba PHM p náležela taktéž plečce Maschio K3M, a to v hodnotě $12,89 \text{ [l} \cdot \text{ha}^{-1}\text{]}$. Zde se jedná o markantně nižší jednotkovou spotřebu, jelikož u ostatních měření konkurenčních strojních souprav byly tyto hodnoty v rozmezí $18,24 - 19,74 \text{ [l} \cdot \text{ha}^{-1}\text{]}$.

Z těchto výsledků lze vyvodit úsporu nákladů připadající na jeden přejezd rotační plečky v závislosti na zpracované ploše ve prospěch Jahodárny Plzeň oproti ostatním jahodárnám.

Vliv na úsporu nákladů mezi jednotlivými strojnými soupravami ve vzájemném porovnání nelze jednoznačně určit, jelikož podmínky pro měření u jednotlivých strojních souprav nebyly na různých pozemcích srovnatelné. Vzhledem k odlišné technologii zpracovávání mezířádků jahod v prostorách plzeňské jahodárny jsou výsledky měření ovlivněny vícečetnými přejezdy při rotačním plečkování a hloubkovým půdním kypřením.

Úsporu nákladů při rotačním plečkování lze ale jednoznačně přisoudit obdobným pěstitelským systémům využívajícím předmětné stroje oproti takovým, při kterých nejsou rotační plečky používány a jsou nahrazeny mj. ruční prací. Mzdové náklady vynaložené na manuálně pracující pracovníky v porostech jahod obecně mnohonásobně převyšují náklady vynaložené při jejich nahrazení zemědělskou mechanizací.

Vzhledem k současné technologii pěstování se zpravidla odplevelování vzešlých porostů jahodníku bez ruční práce zcela neobejde, jelikož nikoliv za všech podmínek a na všechny druhy plevelných rostlin lze použít chemickou, případně alternativní ochranu, a při odstraňování plevelných rostlin mechanizovaným způsobem pomocí pleček je jejich práce omezena na zpracované pásy nacházející se mimo nejbližší těsnou blízkost sazenic. V této těsné blízkosti sazenic mimo zpracovávané pásy rotačními plečkami, případně v samotných řádcích sazenic mezi sebou, je odplevelování porostu ručním způsobem prakticky nezbytné.

Z tohoto pohledu lze sledovat vliv úspory nákladů na ruční práci v závislosti na kvalitě práce rotačních pleček. Zde tedy vychází pozitivní vliv na úsporu nákladu při použití pleček značek Özdöken a Maschio oproti plečce typu P 108.

Mají tyto mechanizační prostředky vliv na stav porostu a výnos plodiny?

Ošetřování jahodových řádků, resp. mezířádků pomocí rotačních pleček má jednoznačný vliv na stav porostu. Zvolená technologie přináší provzdušnění porostu a významnou redukci zaplevelení. Z vlastních zkušeností autora s pěstováním jahod formou zapojených dvojřádků před pořízením rotační plečky a bez jejího používání v porostu vyplývá, že takový porost mnohem více trpí na napadení houbovými chorobami a plísněmi při vlhkých a deštivých letech. Stejně tak se projevuje nerovnoměrné dozrávání plodů v uzavřených pokryvech listy jahodníku v zapojených záhonech a redukce plevelu v kolejových řádcích a v jejich těsné blízkosti je mnohem

obtížnější. Tyto zmíněné faktory zcela jistě ovlivňují výnos plodiny, což potvrzuje i Kríž (2017).

Samostatným faktorem je zpracovávání půdy rotačními plečkami v porostu ve vazbě k prevenci vzniku nadměrného utužení půdy v kolejových meziřádcích při pěstování jahod. Nadměrné utužení půdy obecně ovlivňuje úrodnost dané půdy, schopnost jejího zásobení vodou povrchově i podpovrchově a dále souvisí také s půdotvornými procesy a příjmem živin. Nadměrným utužením trpí zvláště víceleté porosty.

