

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vývoj způsobů regulace plevelů v bramborách a nové
postupy využitelné v podmínkách omezení použití
herbicidů.**

Bakalářská práce

Markéta Kuljová
Rostlinná produkce

Ing. Pavel Hamouz, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vývoj způsobů regulace plevelů v bramborách a nové postupy využitelné v podmínkách omezení použití herbicidů" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu práce panu Ing. Pavlu Hamouzovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady, které mi poskytl při vypracování této bakalářské práce. Děkuji rovněž své rodině a pracovnímu kolektivu za trpělivost a podporu během studia.

Vývoj způsobů regulace plevelů v bramborách a nové postupy využitelné v podmínkách omezení použití herbicidů.

Souhrn

V práci byla zpracována literární rešerše analyzující možnosti regulace plevelů při pěstování brambor. Brambory jsou významná zemědělská komodita, zlepšující plodina osevních postupů, nutričně bohatá potravina a esteticky výrazná rostlina, pro lidstvo nepostradatelná. Pro její úspěšné pěstování je třeba vytvořit adekvátní pěstební podmínky. Plevelné spektrum se v porostech brambor neustále mění, ať už vlivem používání herbicidů, zavlékáním nových, často invazivních druhů nebo vlivem oteplování planety. Ze závěrů práce vyplývá, že pěstitelé brambor musí reagovat nejen na změny plevelných společenstev. Je třeba brát v úvahu trend stále se snižujícího počtu registrovaných účinných látek herbicidů, které je možné při pěstování brambor používat. Mnoha pěstitelů brambor se výrazně dotýkají legislativní opatření upravující možnosti používání přípravků na ochranu rostlin. To se týká zejména hospodaření v oblastech ochranných pásem vodních zdrojů, u kterých bude pravděpodobně docházet k jejich rozšiřování. Je tudíž žádoucí zefektivňovat metody s omezením použití herbicidů. Doporučeno bylo zavedení a používání nově vyvinutých postupů mechanické kultivace pro technologii odkamenění. Právě mechanická kultivace v podmínkách technologie odkameňování je zcela inovativním prvkem. Kromě likvidace plevelů je kladen důraz na šetrné kypření půdy, aby následně nedocházelo po intenzivnější aeraci půdy k podpoře mineralizačních procesů v půdě, zvýšení emisí CO₂ a ztrátě vody z půdy. Další metodou regulace plevelů v bramborách, jež rovněž byla doporučena pro použití v konvenčním i ekologickém zemědělství je mulčování, především při použití rostlinného materiálu, tedy slámy a travního mulče. A popsány byly i další směry zdokonalování nechemických metod, které budou ekonomicky přijatelné pro konvenční zemědělství a zároveň šetrné k životnímu prostředí.

Klíčová slova: brambory, regulace zaplevelení, herbicidy, proorávka, odkameňování

Development of weed management methods in potatoes plants and new techniques usable for limited herbicide usage systems

Summary

A literature search analyzing the possibilities of weed control in potato cultivation was prepared in this work. Potatoes are an important agricultural commodity, a crop that improves sowing practices, a nutritionally rich food and an aesthetically pleasing plant, indispensable for humankind. Adequate growing conditions must be created for its successful cultivation. The weed spectrum in potato stands is constantly changing, whether due to the use of herbicides, the introduction of new, often invasive species or the warming of the planet. The conclusions of the work show that potato growers must respond not only to changes in weed communities. The trend of an ever-decreasing number of registered herbicide active ingredients that can be used in potato cultivation should be taken into account. Many potato growers are significantly affected by legislative measures governing the use of plant protection products. This applies in particular to the management of water resource protection zones, which are likely to expand. It is therefore desirable to streamline methods with reduced herbicide use. The introduction and use of newly developed mechanical cultivation techniques for descaling technology was recommended. Mechanical cultivation in the conditions of descaling technology is a completely innovative element. In addition to weed control, emphasis is placed on gentle tillage of the soil, so that after more intensive aeration of the soil, mineralization processes in the soil, increased CO₂ emissions and loss of water from the soil are not supported. Another method of weed control in potatoes, which has also been recommended for use in conventional and organic farming, is mulching, especially when using plant material is straw and grass mulch. And other ways of improving non-chemical methods have been described, which will be economically acceptable for conventional agriculture and at the same time environmentally friendly.

Key words: potatoes, weed control, herbicides, plowing, descaling

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce	9
3 Přehled literatury	10
3.1 Brambory jako plodina	10
3.1.1 Původ brambor.....	10
3.1.2 Botanická charakteristika.....	11
3.1.3 Význam brambor	12
3.2 Nejrozšířenější plevelé v porostu brambor.....	14
3.2.1 Jeržatka kuří noha	15
3.2.2 Laskavec ohnutý	15
3.2.3 Merlík bílý	16
3.2.4 Peřour maloúborný	16
3.2.5 Pcháč rolní	17
3.2.6 Pýr plazivý	18
3.2.7 Rukev lesní	19
3.2.8 Svízel přítula.....	19
3.3 Rozšiřování teplomilných druhů plevelů	20
3.3.1 Ambrózie peřenolistá.....	21
3.3.2 Mračňák Theophrastův	21
3.3.3 Lilek černý	22
3.3.4 Šťavelka růžkatá	22
3.4 Kulturní plodiny jako plevel	23
3.5 Historie regulace plevelů	23
3.5.1 Počátky používání herbicidů.....	23
3.6 Současné nepřímé metody regulace plevelů	24
3.6.1 Výběr pozemku.....	24
3.6.2 Osevní postup	25
3.6.3 Zpracování půdy	25
3.6.4 Vliv hnojení a výživy rostlin	26
3.6.5 Meziplodiny	27
3.7 Současné přímé metody regulace plevelů	27
3.7.1 Mechanické metody.....	27
3.7.2 Chemické metody	28
3.8 Předpokládaný vývoj metod regulace plevelů v bramborách	29
3.8.1 Mulčování živými rostlinami.....	29
3.8.2 Mulčování textilií a rostlinnými materiály	30

3.8.3	Snížení dávky herbicidů.....	31
3.8.4	Regulace plevelů v precizním zemědělství.....	32
3.8.5	Možnosti ekologického zemědělství.....	33
3.8.6	Mechanické metody regulace plevelů.....	34
4	Závěr.....	35
5	Literatura.....	36

1 Úvod

Plevelná společenstva jsou nedílnou součástí vegetace na orné půdě. S kulturními rostlinami soupeří o světlo, vodu i živiny a tím ovlivňují růst a vývoj plodin. Řada plevelů je mezihostitelem chorob a škůdců, které se pak přenášejí na kulturní rostliny. Některé plevele mohou být také jedovaté jak pro zvířata, tak pro člověka (Tuesca et al. 2001). Za plevele je u nás považováno přibližně 250 druhů rostlin. Jejich význam je značně odlišný. Většina druhů má jen okrajový význam a jejich výskyt bývá lokálně omezen. Na druhé straně je přibližně 20 druhů, které jsou extrémně škodlivé. Obecný trend je úbytek druhů plevelů a zvyšování významu několika málo druhů (Winkler, 2013). Za plevel je označována každá rostlina, která se na určitém stanovišti vyskytuje proti vůli člověka. V případě polních plevelů se jedná o rostliny, které jsou schopny s porostem pěstovaných plodin negativně interagovat. Nejčastější takovou interakcí je konkurence, ale může se jednat i o parazitismus, či alelopatii. Důsledkem takových interakcí je určitá hospodářská škoda, definovaná snížením množství produkce či kvality sklizeného produktu. V rostlinné produkci figurují plevele jako skupina významných škodlivých činitelů a většina agrotechnických opatření je již od počátků zemědělství prováděna za účelem omezení jejich negativního vlivu na plodiny (Jursík et al. 2011). Plevelná společenstva ovlivňuje celá řada faktorů, které na ně působí krátkodobě i dlouhodobě. Proto procházejí stále poměrně složitým vývojovým procesem. Plevelné rostliny doprovázejí plodiny od počátku zemědělství a patří mezi nejproblematictější škodlivé činitele, na jejichž eliminaci bylo vždy vynakládáno obrovské úsilí. Jednotlivé plevelné druhy se postupně přizpůsobovaly měnícím se přírodním podmínkám, později technologiím pěstování. Plevelné druhy, které nebyly schopné se postupně přizpůsobovat obdělávání půdy a pěstování plodin, z polí postupně mizely. Některé druhy vymizely již v dávné době, jiné v době nedávné, v závislosti na rozvoji technologií pěstování plodin (Mikulka 2019). V porostu brambor jsou plevele velmi významným škodlivým činitelem. V závislosti na druhovém spektru a intenzitě výskytu mají negativní vliv především na výnos hlíz. Při nižším a středním zaplevelení snižují výnos o 20–30 %, ale velmi silné zaplevelení porostu může redukovat výnos až o 90 %. Plevele soupeří s rostlinami brambor z hlediska všech podmínek růstu a vývoje. Zvyšují ohrožení napadení rostlin a hlíz chorobami, ztěžují sklizeň a zvyšují mechanické poškození při sklizni (Kasal et al. 2014). Počátek používání herbicidů ve 40. letech 20. století byl jedním z hlavních faktorů intenzifikace zemědělské výroby, chemická ochrana se velmi rychle stala běžnou součástí ošetřování porostů plodin, a téměř zatlačila jiné, dříve běžné, metody regulace plevelů do pozadí (Liebman 2001). Navzdory zvyšujícím se obavám ze závislosti pěstebních systémů na herbicidech, jsou alternativní způsoby ochrany porostů před plevelem převáděny do praxe jen zvolna (Bastiaans et al. 2008). Je třeba inovovat a vyvíjet metody regulace plevelů v porostech plodin, které budou šetrnější k životnímu prostředí, a přesto dostatečně účinné i pro konvenční zemědělství (Fennimore et al. 2016).