Autor (Baloun, 2020) se ve své bakalářské práci zabýval utužením půdy právě v porostu jahodníku vysazeném v lokalitě Jahodárny Staňkov, a prováděl experimentální měření fyzikálních parametrů této půdy. Z předmětné práce vyplývá, že utužení půdy v kolejových meziřádcích a jejich blízkosti je extrémní, a to ve všech horizontech, včetně zkoumané hloubky v rozmezí 30 – 45 cm. Zjištěna byla též nepříznivá skladba pórů, díky které jsou schopnosti půdy vázat vodu a zajistit přísun živin rostlinám značně omezené. Díky úpravě meziřádků ve výsadbách jahod včetně plochy utužené pojezdovými koly traktoru rotačními plečkami, zvláště pak v kombinaci se šípovými radličkami, lze předpokládat příznivý vliv na stav porostu a výnos plodiny.

Bezprostřední vliv používání rotačních pleček na zvýšení výnosu jahod nebo jejich kvality nelze nijak prokázat. Zásadní vliv na zvýšení a stabilitu výnosů má vždy soubor jednotlivých agrotechnických opatření a jejich vzájemná kombinace. Zásadní vliv na výnosy plodin má také počasí. Předmětné sledované výsadby a jejich výnosy byly zásadně negativně ovlivněny dlouho přetrvávajícím suchem, které začalo bezprostředně po začátku sklizňové sezóny v roce 2022 a trvalo až do jejího konce.

Porovnání zjištěných výsledků

Zjištěné výkonnosti a spotřeby PHM jsou obtížně porovnatelné s obdobnými pracemi, jelikož použití rotačních pleček je v obecném zemědělském využití značně omezené a při použití v jahodníku jsou obdobná měření a jejich závěry obtížně dostupné. Faktory ovlivňující plošnou výkonnost těchto strojů jsou různorodé a teoretické výkonnosti v dostupné firemní literatuře neuvádí ani samotní výrobci těchto zvolených mechanizačních prostředků.

Normativní hodnoty pro obdobné stroje pro použití při ošetřování jahodníku neuvádí ani Kavka et al. (2006). V publikaci tohoto autora je zmíněn normativní údaj

vztahující se ke spotřebě rotačních pleček (6řádková) při jejich použití při plečkování kukuřice, a to v hodnotě $4,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Porovnání tohoto údaje s naměřenými hodnotami, které se nacházely v rozmezí $12,89 - 19,74 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, není příliš relevantní. Vzhledem k počtu sekcí, rozdílným záběrům celého stroje i samotných jednotlivých pracovních jednotek a celkově odlišné technologii pěstování jahodníku nelze vyvozovat z tohoto normativního údaje jakoukoliv spojitost. Naměřené hodnoty spotřeb PHM v této práci a jejich odlišnosti ovlivňují především vlastnosti samotné výsadby, stav porostu a odváděná a požadovaná kvalita práce, podle nichž byla volena optimální pojezdová rychlost. Naměřené hodnoty spotřeb v této práci spíše než s velikostí zpracovávané plochy a zavitostí na ní souvisejí pravděpodobně s velikostí času, při které je pracovní souprava v provozu při práci.

Závěry pro praxi

Při sledování práce rotačních pleček byl zjištěn rozdíl ve kvalitě samotného porostu jahod i stavu půdy ve prospěch porostu nacházejícího se v areálu Jahodárny Plzeň v porovnání s porosty ostatních jahodáren.

Půdní vlastnosti se výrazně odlišovaly, půda byla trvale udržována ve strukturním stavu a míra utužení půdy zde byla nejmenší. Tento stav potvrzují i naměřené parametry, jelikož práce rotačních pleček v porostu dlouhodobě udržovaném ve strukturním stavu zvyšuje plošnou výkonnost stroje a vede také ke snížení hektarové spotřeby paliva.

Kříž (2017) se zmiňuje o používání kombinace rotačního plečkování důležitého pro zapracování plevelů a organického mulče do půdy, které je následováno v jednotkách až desítkách dnů hloubkovým půdním kypřením, a to dlátovým půdním kypřičem, který je přizpůsoben pro použití v totožných zpracovávaných meziřádcích. Přínos tohoto způsobu zpracovávání meziřádků se tedy v prostorách Jahodárny Plzeň jednoznačně osvědčil.

Z tohoto důvodu by autor této práce rád zařadil obdobný hloubkový půdní kypřič pro nasazení v meziřádcích jahodníku i na dalších zmíněných jahodových farmách, které jsou předmětem vlastního hospodaření.

Při dlouhodobém sledování míry opotřebení nožů rotační plečky Özdöken ACM-SFG3 bylo zjištěno kompletní obroušení jejich pracovních ploch do stavu téměř nepoužitelného již po obdělání plochy cca 10 ha v průběhu dvou let. Ačkoliv to může být zapříčiněno vyšší kamenitostí pozemků náležejících k hospodaření rodinné farmy,

přestože dochází k pravidelnému sběru kamene, za hlavní důvod takto rychlého opotřebení lze označit právě nadměrné utužení půdy. Vhodným doporučením pro prodloužení životnosti nožů je též zavedení hloubkového půdního kypření v kombinaci s možnou vyšší frekvencí přejezdů pleček s aktivními či pasivními pracovními orgány.

Za velmi přínosné lze označit také možné vybudování kapkové závlahy, a to jak ve stávajících porostech, tak při výsadbě nových, jelikož při zpracovávání půdy v souvislosti s omezením dopadů eroze je vhodné zabezpečit optimální vlhkostní půdní podmínky. Úvahy nad vybudováním těchto závlahových systémů jsou nutné také vzhledem ke stávajícímu trendu sucha pozorovaném při tvorbě této práce zvláště v roce 2022 a stávají se potřebnými nejen z hlediska zvýšení výnosů, ale také zajištění jejich stability a celkové rentability pěstování jahodníku vůbec. Vhodnost podpovrchového zavlažování pro příznivý vliv na vláhové poměry v půdě a translokaci živin potvrzuje též Slavík et al. (1993) a lze jej jednoznačně doporučit.

Na základě získaných zkušeností při tvorbě této práce by bylo vhodné obdobnou práci tvořit se zaměřením na více parametrů půdy souvisejících s rozbořem utužení dané půdy a jeho ovlivnění při používání strojových souprav. Práci by bylo autorem vhodné také rozšířit o větší počet měření a pokud by to bylo možné, také o více kombinací strojových souprav na příslušných pozemcích vzájemně. Pro větší relevantnost zjišťovaných parametrů by bylo vhodné práci též rozšířit o hodnocení plošné výkonnosti strojových souprav ve vazbě na čas práce a také porovnávat zkušební úseky, které byly zpracovávány obdobným počtem přejezdů s konkurenčními mechanizačními prostředky různých výrobců.

Závěr

Vypracování této práce přiblížilo čtenáři pěstování jahodníku, a to především v souvislosti s představením používaných mechanizačních prostředků. Tyto mechanizační prostředky byly vyhledány a zařazeny v systému pěstování této plodiny, a dále popsány v souvislostech v literární části této práce.

V rámci vypracování této práce byly vybrány vhodné mechanizační prostředky, které jsou používány v praxi a jsou vhodné pro sledování jejich vlivu na vyšší kvalitu práce a úsporu nákladů. Díky možnosti sledování vybraných mechanizačních prostředků v konkrétních podmínkách zemědělského podniku byly vybrány vhodné dostupné mechanizační prostředky k porovnání jejich vlastností při jejich provozu.

Měření probíhalo celkem na čtyřech různých jahodových farmách, tj. Jahodárně Staňkov, Jahodárně Plzeň, Jahodárně Šabina a Jahodárně Hroznětín. K porovnání byly vybrány tři různé mechanizační prostředky. Jednalo se o nesené rotační plečky, konkrétně o typy Özdöken ACM-SFG3, Maschio K3M a VEB Landmaschinen Torgau P 108. Byl u nich zjišťován vliv na kvalitu práce a byla vyhodnocena jejich plošná výkonnost a spotřeba PHM.

Ze zjištěných měření byly stanoveny hodnoty jednotlivých plošných výkonností, jejichž rozsah se nacházel u výkonnosti efektivní W_{p1} v rozmezí $0,23 - 0,48 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$ a u výkonnosti produktivní W_{p02} v rozmezí $0,21 - 0,39 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$. Zjištěné jednotkové spotřeby paliva byly stanoveny v rozsahu $12,82 - 19,74 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$. Z měření plošných výkonností i spotřeby PHM vyšly nejlepší výsledky u rotační plečky Maschio K3M provozované v areálu Jahodárny Plzeň.