2 Cíl práce

Cílem této práce byla analýza možností regulace zaplevelení v porostech brambor, stručný popis hlavních nepřímých i přímých metod a systémů regulace, které mohou být alternativou konvenčního herbicidního ošetření porostu brambor. Na základě poznatků z odborné a vědecké literatury byla zpracována literární rešerše shrnující vývoj ochrany brambor proti plevelům v souvislosti se změnami standardních postupů, ke kterým v současné době dochází. S ohledem na charakteristiku brambor, jako důležité zemědělské plodiny, byly shromážděny informace týkající se plevelných druhů nejčastěji se vyskytujících v porostech brambor. Pozornost byla věnována rovněž teplomilným druhům plevelů, které se v poslední době šíří i do chladnější bramborářské oblasti. Formulovány byly závěry včetně praktických doporučení v oblasti regulace plevelů u brambor, které byly vyvozeny ze zpracované literární rešerše.

3 Přehled literatury

3.1 Brambory jako plodina

Brambory, zlepšující plodina v osevních sledech, základní potravina, důležitá surovina pro potravinářský a škrobárenský průmysl, ale i nevšední květina našich polí (Vokál 2013). Je to celosvětově jedna z nejdůležitějších základních plodin (Gutaker et al. 2019). Obecně platí, že brambory můžeme charakterizovat jako na předplodinu nenáročnou a zlepšující plodinu, která zvyšuje výrobnost celého osevního sledu. Tato skutečnost podmíněná dodržováním technologické kázně, která má následně dobrý vliv nejen na výslednou ekonomickou efektivnost osevního sledu, ale zároveň pozitivně ovlivňuje i některé významné složky životního prostředí. Základem zpracování půdy je připravit optimální podmínky pro růst a vývoj kulturní plodiny, a tím i pro dosažení vysokého výnosu v odpovídající kvalitě. Příprava půdy při pěstování brambor je důležitá, neboť musíme mít na paměti okopaninový charakter této plodiny (Kasal 2013). Konvalina et al. (2007) uvádějí, že ve srovnání s ostatními plodinami celkově okopaniny poskytují nadprůměrné výnosy. Produkty okopanin se vyznačují nízkou koncentrací sušiny, ta se pohybuje v rozsahu od cca 9 % do 26 %. V sušině převažují látky glycidové povahy, které jsou jako rezervní ukládány do zdužnatělých, přeměněných stonků, kořenů a oddenků. Kondhare et al. (2020) uvádějí, že brambory jsou zároveň bohaté nejen na škrob, ale i na zásobní bílkoviny, vitamíny, dietetické antioxidanty a minerály. Brambory řadíme mezi okopaniny, které tvoří základ osevního postupu a podílí se na ekonomické stabilitě podniku. Z pěstitelského hlediska lze pozitivní vliv brambor v systému ekologického zemědělství spatřovat zejména v regulaci a snižování zaplevelení pozemků a v jejich příznivém působení na půdu (Neuerburg & Padel 1994).

3.1.1 Původ brambor

Již dávno před tím, než do Nového světa na počátku 16. století připluly španělské dobyvatelé, zelenala se bramborová pole na náhorních planinách And od dnešního Peru a Bolívie až po střední Chile. Brambory měli své nezastupitelné místo i ve vyspělém zemědělství indiánských kultur. Domorodí rolníci dobře znali jejich hodnotu, věděli, že je v dobách neúrody ochrání před hladem, a pro takové účely je dovedly konzervovat sušením. Tak jako rozvrátili conquistadoři říši Inků s pokročilým společenským řádem, věnující pozornost pouze zlatu, skončily v troskách i všechny jejich kulturně civilizační přednosti. Noví vládci Jižní Ameriky pohlíželi na ještě nedávno běžné zemědělské plodiny jako na zajímavé rostlinné kuriozity, a ty se jako takové převážně dostávaly i do Evropy. Španělé pravděpodobně přivezli brambory z Peru do své vlasti spolu s dalšími do té doby nevídanými raritami v šedesátých letech 16. století. O něco později zásluhou anglických mořeplavců doputovaly brambory z Chile na britské ostrovy a tehdy začíná jejich nová historie na starém kontinentu. Vše o jejich významu jako zemědělské plodiny bylo zapomenuto a trvalo mnoho desetiletí, než se brambory v Evropě staly hospodářským a kulturně sociálním fenoménem. Některé jiné plodiny původem z Ameriky,

třeba rajčata, tabák nebo kukuřice, v Evropě zdomácněly daleko dříve, ale brambory stále sloužily jako okrasná bylina ve šlechtických a klášterních zahradách. Jejich různě upravované hlízy se na stůl dostávaly spíše výjimečně, jako cizokrajná zelenina a vzácná pochoutka. Ze Španělska a Británie se do dalších zemí šířily prostřednictvím darů mezi spřátelenými panovnickými dvory, vysokou aristokracií a církevními řády. Do zemědělství se ve větším měřítku dostaly v polovině 17. století v Anglii, a především v Irsku, kde se jim obzvláště dařilo díky místnímu klimatu podobnému jejich pravlasti. Vzhledem k nedostatku historických zpráv lze jen usuzovat, že se v téže době dostaly také do českých zemí, a to z několika směrů. I když podle zažité tradice založené na dochovaných pramenech je prvenství a uznání za jejich import do Čech přisuzováno řádu františkánů. Z téže doby pocházejí i první domácí hospodářské instrukce k zahradnímu pěstování brambor, z nichž paradoxně vyplývá, že byly původně považovány za velice choulostivou rostlinu. Jejich cesta na česká pole byla trnitá a trvala víc než dalších sto let. Brambory musely překonat hodně subjektivních předsudků rolníků i objektivních překážek v tehdejší zemědělství založeném především na obilnářství a trojpolním hospodaření. Přesto se po polovině 18. století začínají v některých krajích objevovat první pole osázené bramborami. Jejich zásluhou se české zemědělství výrazně změnilo (Tajovský 2013).

3.1.2 Botanická charakteristika

Brambor obecný (*Solanum tuberosum* L.) je tetraploidní druh s úzkou genetickou základnou, ale s velkým počtem příbuzných druhů, které mají velkou genetickou rozmanitost pro četné agronomicky zajímavé znaky (Raimondi 2003). Trs bramboru má nadzemní a podzemní část. Nadzemní prýt je tvořen lodyhou s listy, které udávají charakter trsu. V typu a tvaru prýtu jsou genotypové rozdíly, které určují počet lodyh, výšku, postavení a větvení lodyhy. Rozměry a počet listů, lístků, počet a barva květů mají výrazný genotypový charakter. Charakter trsu ovlivňuje postavení stonku, od vzpřímeného až po rozkleslý, charakteristické především do počátku kvetení, a i když mohou být ovlivněny prostředím, zásadně se nemění. Klasifikace nadzemní části popisuje výšku, typ větvení, tvar trsu a postavení lodyhy. Délka lodyh je ovlivněna délkou vegetační doby. Výška a tloušťka stonku je genotypovým znakem, v bezprostřední blízkosti hlízy je stonek tenký a směrem k vrcholu sílí, u větvení se opět zužuje. Na průřezu bývá nepravidelně hranatý, trojboký, někdy i kulatý, s křídlením neboli vyrůstáním hran, které může být neznatelné, jednoduché i dvojité. Barva stonku je závislá na koncentraci pigmentu, od světle zelené až do modrofialové. List bramboru je přetřhaně lichozpeřený, středem probíhá vřeteno, které je pokračováním řapíku, z něj vyrůstají páry, jařmy lístků, obvykle jeden až tři. Mezi jednotlivými jařmy vyrůstají na vřetenu mezilístky a v úžlabí lístků se vyskytují úžlabní mezilístky. Tvar, barva a velikost listů bramboru jsou rozdílné podle růstových fází, podmínek růstu i genotypu. Listy jsou ochmýřené, jejich barva může být šedozelená, hnědozelená, tmavozelená i světlezelená a může ji ovlivnit míra hnojení. Za genotypový znak se považuje také členitost, počet a velikost listů a mezilístků, srůstání vrcholových listů. Na konci lodyhy, z paždí posledního nebo bočního listu, vyrůstá květní stopka, na které je uspořádáno květenství ve dvojvijanu. Květ se skládá z pěti kališních lístků, pěti korunních lístků, pěti tyčinek a z pestíku. Je nesen krátkou stopěčkou s oddělovací vrstvou,