Cíle této práce byly splněny a experimentálně získaná data v praktické části této práce mohou dále sloužit při výběru a hodnocení mechanizačních prostředků pro pěstování jahodníku a slouží také autorovi této práce pro uplatnění v rámci vlastní pěstební činnosti.

Součástí této práce jsou doporučení pro praxi související s úpravou agrotechniky při pěstování jahodníku a sloužící dále ke snížení dopadů eroze půdy a zlepšení struktury půdy a její úrodnosti.

Při případném rozšiřování této práce by bylo vhodné sledovat více parametrů vhodných pro měření a sledování různých porostů při rozlišných pěstebních systémech a na rozlišných pozemcích. Autor této práce se hodlá věnovat hodnocení agrotechnické praxe a mechanizace pro pěstování jahodníku i nadále.

Seznam použité literatury

agaz.cz (2023). Nesený pluh Kverneland 150 S Variomat [obrázek]. In: Agaz.cz [online]. [cit. 13. 02. 2023]. Dostupné z: <https://agaz.cz/produkt/neseny-pluh-kverneland-150-s-variomat/>

agrobot.com (2023). Meet the E-Series [obrázek]. In: Agrobot.com [online] [cit. 18. 03. 2023]. Dostupné z: <https://www.agrobot.com/e-series>

Baloun, T. (2020). *Experimentální měření fyzikálních parametrů půdy na vybraném pozemku* [online]. České Budějovice, 2020. Bakalářská práce. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. Dostupné z: https://theses.cz/id/ubenho/Bakalarska_prace_Tomas_Baloun.pdf

Brahlek, A. (2023). Advantages & Disadvantages of Hydroponics. In: Trees.com [online]. ©2017-2023. [cit. 24. 02. 2023]. Dostupné z: <https://www.trees.com/gardening-and-landscaping/advantages-disadvantages-of-hydroponics>

breviagri.com (2023). MG-4 [obrázek]. In: Breviagri.com [online]. [cit. 15. 03. 2023]. Dostupné z: <https://breviagri.com/en/mg-4.html>

bovram.cz (2023a). Rotavátory BOMET VIRGO bez hydraulického posuvu [obrázek]. In: Bovram.cz [online]. [cit. 13. 02. 2023]. Dostupné z: <https://www.bovram.cz/rotavatory-virgo-bez-hydraulickeho-posuvu/>

bovram.cz (2023b). Řádkové radličkové plečky Bomet [obrázek]. In: Bovram.cz [online]. [cit. 17. 02. 2023]. Dostupné z: <https://www.bovram.cz/radkove-radlickove-plecky-bomet/>

Devi, N. et al. (2023). Design of an intelligent bean cultivation approach using computer vision, IoT and spatio-temporal deep learning structures. *Ecological Informatics* [online]. July 2023, Vol. 75. [cit. 29. 03. 2023]. ISSN 1574-9541. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ecoinf.2023.102044. Dostupné též z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574954123000730>

eagri.cz (2022). Integrovaná ochrana versus Integrovaná produkce. ÚKZÚZ, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský [online]. [cit. 01. 12. 2022]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/skodlive-organismy/integrovana-ochrana-rostlin/integrovana-ochrana-versus-integrovana/>

eagri.cz (2023). Registr půdy – LPIS. In: Portál farmáře, (eAGRI) [online]. [cit. 11. 04. 2023]. Dostupné z: <https://eagri.cz/ssl/app/lpisext/lpis/ng/mapa/>

farmavranany.cz (2023). Stolní technologie [obrázek]. In: Farmavranany.cz [online]. [cit. 08. 02. 2023]. Dostupné z: <https://www.farmavranany.cz/o-nas/>

Frangoul, A. (2018). As labor shortages start to bite, robots could soon be picking your strawberries. In: Cnbc.com [online] ©2023 [cit. 18. 03. 2023].