v tomto místě dochází ve zralosti k opadu plodů. Opad může podle genotypu a počasí nastoupit i v dřívější fázi ontogeneze, kdy opadávají již poupata nebo rozvité květy. Délka a tloušťka květní stopky, tvar poupatek, tvar a délka kališních lístků, postavení korunních lístků a jejich špiček, velikost a cípatost koruny, nebo též dvojkorunka jsou genotypovými znaky, z nichž rozhodující je barva koruny. Intenzitu barvy od tmavě modrofialové, blankytně modré po tmavě nebo světle červenofialovou a bílou ovlivňuje prostředí, ale přesto barva zůstává nejjistějším znakem. Plod je kulatá nebo oválná dvojpouzdrá bobule, zelená nebo žlutozelená na povrchu tmavě žíhaná. V dužnaté části bobule jsou bílá, vejčitá semena. Podzemní část trsu tvoří bazální části stonků vyrůstající z mateční hlízy, z uzlů na podzemní části stonku vyrůstají kořeny a z axiálních pupenů stolony, rostou v zemi horizontálně od stonku. Hlíza vzniká přeměnou podzemního stonku, je to zduřelý konec stolonu (oddenku), jenž vzejde z úžlabního pupenu. Hlíza je zkrácený modifikovaný vegetační vrchol podzemního oddenku nebo jeho větve, který si zachovává stavbu a uspořádáním pupenů charakter stonku s redukovanými listy na šupiny. Se stolonem souvisí část hlízy, která se nazývá pupková a má méně oček, kdežto protilehlá korunková část má větší množství vrcholových a postranních oček. Hlíza je zásobním orgánem rostliny a stává se důležitým prostředkem vegetativního rozmnožování. Genotypově specifický je pro hlízy tvar, velikost, barva pokožky a dužniny. Hospodářsky důležitá vlastnost je vyrovnanost tvaru a velikosti hlíz v rámci jednoho trsu. Barva dužniny je od bílé přes žlutou, červenou až po fialovou a modrou. Mezi barvou slupky a dužniny není korelace. Na povrchu každé hlízy jsou viditelné listové jizvy, v jejichž úžlabí pupeny, nazývají se očka, dále tu jsou drobné lenticely, které pokrývají celý povrch s různou hustotou. Ze spících pupenů bramborové hlízy se tvoří výhony, které vytvoří trs. Spící pupen zastupuje stonkový vzrostný vrchol. V jednom očku je několik pupenů, potencionálně až 36 pupenů na hlízu. Vzrostný vrchol se založenými listy je možné najít na vrchní části klíčku, na spodní části se diferencují druhotné, adventivní kořeny a z postranních podzemních pupenů se vytvářejí stolony. Klíčky mohou být silně obrvené až zcela hladké, barvy od tmavohnědé, přes zelenou až po červenofialovou, jde o barvu při vyklíčení na světle. Tvar hlízy ovlivňuje poloha oček, je velmi důležitý pro hospodářské využití hlíz (Zámečník & Domkářová 2013).

3.1.3 Význam brambor

Brambory plní ve výživě člověka tři funkce, a to objemovou, sytící a ochrannou. Objemovou tím, že zajišťují dostatečný objem stravy pro zátěž trávicího ústrojí. Sytící vhodným obsahem energeticky hodnotných složek. A ochrannou vhodným obsahem vitamínů, minerálních látek a ostatních bioaktivních pozitivně působících látek. Energetická hodnota bramborových hlíz je spíše nízká. Hlízy bramboru představují rostlinný produkt s vysokým obsahem vody, jejichž množství kolísá v rozmezí 70-82 % v čerstvé hmotě. V buňkách hlíz se voda nachází ve formě volné a vázané. Volná voda je hlavním podílem hlízové vody a je buněčnou šťávou obsahující podstatný podíl rozpustné sušiny mimo látek vázaných v buněčných strukturách. Množství vázané vody je značně proměnlivé a je spojené s hydratací buněčných koloidů. V hlízách je obsah sušiny závislý především na odrůdě brambor, fázi vývoje hlízy, průběhu povětrnostních podmínek při pěstování a pěstitelské technologii. Množství obsahu sušiny ovlivňuje kvalitu produktu a rentabilitu zpracování. Z pohledu kvality potravinářských produktů ovlivňuje obsah

sušiny zejména texturu výrobků. U brambor určených ke škrobárenskému zpracování je jednoznačná snaha o dosažení co nejvyššího obsahu sušiny, protože tím je zajištěn i vysoký obsah škrobu. Škrob je hlavní zásobní látkou bramboru, plní sytící funkci. Bramborový škrob patří k méně stravitelným, v syrových hlízách je málo přístupný pankreatické amyláze. Malý, ale významný podíl bramborového škrobu je rezistentní k trávení enzymy v žaludku a tenkém střevě a dostává se tak do tlustého střeva v intaktní podobě. Tento rezistentní škrob má pravděpodobně fyziologické a zdraví prospěšné účinky jako vláknina, přispívá k ochraně proti rakovině tlustého střeva, snižuje množství glukózy v krvi a zvyšuje inzulínovou citlivost, zároveň snižuje i zásobu tuků. Množství rezistentního škrobu v hlízách velmi závisí na způsobu úpravy, vaření a následně chlazení jeho obsah výrazně zvyšuje. V potravinářství se bramborový škrob používá jako zahušťovadlo a plnidlo, náhrada tuků, nosič vonných látek, stabilizátor emulzí a látka poutající vodu. Ve studené kuchyni se škrob uplatňuje při výrobě omáček, instantních směsí a v mlékárenských výrobcích. V technických odvětvích škrob najdeme jako základní pojící jednotku tekutých škrobových lepidel, dále při tkaní na šlichtování osnov ke zvýšení pevnosti osnov nití, nebo jako zahušťovadlo směsí na vodní bázi. Vedle škrobu obsahují bramborové hlízy vlákninu, která zahrnuje polysacharidy hemicelulózy, pektiny, hexózy a pentózy. Ve zdravých a vyzrálých hlízách je obsah sacharidů malý, ale z technologického hlediska je jejich obsah významný. Význam dusíkatých látek včetně bílkovin je pro jejich poměrně nízký obsah v čerstvé hmotě obvykle opomíjen, podíl bílkovin v obsahu dusíkatých látek kolísá vlivem genotypu bramboru a podmínek prostředí v širokém rozpětí. V metabolismu bramborové rostliny je úloha bílkovin nezastupitelná, jsou důležité v interakci s ostatními látkami v rostlině, cukry, fenoly nebo hormony. Můžeme hlízové bílkoviny rozdělit podle molekulové hmotnosti na tři hlavní skupiny: patatin, skupinu inhibitorů proteáz a ostatní bílkoviny. Podíl tuků na výživové hodnotě bramboru je malý, nejvíce jich je obsaženo ve slupce a převládají nenasycené mastné kyseliny. Hlízy bramboru jsou významným zdrojem minerálů, především draslíku, který má v lidském organismu více funkcí, třeba přenos nervových impulzů, regulace tlaku krve, nebo kontrakce svalů. Dále relativně dostatečné množství selenu, malé množství hořčíku a železa. Brambory neobsahují žádný sodík, což je pozitivní. Jsou však také významným zdrojem vitamínů C, B1 a B6. Obsahují také kyselinu listovou, fenolové látky a barviva s antioxidačním potenciálem. Z hlediska lidské výživy mohou hlízy bramboru obsahovat i škodlivé látky, jedná se o toxické glykoalkaloidy, především solanin a chaconin. Jejich hladina je však sledována a při standardním způsobu skladování ve tmě by ke zvýšenému obsahu nemělo dojít (Čížek 2013).

Postavení brambor má tendenci se vyvíjet z luxusní potraviny na běžnou, a nakonec až v podřadnou potravinu. Naproti tomu v mnoha rozvojových zemích jsou brambory kvůli omezením dodávek relativně drahé. Zatímco se milně předpokládá, že lidé v rozvojových zemích mají zkrátka jiné chutě než obyvatelé z ekonomicky vyspělých zemí, nízké příjmy spolu s relativně vysokými cenami brambor představují skutečnou a zjevnou překážku pro širší využití brambor mezi chudými v nerozvinutém světě (Salmensuu 2021).

3.2 Nejrozšířenější plevely v porostu brambor

V porostech brambor se vyskytuje množství plevelných druhů s různým stupněm hospodářské škodlivosti. Plevelové spektrum je vázáno na půdně-ekologické podmínky a liší se zejména mezi dvěma základními oblastmi pěstování brambor v České republice, kterými jsou teplejší a úrodnější oblast pěstování zejména raných, ale i ostatních konzumních brambor v Polabské nížině a na jižní Moravě s nadmořskou výškou do 300 m a s průměrnou roční teplotou kolem 8°C. Z plevelných druhů převládá ježatka kuří noha, laskavec ohnutý, pcháč rolní, pěťour maloúborný, krajově rukev obecná. Způsob regulace plevelů je nutné volit s ohledem na předpokládanou dobu sklizně. Herbicidní přípravky zajistí vyšší plevelohubnou účinnost, ale u porostů určených pro sklizně raných brambor do konce června se doporučuje zpravidla proorávka pro hubení plevelů. Důvodem je nebezpečí nežádoucího zpoždění vegetace po aplikaci herbicidu a také hrozba reziduí účinných látek přípravků v hlízách. Chladnější oblast pěstování konzumních brambor a brambor dalších užitkových směrů, jako jsou hlízy pro produkci škrobu, se nachází převážně v zemědělské výrobní oblasti bramborářské s centrem pěstování na Českomoravské vrchovině, s nadmořskou výškou 400–600 m a průměrnou roční teplotou pod 7°C. K nejběžnějším plevelným druhům patří svízel přítula, merlík bílý, pýr plazivý a plevelná řepka olejka. V této oblasti v současné době převládá způsob regulace plevelů pomocí herbicidů, s výjimkou podniků s nižší výměrou brambor, menší než 30 ha a podniků hospodařících podle zásad ekologického zemědělství (Čepl & Kasal 2008).

Regulace plevelů v polních plodinách je poměrně složitější a náročnější než u ochrany rostlin proti chorobám a škůdcům. Klíčení plevelů a vzházení rostlin je na rozdíl od kulturních rostlin značně rozdílné. Vyšší stupeň zhutnění a nižší obsah organické hmoty v půdě snižují takzvanou samočisticí schopnost půd, neboť tyto negativní vlivy prodlužují životnost semen plevelů v půdě a negativně působí na rozvoj půdních mikroorganismů. V posledním období, kdy se výrazně změnila struktura pěstovaných plodin, snížily se plochy víceletých i jednoletých píceň, poklesla výměra cukrovky a brambor a mnohde se hospodaří bez živočišné výroby, se projevila změna plevelových společenstev v agrofytocenóze. Jedná se hlavně o případy, kdy zvýšené zastoupení obilnin vyvolalo přemnožení ova hluchého, svízele přítuly, nebo kdy vyšší podíl ozimů (ječmen, pšenice, řepka olejka) zvýšil zastoupení přezimujících druhů plevelů, jako je chundelka metlice, svízel přítula, heřmánkovec nevonný, hluchavky. Při převaze jarních plodin v osevním postupu dochází k většímu výskytu jarních plevelů, jako hořčice rolní, ředkev ohnice, oves hluchý, merlík bílý, rdesna a dalších. Často také zvýšené dávky minerálních hnojiv, zejména dusíkatých, ale i přehnojování kejdou, posílily zastoupení širokolistých šťovíků, merlíků a lebed, svízele přítuly, ježatky kuří nohy, podobně tak dlouhodobě používané stejné chemické složení herbicidních přípravků způsobilo v pěstovaných plodinách rozšíření rezistentních druhů nebo i vyvolalo zvýšení rezistence u některých dříve citlivějších druhů. Další variantou je, že došlo také k přemnožení některých druhů plevelů, které se dokonale přizpůsobily současnému způsobu hospodaření, například k utužování půdy těžkou mechanizací, nebo využití minimalizace zpracování půdy, to vyhovuje pýru plazivému, prosovitým travám, nebo heřmánkovci nevonnému (Vach & Javůrek 2009).

3.2.1 Ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli* L.)

Ježatka kuří noha patří do skupiny pozdních jarních plevelů z čeledi lipnicovitých. Jedná se o středně vysokou, světle až tmavě šedozeleně zbarvenou travu, která může být až 1,5 metru vysoká. Rostliny bohatě odnožují, zpočátku rostou často poléhavě, později se napřimují, v kolénkách mohou zakořeňovat. V půdě jsou ukotveny pomocí mohutného systému svazčitých kořenů. Dnes je ježatka kuří noha kosmopolitně rozšířena, s výjimkou Afriky, kde zatím nepůsobí problémy. Je považována za třetí nejvýznamnější plevel světa. Na našem území se vyskytuje již od neolitu. Roste zejména v nížinách, ale v posledních letech, v souvislosti se zvyšující se teplotou, proniká do vyšších poloh. Vyhovují jí vlhké půdy s dostatkem humusu a velice dobře snáší zaplavování. Na suchých stanovištích dosahuje nižšího vzrůstu a vytváří méně lat a obilek. Dříve byla rozšířena na lehkých půdách, v současnosti se postupně rozšiřuje i do oblastí vysloveně těžkých půd. Hlavní podmínkou jejího intenzivního výskytu je vyšší zastoupení okopanin a zelenin v osevním sledu. Růst a konkurenční schopnost ježatky je silně ovlivněna délkou dne. Při krátkém dni vytváří ježatka nízké rostliny s mnoha odnožemi a drobné laty, které začínají brzy kvést a tvořit obilky. Naopak při dlouhém dni vytváří ježatka mohutné vysoké rostliny s mohutnými latami a velkým množstvím obilek. Z hlediska nepřímých způsobů regulace ježatky je významné především střídání plodin. V případě jejího přemnožení je vhodné na několik let přerušit nebo alespoň omezit pěstování okopanin a zvýšit podíl ozimů v osevním postupu. Z důvodu přežívání obilek při průchodu trávicím traktem přežvýkavců by statková hnojiva měla před aplikací projít dostatečným fermentačním procesem. Mohutný kořenový systém ježatky může značně komplikovat ruční pletí či plečkování. Kořenový systém navíc snadno regeneruje, pokud nedojde po plečkování k dostatečnému zavadnutí a zaschnutí, rostliny po krátké době opět pokračují v růstu. Ve většině širokolistých plodin je ježatka spolehlivě potlačována postemergentními graminicidy, přičemž obvykle postačí nižší registrovaná dávka. Na přerostlou ježatku je však třeba dávku zvýšit. Při velké intenzitě zaplevelení či rozvleklém vzcházení může být vhodnější dělená aplikace regulačních přípravků (Jursík et al. 2011).

3.2.2 Laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus* L.)

Laskavec ohnutý je jednoletý pozdní jarní plevel, patřící do čeledi laskavcovitých a je nejrozšířenějším druhem laskavce na našem území. Rostliny laskavce dosahují výšky až 1 metr a jeho plodem jsou drobné, elipsoidní, jednosemenné tobolky. Jedná se o druh morfologicky značně variabilní. Laskavec ohnutý pochází ze Severní Ameriky, odkud se postupně rozšířil do teplejších a mírných oblastí všech kontinentů. U nás se vyskytuje především v teplejších oblastech, s postupným oteplováním klimatu a rozšiřováním pěstování kukuřice do vyšších poloh však proniká na další plochy orné půdy. Roste především na úrodnějších, středně těžkých až těžších půdách, je tolerantní k mírnému zasolení půdy a na pH půdy vyhraněné požadavky nemá. Laskavec ohnutý se rozmnožuje pouze semeny. Tento druh patří k plevelům s nejvyšší reprodukční schopností, na jedné rostlině v případě dostatku prostoru a živin vytvoří statisíce semen. Stačí tedy i malý počet rostlin k vytvoření bohaté a perzistentní půdní zásoby, ze které může v následujících letech vzcházet velké množství rostlin a významně zaplevelovat porosty okopanin. S ohledem na vysokou reprodukční schopnost laskavce ohnutého je třeba předcházet

jeho vysemenění jak v porostech plodin, tak i na plochách, odkud se může šířit na ornou půdu. Semena laskavců se mohou šířit i endozoochorně, proto by měla být u statkových hnojiv zajištěna jejich dostatečná fermentace. Většina polí, na kterých se ve vyšší míře pěstují širokořádkové plodiny, je laskavcem silně zaplevelena a semena laskavce zde tvoří podstatnou část půdní zásoby semen plevelů. Pro její snížení je vhodné na několik roků pozemek vyloučit z pěstování okopanin a zeleniny. Kvůli dlouhé životnosti semen je ale i při účinné regulaci otázkou delšího času, než začne laskavec z pozemku ustupovat (Jursík et al. 2011).