Dostupné z: <https://www.cnn.com/2018/08/23/robots-could-soon-be-picking-your-strawberries.html>

garmach.com (2023). VEGETABLE TRANSPLANTER DST 237 [obrázek]. In: *Garmach.com* [online]. [cit. 13. 02. 2023]. Dostupné z: <https://garmach.com/garmach-disc-planters-vegetable-transplanter-dst-237-p-150.html?language=en>

Golasovský, K. (1986). *Zemědělské stroje*. Vydání první. SZN, Praha

Hanč, M. (2019). *Jahodník v substrátu na stolech v roce 2018*. [přednáška]. Mělník: X. přátelské setkání pěstitelů jahodníku ČR, 18. února 2019

Hanč, M. (2020). *Současná situace a technologie 2020*. [přednáška]. Mělník: XI. přátelské setkání pěstitelů jahodníku ČR, 10. února 2020

Harant, M. a Zacha, V. (1983). *Jahody*. Vydání čtvrté. SZN, Praha

He, Z. et al. (2022). Detecting and Localizing Strawberry Centers for Robotic Harvesting in Field Environment. *IFAC-PapersOnLine* [online]. Vol. 55., Issue 32. [cit. 18. 03. 2023]. ISSN 2405-8963. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ifacol.2022.11.110. Dostupné též z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896322027434>

Hernández-Martínez, N. et al. (2023). Current state and future perspectives of commercial strawberry production. *Scientia Horticulturae* [online]. March 2023, Vol. 312. [cit. 11. 02. 2022]. ISSN 0304-4238. Dostupné z: doi: 10.1016/j.scienta.2023.111893. Dostupné též z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423823000687>

heuling.de (2023). Rundballen Strohstreuer/-häcksler 981 [obrázek]. In: *Heuling.de* [online] [cit. 18. 03. 2023]. Dostupné z: <https://www.heuling.de/erdbeeranbau/feldanbau/rundballen-strohstreuer/-haecksler-981>

Hlušek, J. (1996). *Základy výživy a hnojení zeleniny a ovocných kultur*. Vydání první. Institut výchovy a vzdělávání MZe, Praha. ISBN: 80-7105-111-X

Hruška, J. (2022). Technika pro rozdružování balíků. [online] In: *Mechanizace zemědělství* [cit. 06. 03. 2023]. Dostupné z: <https://mechanizaceweb.cz/technika-pro-rozdruzovani-baliku/>

Ivičič, L. et. al. (1987). *Ovocnictví*. Vydání první. SZN, Praha

Jemelka, J. (2023). Nové pěstitelské systémy pro jahodník. [přednáška]. Mělník: XII. přátelské setkání pěstitelů jahodníku ČR, 21. února 2023

Kavka, M. et al. (2006). *Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha. ISBN: 80-7271-163-6

kiddfarmmachinery.com (2023). Kidd Bale Choppers. In: *Kiddfarmmachinery.com* [online]. [cit. 25. 03. 2023]. Dostupné z: <https://www.kiddfarmmachinery.com/bale-choppers/>

Kolář, L. (1988). *Organické hnojení a humus*. Vydání první. VŠZ Praha, Praha

Kraus, Z. (1996). *Malá zemědělská mechanizace*. Vydání první. Institut výchovy a vzdělávání MZe, Praha. ISBN 80-7105-132-2

Kříž, O. (2013). Choroby jahodníku. [online] *Jahodarnakriz.vyrobce.cz* [cit. 25. 02. 2023]. Dostupné z: <http://www.jahodarnakriz.vyrobce.cz/texty/jahchoroby.pdf>

Kříž, O. (2015). Choroby jahodníku (2). [online] *Jahodarnakriz.vyrobce.cz* [cit. 25. 02. 2023]. Dostupné z: <http://www.jahodarnakriz.vyrobce.cz/texty/jahchoroby2.pdf>

Kříž, O. (2017). Herbicidy v jahodníku. [online] *Jahodarnakriz.vyrobce.cz*. [cit. 25. 02. 2023]. Dostupné z: <http://www.jahodarnakriz.vyrobce.cz/texty/jahherbi.pdf>

Kříž, O. (2020a). Návod na pěstování jahodníku. [online] *Jahodarnakriz.vyrobce.cz* [cit. 11. 02. 2022]. Dostupné z: <http://www.jahodarnakriz.vyrobce.cz/texty/navod.htm>