3.2.3 Merlík bílý (*Chenopodium album* L.)

Merlík bílý je jednoletý pozdní jarní plevel patřící do čeledi merlíkovitých. Jde o morfologicky velmi proměnlivý druh, jehož původ je nejistý. Dnes je merlík bílý rozšířen po celém světě, převážně v mírném pásu, osídluje všechna ekologická stanoviště s výjimkou extrémně aridních oblastí, až do nadmořské výšky 3600 m. Jde o jeden z deseti nejvýznamnějších plevelů světa. Merlík bílý je hojný na celém našem území, není náročný na půdní podmínky, ale na hnojení reaguje velmi pozitivně. V optimálních podmínkách, které rostliny merlíku nalézají na plochách bohatě zásobených živinami a s vhodným vláhovým režimem, vytváří mohutné rostliny s dlouhou vegetační dobou, které bohatě větví a produkují vysoké množství semen. I na poměrně nepříznivých stanovištích jsou však rostliny merlíku schopné růst a v krátké době se reprodukovat. I když počty semen jsou zde poměrně nízké, postačí k vytvoření či obohacování půdní zásoby. Merlík bílý se rozmnožuje výhradně generativně, přičemž produkce nažek je velmi vysoká. Vysemenění silně zapleveleného porostu proto zamoří pozemek nažkami na několik let. Předpokládá se, že dormance a životnost nažek se liší v závislosti na jejich barvě a tvaru. Světlé nažky, kterých je obvykle méně, mají kratší dormanci než nažky tmavé. Obecně lze říci, že délka i síla dormance je výrazně ovlivněna délkou dne, při kterém nažky dozrávají. Díky silnému osemení prochází nažky merlíku trávicím traktem hospodářských zvířat neporušené a částečnou klíčivost si udržují i ve hnoji. Nažky merlíku vydrží v půdě životné v závislosti na půdních a povětrnostních podmínkách i několik desítek let. Merlík bílý je nejrozšířenějším druhem v půdní zásobě semen plevelů. Vzhledem k tomu a také vzhledem k dlouhověkosti nažek je tedy regulace merlíku na pozemcích s bohatou půdní zásobou vždy dlouhodobou záležitostí a je nutné především zamezit obohacování půdní zásoby novými semeny. Při silném výskytu merlíku je vhodné zvýšit podíl ozimých plodin na úkor okopanin. Je nutné zajistit nejen dostatečné vyžráné statkových hnojiv, ale také správnou údržbu hnojišť a jejich bezprostředního okolí, kde může zejména při dlouhodobějším uskladnění materiálu docházet k rozrůstání a vysemenění merlíku. Přestože je merlík bílý citlivý k řadě herbicidů preemergentně používaných v bramborách, za sucha a na těžších půdách může být jejich účinnost výrazně snížena (Jursík et al. 2011).

3.2.4 Peťour malóuborný (*Galinsoga parviflora* CAV.)

Rod peťour obsahuje dva zemědělsky významné druhy – peťour malóuborný a peťour srstnatý, patřící do čeledi hvězdicovitých. U nás již hojně rozšířené druhy jsou původem z Jižní Ameriky z oblasti Peru a Chile. V 19. století byl peťour malóuborný zavlečen do celé Ameriky,

Evropy, Afriky, jižní Asie, Austrálie i na Nový Zéland. Peřour maloúborný patří mezi 75 nejkodlivějších plevelů světa. Většinu jedinců peřouru maloúborného vyskytujících se v Evropě tvoří potomstvo rostlin dovezených do pařížské botanické zahrady. Odtud a z dalších botanických zahrad, kam byly nažky peřouru zaslány, se během 19. století začal rychle šířit. U nás začala masová invaze peřouru maloúborného na ornou půdu ve 40. letech 20. století a je v současnosti rozšířen od nížin až k podhůřím. Zapleveluje především ty půdy, kde se intenzivně pěstuje zelenina, nebo kde se v osevním postupu vyskytuje vyšší procento okopanin. Peřour maloúborný preferuje výhřevné, písčité až hlinitopísčité, neutužené půdy s dobrou zásobou živin, především dusíku. Vyskytuje se především na dobře hnojených a zavlažovaných půdách, je velmi citlivý na nedostatek srážek, ale dlouhodobější zamokření také nesnáší. Na půdní reakci žádné zvláštní nároky nemá. Peřour maloúborný se vyznačuje vysokou reprodukční schopností, jedna rostlina může vyprodukovat až několik desítek tisíc nažek a jelikož rostliny peřouru nejsou schopny přežít zimu mírného pásma, vyvinula se u nažek poměrně dlouhá primární dormance. Důležitým faktorem, který kladně ovlivňuje klíčení nažek peřouru, je světlo, proto klíčí převážně z povrchu půdy. Pokud mají rostliny peřouru dostatek půdní vlhkosti a živin, mají velice rychlý růst. Délka dne ovlivňuje jeho vegetativní fázi oproti ostatním pozdním jarním plevelům jen minimálně, a tak i v létě vzešlí jedinci vytvářejí mohutné rostliny. Tato vlastnost společně s možností vzcházet v průběhu celé vegetace z něj činí velmi nebezpečný plevel, především při sekundárním zaplevelení okopanin. Základem prevence rozšíření peřouru je správné založení porostu, jelikož mezerovité a nevyrovnané porosty jsou tímto plevellem často výrazně zaplevelovány (Jursík et al. 2011).

3.2.5 Pcháč rolní (*Cirsium arvense* (L.) SCOP.)

Pcháč rolní je vytrvalý, hluboce kořenící plevel z čeledi hvězdnicovitých, rozmnožující se generativně i vegetativně. Přesný areál původního výskytu pcháče rolního není znám, předpokládá se však, že pochází z chladnější kontinentální části Asie, odkud se rozšířil do Evropy. Patří mezi nejnebezpečnější plevele světa. U nás je pcháč rolní hojně rozšířen na všech půdách od nížin až po horské oblasti. Je velmi odolným a houževnatým plevellem, ohrožujícím všechny plodiny jednoleté, víceleté i vytrvalé kultury. Vyhovují mu téměř všechny půdní typy, preferuje především hluboké, úrodné a kultivované půdy. Naopak se mu příliš nedaří na lehkých a vysychavých půdách a půdách s velmi vysokou hladinou spodní vody z důvodu omezení růstu kořenového systému. Velmi dobře snáší zasolení půdy. Zpracování půdy podporuje vegetativní rozmnožování pcháče rolního. Na kořenových výběžcích a na kořenech jsou velmi hustě rozmístěny pupeny, po rozřezání kořenového systému proto mohou i malé fragmenty snadno vytvořit nové rostliny. Pcháč rolní se vyznačuje vysokou konkurenční schopností. Při silném výskytu dokáže zcela potlačit řadu kulturních rostlin. Pcháč rolní je nepochybně jeden z nejvýznamnějších plevelných druhů v ČR. Zatímco konvenční zemědělství má možnost řešit silnější zaplevelení pcháčem pomocí relativně účinných herbicidů, pro ekologicky hospodařící zemědělce představuje tento druh, a především jeho silné zastoupení na orné půdě i mimo ni značný problém. Je-li pcháč na pozemku již rozšířen ve velkém množství, nezbyvá často než opustit ekologickou produkci, použít herbicid a opět pak projít procesem konverze. Při regulaci pcháče rolního má velký význam kvalitní a hluboké zpracování půdy, především orba.

Kořenový systém pcháče je orbou oslabován a vzcházení omezováno. Stejně tak má v komplexní regulaci výskytu pcháče na pozemku velký význam zařazení podmínky, pokud je u předplodin tato operace vynechána, pcháč vytváří na strništi velké množství listových růžic, které již sice nevykvetou, ale zato zásobují podzemní systém kořenových výběžků značným množstvím asimilátů, které jsou následně využity při rozrůstání jednotlivých ohnisek v dalších letech. Při dostatku vláhy dochází po podmítce k silné regeneraci pcháče a je tedy třeba ji opakovat nebo ještě lépe, po vytvoření dostatečné listové plochy použít systémový herbicid. Obecně může být účinné jakékoliv velmi často opakované zpracování půdy, které neumožní rozvoj listových růžic a zajistí tak vyčerpání kořenového systému. Agrotechnické zásahy jako je mulčování a sečení obvykle nevedou k výraznému poklesu výskytu pcháče rolního na stanovišti. Pcháč rolní je velmi nepříjemným plevelem v porostu brambor (Jursík et al. 2011).

3.2.6 Pýr plazivý (*Elytrigia repens* (L.) NEVSKI)

Pýr plazivý je vytrvalý, mělčejí kořenící plevelný druh z čeledi lipnicovitých. Na orné půdě převažuje vegetativní rozmnožování pomocí tuhých, článkovaných oddenků, lze se však také setkat s rostlinami klíčovými ze semen. Jde o rostlinu cizosprašnou, která je však ve výjimečných případech schopna i samosprašení. Pýr patří k celosvětově velmi významným plevelům, především mírného pásma, ale uplatňuje se také v chladnějších oblastech subtropů. V tropických oblastech se pýr plazivý nevyskytuje, což je zřejmě způsobeno absencí studené periody, která vyvolává dormanci oddenků, čímž je narušen životní cyklus pýru. Dalším důvodem mohou být příliš vysoké teploty v kombinaci s krátkým dnem. U nás roste pýr plazivý hojně na celém území téměř na všech půdách. Dává přednost vlhkým půdám, ale velmi dobře se dokáže uplatnit i na sušších stanovištích. Preferuje těžší půdy, ale velmi dobře se uplatňuje také na půdách lehčích. Nevyhovují mu pouze extrémně suchá a kamenitá stanoviště s výrazně nízkým pH. Pýr plazivý patří mezi velmi nebezpečné plevele s vysokou konkurenční schopností. Při silném výskytu dokáže pýr zcela potlačit většinu plodin. Pýru vyhovují především osevní sledy s vysokým zastoupením obilovin, řepky a víceletých pícnin. Jeho šíření podporuje především pokles úrovně zpracování půdy a minimalizace agrotechnických opatření. Škodlivost pýru plazivého nespočívá pouze v konkurenčním působení, ale ovlivňuje plodiny také tím, že do půdy vylučuje látky, které na ostatní rostliny působí toxicky. Tyto látky se uvolňují do půdy i po odumření pýru. Širokolisté plodiny jsou většinou k těmto látkám výrazně citlivější než obiloviny. Další nepříjemnou vlastností oddenků pýru je jejich prorůstání podzemními orgány pěstovaných plodin, například brambor. Vzhledem k vytrvalosti pýru a možnosti jeho uplatnění ve všech plodinách je třeba jeho regulaci řešit komplexem opatření v rámci celého osevního postupu. Důraz by měl být kladen na plodiny, kde je možné uskutečnit relativně levné a účinné zásahy. Nejefektivněji lze však pýr omezovat v meziporostním období. Díky tomu, že oddenky pýru koření mělce, je poměrně dobře regulován kvalitním zpracováním půdy. Pozitivně se uplatňuje podmínka, která by měla být ošetřena vláčením. Oddenky pýru se vyvláčí na povrch půdy, kde uschnou. Následnou hlubokou orbou jsou přežívající oddenky zaklopeny a v hloubce půdního profilu odumírají. Účinek podmínky a orby může být podstatně snížen za vlhkého počasí, kdy dochází k obrůstání rostlin pýru, zejména při použití talířových podmiťáčů. Na lehkých půdách lze vyvlačovat oddenky pýru, zejména po sklizni brambor, nebo

při předset'ové přípravě. Nikdy se však nepodaří tímto způsobem pýr zcela potlačit. Na těžkých půdách je vyvlačování většinou neúčinné (Jursík et al. 2011).

3.2.7 Rukev obecná (*Rorippa sylvestris* (L.) BESSER)

Rukev obecná je vytrvalý plevel, náležející do čeledi brukvovitých. Je rozšířená především v oblastech mírného pásma, což zahrnuje celou Evropu kromě nejsevernější části a jižní části Pyrenejského poloostrova, Malou Asii, Zakavkazí a Střední Asii. Zdomácněla také ve velké části Severní Ameriky, zavlečena byla do Grónska, Jižní Ameriky a na Nový Zéland. U nás se vyskytuje téměř na celém území. Všechny druhy rukví jsou primárně rostlinami pobřežními, svým růstem často zasahují až do vlastního toku. Přestože rukev obecná preferuje vlhčí stanoviště, uplatňuje se jako pleveli v sušších lokalitách, kde je však její intenzita výskytu obvykle nižší. Typickým plevellem je především na regozemích, tedy lehkých, písčitých půdách, které jsou ale často z důvodů pěstování zeleniny a raných brambor zavlažované. Vyskytuje se ale i na půdách těžších. Rukev obecná se rozmnožuje generativně i vegetativně, přičemž generativní rozmnožování převládá na neobdělávané půdě. Na orné půdě převládá rozmnožování vegetativní, částmi kořenových výběžků, jež dobře regenerují. Výběžky jsou poměrně tenké, ohebné a vytvářejí hustou spleť. Po jakémkoliv narušení bohatě obrůstají vytvářejí nové výběžky směrem k povrchu půdy a z nich pak listové růžice. Rukev obecná zapleveluje všechny jednoleté i víceleté plodiny, kde vytváří hustá ohniska zaplevelení. V obilninách a řepce se její škodlivost významněji neprojevuje, problematickým plevellem však může být v porostech okopanin a v zeleninách, kde její bohatá ohniska mohou výrazným způsobem snížit výnos těchto plodin. Za jejím větším rozšířením v posledních letech stojí snížená intenzita zpracování půdy, přechod na minimalizační technologie zpracování půdy a v neposlední řadě také rozšíření ploch ozimé řepky. Výskyt rukve je velmi lokální a z hlediska prevence je tedy významné zabránit jejímu rozšiřování na další plochy. K tomu může docházet například přenosem v půdě ulpělé na pracovních orgánech strojů nebo v substrátu při výsadbě zeleniny či okrasných rostlin. Na silně zaplevelených pozemcích je nutné dočasně omezit pěstování zeleniny a zaměřit se na intenzivní regulaci rukve v obilninách a na strništi. Mechanická regulace je ale značně obtížná. Určitý efekt poskytuje pravidelná hluboká orba. Celosvětově patří k plevelům, u nichž se do budoucna předpokládá masivní šíření (Jursík et al. 2011).

3.2.8 Svízel přítula (*Galium aparine* L.)

Svízel přítula je jednoletý ozimý plevelný druh patřící do čeledi mořenovitých, je původní téměř v celé Evropě a jihozápadní Asii, dnes je rozšířen po celém světě, zvláště v mírném pásmu celé severní a zčásti i jižní polokoule. Patří k celosvětově nejnebezpečnějším plevelným druhům v mnoha plodinách. U nás se vyskytuje na celém území od nížin až po horské oblasti. Z hlediska rozšíření a škodlivosti jde o nejvýznamnější plevelný druh v ČR. Jeho masivní rozšíření bylo způsobeno převážně nárůstem ploch ozimých plodin, vyšším zásobením půd živinami a zejména jeho přirozenou tolerancí k celé řadě starších herbicidů. Svízel přítula se vyznačuje velmi širokou ekologickou amplitudou. Dává přednost vlhkým, kyprým a na živiny bohatým

půdám, roste však i na vysýchavých nebo písčítých stanovištích, kde však vytváří méně robustní rostliny a snižuje se i jeho konkurenční schopnost. Snáší dobře zastínění a může se proto vyskytovat i v hustých porostech. Svízel přítula se rozmnožuje pouze generativně. Hlavním způsobem šíření nažek je přirozené vysemenění na stanovišti. Významně se šíří osivem obilnin a jiných plodin, ze kterých se špatně čistí, ale rozšiřuje se také epizoochorně, vodou a statkovými hnojivy. V porostech okopanin a zelenin se svízel přítula podílí především na primárním zaplevelení. Jestliže v této počáteční fázi nedojde k účinné regulaci, dokáže se na pozemku velmi rychle prosadit a konkurovat nejen plodině, ale i ostatním plevelům, včetně vytrvalých. Pokud je však první vlna vzešlých rostlin z porostu odstraněna, je jeho další rozvoj v okopaninách velmi omezený. Důvodem je nižší vzcházivost a vyšší tlak konkurenčně silnějších pozdních jarních plevelů. Z okopanin jsou tímto druhem nejvíce zaplevelovány brambory. Vzhledem k relativně silné konkurenční schopnosti svízele přítuly je pro jeho regulaci nutné uskutečnit komplex opatření v rámci všech pěstovaných plodin. Je třeba vytvářet husté, konkurenčně silné porosty a používat dobře vyčištěné osivo. Nažky ztrácejí dormanci i když bývají uloženy v suchu a v době výsevu již bývají často nedormantní. Svízel pak vzchází přímo v řádcích plodiny současně s ní a jeho konkurence se projevuje dříve. Podmínka má jen malý vliv na čerstvě dozralé nažky vzhledem k jejich primární dormanci, ale bude účinně podporovat vzcházení starších nažek svízele z půdní zásoby. Vyklíčené rostliny je pak možné odstranit následným zpracováním půdy, například orbou. Orba kromě toho výrazně omezuje pozdější podzimní vzcházení čerstvých nažek, u nichž již dormance skončila. Nažky jsou zapraveny hlouběji do půdy, odkud nevzejdou, přecházejí do sekundární dormance a do okamžiku, než jsou opět vyneseny hlubším zpracováním půdy k povrchu, jich část odumře. Absence tohoto pozitivního efektu se projevuje u porostů založených minimalizačními technologiemi, kde zvláště při pěstování ozimů po sobě dochází často k hromadnému vzcházení svízele přítuly. Svízel přítula je relativně odolný k celé řadě herbicidů, což mimo jiné způsobilo jeho silné rozšíření v éře herbicidní regulace plevelů. S ohledem na jeho vysokou škodlivost již v relativně nízké intenzitě zaplevelení bychom na pozemcích, kde se vyskytuje, měli používat herbicidy, případně herbicidní kombinace, s vysokou účinností proti tomuto druhu (Jursík et al. 2011).