Kříž, O. (2020b). Vliv hnojení jahodníku na příjem živin a výnos. [online] In: *Jahodarnakriz.vyrobce.cz* [cit. 13. 11. 2022]. Dostupné z: <http://www.jahodarnakriz.vyrobce.cz/texty/Vliv%20hnojen%C3%AD%20jahodn%C3%ADku%20na%20p%C5%99%C3%ADjem%20%C5%BEivin%20a%20v%C3%BDnos.pdf>

Kříž, O. (2023). Proč jahody nerostou. [přednáška]. Mělník: XII. přátelské setkání pěstitelů jahodníku ČR, 21. února 2023

Lánský, M. et al. (2005). *Integrovaná ochrana ovoce v systému integrované produkce*. VŠÚO, Holovousy. ISBN 80-902-6367-4

malfarm.cz (2023). Proorávač NEMBUS s ručním vedením [obrázek]. In: *Malfarm.cz* [online]. [cit. 15. 03. 2023]. Dostupné z: <https://www.malfarm.cz/produkty/stroje-pro-zemedelstvi/stroje-pro-cesnek-a-zeleninu/prooravac-nembus-s-rucnim-vedenim-555>

Meszka, B. et al. (2020). Metodyka INTEGROWANEJ PRODUKCJI TRUSKAWEK [online]. *piorin.gov.pl* [cit. 09. 02. 2022]. Dostupné z: http://piorin.gov.pl/download/gfx/piorin/pl/defaultstronaopisowa/1328/3/1/metodyka_ip_truskawek_02_2020.pdf

Němec, J. (2022). *Využití robotického systému Agointelli při různých zemědělských operacích* [online]. České Budějovice, 2022. Diplomová práce. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích. Fakulta zemědělská a technologická. Dostupné z: https://theses.cz/id/oe9gi8/Diplomova_prace_Nemec.pdf

Neubauer, K. et al. (1989). *Stroje pro rostlinnou výrobu*. Vydání první. SZN, Praha. ISBN 80-209-0075-6

oslavan.cz (2023). Zmlžovač PULSFOG K-30-20-BIO [obrázek]. In: *Oslavan.cz* [online] [cit. 18. 03. 2023]. Dostupné z: <https://www.oslavan.cz/zmlzovac-pulsfog-k-30-20-bio>

Özdöken (2022). ACM-SF Series – Rotary row crop cultivator [firemní literatura]. In: *Özdöken.com.tr* [online] [cit. 01. 04. 2023]. Dostupné z: <https://ozdoken.com.tr/en-US/Product/Group/weed-control/weed-control/acm-sf-series-rotary-row-crop->

Pecina, J. a Laňar, L. (2019). *Fumigace půd v jahodárnách, první zkušenosti v ČR*. [přednáška]. Mělník: X. přátelské setkání pěstitelů jahodníku, 18. února 2019.

Pérez-Ruiz M. et al. (2012). Automatic GPS-based intra-row weed knife control system for transplanted row crops. *Computers and Electronics in Agriculture* [online]. January 2012, Vol. 80. [cit. 29. 03. 2023]. ISSN 0168-1699. Dostupné z: doi: 10.1016/j.compag.2011.10.006. Dostupné též z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169911002341>

Pišťeková, I. et al. (2013). *Produkce jahod v ekologických systémech pěstování*. VŠÚO, Holovousy. ISBN 978-80-87030-25-7

polagro.cz (2023). Nesený kultivátor-plečka pevná P-501 TYP B [obrázek]. In: *Polagro.cz* [online]. [cit. 15. 03. 2023]. Dostupné z: <https://polagro.cz/technika-pro-vinice-sady-a-zeleninu/product/19658:neseny-kultivator-plecka-pevna-p-501-typ-b>

Rédl, O. et. al. (1996). *Základy mechanizace*. Vydavatelství Credit, Praha. ISBN 80-901645-8-7

Seabrook. J. (2019). The Age of Robot Farmers. In: *Newyorker.com* [online] © 2023. [cit. 18. 03. 2023]. Dostupné z: <https://www.newyorker.com/magazine/2019/04/15/the-age-of-robot-farmers>