3.3 Rozšiřování teplomilných druhů plevelů

V posledních letech se velmi často diskutuje o problému globálního oteplování, v jeho důsledku se zvyšuje teplota na celé zemi. To přináší řadu změn v rostlinných i živočišných společenstvech. Organismy musí na tyto přeměny určitým způsobem reagovat. Buď zaniknou, nebo se změnám musí přizpůsobit. Většinou jde o plevele z teplých oblastí, které se nejdříve uchytí v pro ně klimaticky vhodných regionech, jako je jižní Morava, Polabí či jižní Slovensko, a odtud se postupně rozšiřují do poloh vyšších a chladnějších. Často okrasné druhy plevelů, pěstované na záhonech a zahrádkách, zplaňují. Takovéto plevelné rostliny zaujímají zpočátku lokality nezemědělské, například rumiště, skládky, příkopy nebo podobná místa, avšak postupně se dostávají i na ornou půdu. Například to jsou ježatka kuří noha, béry, laskavec zelenoklasý, lilek černý, durman obecný, i hranice výskytu čiroku halabského se posunuje a podobně se v našich podmínkách rychle šíří teplomilná rostlina šřavelka růžkatá (Mikulka

2011). Problém zavlékání cizokrajných plevelů je nezanedbatelný a riziko zavlékání je stále vyšší. Proto je nutné toto riziko neustále sledovat a studovat jednotlivé migrační cesty (Jehlík 1998).

3.3.1 Ambrózie peřenolistá (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

Ambrózie peřenolistá patří do čeledi hvězdnicovité a řadíme ji mezi jednoleté, pozdní jarní plevele. Rostliny jsou jednodomé s jednopohlavními úbory. Kvetou od srpna do října, nažky zrají během září až října a do půdy se dostávají až během zimy nebo časně na jaře. Rozmnožuje se výhradně generativně. Na jedné rostlině dozraje až tři tisíce semen, které mají po dozrání poměrně dlouhou dormanci a mohou půdě zůstat životná až 40 let. Je to cizí expanzivní plevel, pochází ze Severní a Střední Ameriky. U nás se ambrózie trvale vyskytuje zejména v Polabí, na jižní Moravě na Ostravsku. V teplejších oblastech ambrózie výrazně zapleveluje ornou půdu, a i nadále lze očekávat postupnou expanzi a naturalizaci, zvláště v nížinách a pahorkatinách (Mikulka 1999). V USA, kde je tento druh původní, je známo už mnoho populací ambrózie peřenolisté rezistentních vůči herbicidům. Prokázaným zdrojem přísunu jejích semen do střední Evropy jsou sójové pokrutiny používané ke krmení hospodářských zvířat, kde je řada dalších druhů amerických plevelů příměsí. Rizikem jsou pokrutiny, z nichž byl sójový olej získán lisováním, jelikož extrakcí při vyšších teplotách se životaschopná semena zničí. Ambrózie vyniká značnou produkcí pylu, který je jedním z nejsilnějších alergenů produkovaných rostlinami. Zavlečení semen z populací rezistentních k herbicidům by výrazně zvýšilo riziko rozšíření ambrózie na našem území a zcela určitě by přibýlo lidí s alergií na její pyl (Krahulec 2018).

3.3.2 Mračňák Theophrastův (*Abutilon theophrasti* Med.)

Mračňák Theophrastův je jednoletý pozdní jarní plevel patřící do čeledi slézovitých. V současné době je na našem území jedním z nejvýznamnějších a nejrychleji se šířících invazních plevelů. Pochází z teplejších oblastí Asie, druhotně se vyskytuje v Evropě, Severní a ve Střední Americe, na Novém Zélandě a místy také v Africe. V klimaticky příznivých podmínkách se v místech nových introdukcí rychle stává významným plevelem. Ve střední Evropě se začíná častěji objevovat od osmdesátých let dvacátého století, a hlavně v jejích teplejších oblastech se stává typicky plevelem širokořádkových plodin. V ČR se mračňák až donedávna vyskytoval hlavně v místech zavlékání jako rostlina rumištní, v polích jen výjimečně a často přechodně. V posledních letech se s ním však stále častěji setkáváme jako s plevelem okopanin. Těžištěm výskytu je jižní Morava a střední Polabí, zde jsou již některé pozemky silně zaplevelené a mračňák je zde dominantním plevelem. Ponejvíc se sice setkáváme s případy, kdy na poli rostou pouze jednotlivé rostliny nebo jejich menší skupiny, ale kalamitní výskyt mračňáku je stále častější a druh proniká do dalších oblastí. Vyhovují mu spíše těžší půdy, ve kterých si jeho semena ponechávají dlouhou životnost. Mračňák Theophrastův se rozmnožuje výhradně semeny, která začínají dozrávat koncem srpna. Semena jsou nepravidelně srdčitá, 3-3,5 mm dlouhá i široká, smáčklá, tmavě hnědá, matná a vykazují silnou primární dormanci, způsobenou tvrdoslupečností. Vzhledem k tomu, že je mračňák v ČR

dosud málo rozšířen, jsou významná především preventivní opatření proti jeho zavlékání do dalších zemědělských podniků. Semena mračňáku mohou procházet zaživacím traktem živočichů neporušena, dostávají se následně s hnojem na ornou půdu. Na pozemcích s nižší intenzitou výskytu mračňáku se osvědčilo plečkování, s tím, že rostliny zbývající v řádcích je vhodné vytrhat před dozráním semen, tak aby se na pozemku dál nešířil (Jursík et al. 2011).

3.3.3 Lilek černý (*Solanum nigrum* L.)

Lilek černý je jednoletý pozdní jarní plevel, patřící do čeledi lilkovitých. Primární areál jeho rozšíření leží v jižní Evropě nebo jihozápadní Asii, druhotně se rozšířil do celého světa. Dnes patří lilek černý celosvětově k velmi významným plevelům. Na území ČR roste jako archeofyt již od neolitu. Vyskytuje se především v teplejších oblastech. Mohutné rostliny tvoří především tam, kde je dostatek živin a vlhčí půda. Je běžným plevellem na orné půdě, kde se vyskytuje především v porostech okopanin a zeleniny. Lilek černý se rozmnožuje pouze semeny, kterých na jedné rostlině dozraje až tisíc. Po dozrání mají dlouhou dormanci, k jejímu porušení je třeba, aby byla vystavena nízkým teplotám, k čemuž dochází v průběhu zimy. Na biologicky činných půdách nevydrží semena dlouho životná, a pokud není každoročně půda obohacována novými semeny, je půdní zásoba semen rychle vyčerpána. Kromě toho, že lilky coby plevele konkurují plodině o využitelné zdroje, obsahují jedovaté steroidní alkaloidy, takže představují možný zdroj intoxikací pro člověka i hospodářská zvířata. Dále jsou vzhledem k blízké příbuznosti s bramborem hostiteli chorob a škůdců této plodin. Regulace lilku černého je většinou uskutečněna společně s regulací ostatních dvouděložných plevelů a nevyžaduje samostatný zásah. Na silně zaplevelených pozemcích je vhodné omezit pěstování širokořádkových plodin. V bramborách je, s ohledem na blízkou příbuznost, regulace poněkud složitější. Po vzejití brambor již obvykle není možné použít účinný herbicid a regulace tohoto plevele proto musí být vyřešena preemergentně (Jursík et al. 2011).