Slavík, L. et al. (1993). *Závlahy pro pěstitute speciálních plodin a zahrádkáře*. Vydání první. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, Praha. ISBN 80-7105-057-1

Smatana, L. a Hričovský, I. (1990). *Pestujeme jahody*. Vydanie prvé. Příroda, Bratislava. ISBN 80-07-00247-2

sukov.cz (2023). Artemis [obrázek]. In: *Sukov.cz* [online]. [cit. 13. 02. 2023]. Dostupné z: <https://www.sukov.cz/produkty/artemis-2/>

tilmor.com (2023). Plastic Mulch Layer [obrázek]. In: *Tilmor.com* [online]. [cit. 13. 02. 2023]. Dostupné z: <https://www.tilmor.com/en-us/products/628/plastic-layer>

Trunečka, K. (1996). *Technika a metody v ochraně rostlin*. Vydání první. MZLU, Brno. ISBN 80-7157-196-2.

Vachůn, Z. (2004). *Ovocnictví – pěstování jahodníku*. Vydání první. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 80-1757-806-1

Werner, T. (2021). Nowa koncepcja belki opryskowej dla truskawek – czy się sprawdza? [obrazek]. In: *Jagonik.pl* [online] [cit. 18. 03. 2023]. Dostupné z: <https://jagodnik.pl/nowa-koncepcja-belki-opryskowej-dla-truskawek-czy-sie-sprawdza/>

Wieczorek, T. (2019). Inteligentny pielnik rzędowy dla truskawek. In: *Jagonik.pl* [online] [cit. 06. 03. 2023]. Dostupné z: <https://jagodnik.pl/inteligentny-pielnik-rzedowy-dla-truskawek/>

Yogg, K. (2021). Strawberry Bed Preparation and Planting with Kirstin Yogg. In: *UC Santa Cruz Center for Agroecology* [video online]. [cit. 04. 03. 2023]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=ngIori1ntiQ>

Zemánek, P. a Veverka, V. (2001). *Speciální mechanizace – malá mechanizace v zahradnictví*. Vydání první. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 80-7157-511-9

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Nekrytý porost jahodníku pěstovaného v substrátu – Jahodárna Plzeň .9	
Obrázek 1.2: Hydroponický systém pěstování jahod na stolech ve fóliovnících – Farma Vraňany (farmavranany.cz, 2023).....	12
Obrázek 1.3: Diskový podmítač Sukov Artemis (sukov.cz, 2023).....	18
Obrázek 1.4: Oboustranný pluh Kverneland 150 S Variomat (agaz.cz, 2023).....	21
Obrázek 1.5: Kypření půdy radličkovým kypřičem - Jahodárna Staňkov	23
Obrázek 1.6: Nesený rotavátor Bomet Virgo (bovram.cz, 2023a)	24
Obrázek 1.7: Sazeč zeleniny a jahodníku Garmach DST 237 (garmach.com, 2023) 27	
Obrázek 1.8: Výsadba jahod na mulčovací folii (Hernández-Martínez et al., 2023). 28	
Obrázek 1.9: Pokladač mulčovací folie Tilmor (tilmor.com, 2023)	29
Obrázek 1.10: Radličková plečka Bomet Norma P475 (bovram.cz, 2023b)	30
Obrázek 1.11: Provedení radliček Bomet Norma P475 (bovram.cz, 2023b) - upraveno	31
Obrázek 1.12: Plečka Bomet Norma P475/3 s dlátovitými radličkami a drobicími válci (bovram.cz, 2023b)	32
Obrázek 1.13: Plečka P 501 B s prstovými kotouči (polagro.cz, 2023)	33
Obrázek 1.14: Rotační plečka Breviglieri MBE-3 (breviagri.com, 2023).....	35
Obrázek 1.15: Ručně naváděná plečka Bomet Nembus P470 (malfarm.cz, 2023) ...	36
Obrázek 1.16: Prototyp inteligentní plečky MCMS Warka IPR-3 (Wieczorek, 2019)	37
Obrázek 1.17: Precizní výsadba jahod robotickým zařízením Agrobotelli Robotti 150D (Němec, 2022).....	39
Obrázek 1.18: Tažený rosič v porostu jahodníku na polské farmě (Werner, 2021) ..	41
Obrázek 1.19: Meziřádkový aplikátor postřiku s ochrannými kryty pro jahodník výrobce Müller & Sohn (Kříž, 2017).....	42
Obrázek 1.20: Vyvíječ mlhy PulsFOG K-30 BIO (oslavan.cz, 2023).....	44
Obrázek 1.21: Rozdružovač balíků slámy Heuling 981 v jahodníku (heuling.de, 2023)	45
Obrázek 1.22: Autonomní robotické zařízení pro sběr jahod Agrobot (Agrobot.com, 2023) - upraveno	48
Obrázek 3.1: Özdöken ACM-SFG3 v agregaci s traktorem Zetor 7211, Jahodárna Hroznětín.....	53

Obrázek 3.2: Maschio K3M v agregaci s traktorem Zetor 7211, Jahodárna Plzeň ...	54
Obrázek 3.3: Rotační plečka VEB Landamaschinen Torgau P 108 s traktorem Zetor 7211, Jahodárna Šabina.....	56
Obrázek 3.4: Výsadba jahodníku na DPB 8816/3 v k. ú. Staňkov, (eagri.cz, 2023) – upraveno.....	57
Obrázek 3.5: Výsadba jahodníku na DPB 4805/2 a 4805/4 v k. ú. Plzeň, (eagri.cz, 2023) – upraveno.....	59
Obrázek 3.6: Výsadba jahodníku na DPB 1805/2 v k. ú. Šabina, (eagri.cz, 2023) – upraveno.....	61
Obrázek 3.7: Výsadba jahodníku na DPB 9103 v k. ú. Hroznětín, (eagri.cz, 2023) – upraveno.....	62
Obrázek 4.1: Porovnání plošných výkonností Özdöken ACM-SFG3	70
Obrázek 4.2: Vzájemné porovnání výkonností pleček	71
Obrázek 4.3: Porovnání hektarových spotřeb	73
Obrázek 4.4: Poškození porostu jahod vlivem prostřední šípové radličky Özdöken ACM-SFG3.....	75
Obrázek 4.5: Zpracovaná půda plečkou Özdöken ACM-SFG3, Jahodárna Hroznětín	76
Obrázek 4.6: Porovnání opotřebení nožů rotační plečky	77
Obrázek 4.7: Ucpání pracovních orgánů plečky Özdöken ACM-SFG3 s opotřebenými noži.....	78
Obrázek 4.8: Zpracovaná půda plečkou Maschio K3M, Jahodárna Plzeň	79
Obrázek 4.9: Zpracovaná půda plečkou VEB Landmaschinen Torgau P 108.....	80

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Orientační velikost závlahových dávek (Slavík et al., 1993).....	46
Tabulka 3.1: Základní technické parametry Özdöken ACM-SFG3.....	52
Tabulka 3.2: Základní technické parametry Maschio K3M.....	54
Tabulka 3.3: Základní technické parametry VEB Landmaschinen Torgau P 108.....	55
Tabulka 3.4: Parametry výsadby Staňkov.....	58
Tabulka 3.5: Parametry výsadby Plzeň.....	59
Tabulka 3.6: Parametry výsadby Šabina.....	61
Tabulka 3.7: Parametry výsadby Hroznětín.....	63
Tabulka 4.1: Naměřené hodnoty ACM-SFG3 Staňkov 2022	67
Tabulka 4.2: Naměřené hodnoty ACM-SFG3 Staňkov 2023	67
Tabulka 4.3: Naměřené hodnoty ACM-SFG3 Šabina 2022	67
Tabulka 4.4: Naměřené hodnoty ACM-SFG3 Hroznětín 2022	68
Tabulka 4.5: Naměřené hodnoty K3M Plzeň 2022.....	68
Tabulka 4.6: Naměřené hodnoty P 108 Šabina 2023	68
Tabulka 4.7: Plošné výkonnosti Özdöken ACM-SFG3.....	69
Tabulka 4.8: Plošné výkonnosti Maschio K3M.....	69
Tabulka 4.9: Plošné výkonnosti VEB Landmaschinen Torgau P 108.....	69
Tabulka 4.10: Zjištěné spotřeby paliva	72