3.3.4 Šťavelka růžkatá (*Xanthoxalis corniculata* (L.) Small)

Šťavelka růžkatá je jednoletý plevel z čeledi šťavelovitých. Jedná se o zavlečenou rostlinu ze Středozeří, která se stala především v zahradnických podnicích a zahradách velmi nebezpečným plevellem. Vyskytuje se roztroušeně po celém našem území, převážně v teplejších oblastech. Šíří se lavinovitě po našem území půdními substráty obsahujícími semena a v kontejnerech pěstovaných květin a konifer. Na zahradách se pak rychle šíří do okolí. Konkurenční schopnost této rostliny je v řídkých porostech velmi vysoká, vytváří velmi často souvislé porosty. Šťavelka růžkatá jednoletá rostlina, která ale může být až vytrvalá, vytváří silné kořeny. Její plazivé nadzemní lodyhy jsou dlouhé až 50 cm, v uzlech mohou zakořeňovat. Šťavelka růžkatá kvete od června do podzimu. Rozmnožuje se generativní i vegetativní cestou. Tobolky při dozrání vystřelují semena do okolí. Šíření semen napomáhají též mravenci (Kazda et al. 2010).

3.4 Kulturní plodiny jako plevele

Do této kategorie patří zejména výdrol řepky. S rostoucím zastoupením řepky v osevních sledech podniků, které se specializují na výrobu brambor, se plevelná řepka řadí k nejvýznamnějším plevelům u brambor. V raných stádiích růstu řepky jsou sice účinné všechny registrované přípravky, ale závažné problémy působí řepka jako plevel druhotného zaplevelení, kdy často velmi komplikuje sklizeň. Řada podniků hned po její sklizni nepodmítá, tím maximu semen umožní vyklíčit a rostliny řepky pak ničí až orbou. Dalším významným zástupcem jsou plevelné brambory. Vysoký výskyt plevelných brambor je především důsledkem mírných zim, kdy nedojde k dostatečnému promrznutí půdy a tím zničení hlíz v profilu ornice. K poslednímu významnému promrznutí půdy došlo v zimě 2011–2012, kdy hloubka promrznutí půdy přesahovala 50 cm. Následný výskyt plevelných brambor v roce 2012 byl silně redukován. Plevelné brambory představují největší hrozbu zejména pro množitelské porosty brambor, ale zaplevelují všechny plodiny osevního sledu. Regulovat je lze právě pouze v ostatních plodinách osevního sledu (Kasal 2016). V teplejších oblastech se stává problematickým i výdrol slunečnice, ostropestřce mariánského a dalších plodin. Tyto plodiny jsou následně velmi obtížně hubitelné. Proto je třeba věnovat pozornost seřízení sklízecí techniky a volit optimální dobu sklizně (Forcella et al. 2018).

3.5 Historie regulace plevelů

Ztráty způsobované konkurencí plevelů jsou známé od dob, kdy lidstvo přešlo od lovecko-sběračského způsobu života k zemědělství. S výskytem pouze jednoho rostlinného druhu na určité části půdy se v přírodě setkáváme poměrně zřídka, monokultura je totiž výrazně nestabilní ekosystém, v němž se uplatňuje velmi silná vnitrodruhová konkurence o živiny, vodu a světlo. Člověk navíc vybíral plodiny vhodné k domestikaci podle jejich výživných a chuťových vlastností, spíše než podle jejich konkurenční schopnosti. To znamenalo, že do monokultury pěstované plodiny musela být vkládána energie, aby byl zajištěn její správný růst a aby mohla poskytnout výnos (Jursík et al. 2011). Druhová rozmanitost a poměrná stabilita plevelných společenstev znamenala, že se v dlouhých časových obdobích druhové spektrum plevelů a jejich poměr výrazně neměnil. Vývoj druhového spektra plevelových společenstev byl a stále bude ovlivňován celou řadou faktorů. S rozvojem intenzivního zemědělství, který začal v minulém století a pokračuje dodnes, bylo v zemědělství aplikováno mnoho nových poznatků. Plevelová společenstva byla ovlivněna zavedením osevních sledů, rostoucí intenzitou využívání statkových a průmyslových hnojiv, rozvojem mechanizace, která ovlivnila kvalitu agrotechniky (Mikulka & Kneifelová 2005)

3.5.1 Počátky používání herbicidů

Zemědělci měli vždy problémy s plevelem. V minulosti byla ochrana plodin proti plevelům založena především na agrotechnických metodách (Pawińska 2009). Základním způsobem regulace zaplevelení byla po staletí lidská práce pomocí základních nástrojů a selektivní regulace plevelu nebylo dosaženo, dokud nebyl v roce 1896 použit síran měďnatý proti hořčici

v porostu pšenice. Během prvních 40 let 20. století bylo pomocí herbicidů obvykle obtížné dosáhnout odpovídajícího snížení zaplevelení, přičemž pořizovací náklady na první herbicidy byly vysoké (McWhorter & Shaw 1982). Velmi významnou etapou bylo zavedení triazinových herbicidů, především simazinu a atrazinu. Tyto herbicidy umožnily rozvoj pěstování kukuřice na zrno i siláž a zelené krmění. Úspěšně hubily všechny jednoleté plevele a zaručovaly dokonalou ochranu proti plevelům po celou dobu vegetace vzhledem k jejich výrazné perzistenci v půdě. Umožnily pěstování monokultur s aplikací vyšších dávek těchto herbicidů, aniž došlo k poškození následných kultur. Tyto aplikace ovšem přinesly nárůst některých vytrvalých plevelů, například pcháče rolního, pýru plazivého, kopřivy dvoudomé a svlačce rolního. Problém byl bohužel řešen postupným zvyšováním dávek herbicidů. Vytrvalé plevele však ani zvýšené dávky herbicidů nehubily. Rostliny pýru plazivého, pcháče rolního nebyly vystaveny konkurenci ostatních plevelů, proto se rychle šířily a staly se dominantními plevely v těchto kulturách a také pokles úrovně zpracování půdy podpořil rychlé šíření těchto vytrvalých plevelů. Po mnohaletém úspěšném používání těchto perzistentních herbicidů se projeví problémy s jejich rezidui v půdě, podzemních vodách. Vysoké dávky triazinových herbicidů navíc urychlily vznik rezistentních populací plevelů (Mikulka 2014). Jako rezistenci plevelů vůči herbicidům můžeme označit dědičnou schopnost plevelů odolávat takové dávce herbicidů, kterou by za normálních okolností byla populace spolehlivě potlačena. Jedná se o selekční proces, ve kterém se populace plevelného druhu přizpůsobuje podmínkám prostředí a působení herbicidu, přičemž se stává postupně z velmi citlivé rezistentní. Rezistenci rostlin plevelů tedy vyvolává dlouhodobé používání herbicidů v porostech plodin (Vencill 2008). Problém byl řešen kombinacemi herbicidů, které rozšiřovaly spektrum jejich účinku. Velmi často se používaly kombinace 3–5 účinných látek. Použití takových kombinací je však nákladnější a klade nároky na znalosti zemědělců. V minulosti se bohužel tyto kombinace používaly paušálně, bez přihlídnutí k druhovému spektru plevelů, což mělo za následek další selekci plevelných společenstev (Verwijst et al. 2018).

3.6 Současné nepřímé metody regulace plevelu

Tyto metody jsou z dlouhodobého hlediska neúčinnější a nejlevnější, spočívají především v zabránění škodlivému přemnožení plevelných druhů samotným způsobem hospodaření, samotnou zemědělskou soustavou, strukturou rostlinné výroby, střídáním plodin a technologiemi používaných při jejich pěstování, které podporují kulturní rostliny a omezují plevele. Jde přitom o zabránění šíření plevelů špatně vyčištěným osivem, statkovými hnojivy, vysemeněním plevelů při sklizni, ale i zabránění jiným zdrojům zaplevelení půdy (Kohout et al. 1996). To jsou velmi významná opatření směřující k potlačení plevelných druhů, které jsou v porostech brambor přímými zásahy velmi těžko hubitelné, jako například pcháč rolní (Kasal & Čepel 2013).

3.6.1 Výběr pozemku

Za nepřímé metody lze označit takové pracovní postupy, které mají za cíl omezovat výskyt plevelů v budoucích porostech plodin. K takovým metodám regulace můžeme zařadit již vlastní

výběr vhodného pozemku pro pěstování dané kultury. Plodiny, které jsou citlivé k zaplevelení určitým druhem plevelu, nebudeme řadit na takové pozemky, o kterých víme, že výskyt daného druhu je zde hojný (Jursík et al. 2011). Pro výběr pozemku k založení porostu brambor má rovněž význam sklonitost, skeletovitost, půdní druh, obsah živin a organické hmoty a pH půdy. Brambory se řadí mezi širokořádkové plodiny s velmi nízkým ochranným vlivem vegetace a způsobu obdělávání. S ohledem na tuto okolnost nelze pro jejich pěstování využívat půdní bloky, nebo jejich díly, označené v evidenci půdy (LPIS) jako silně erozně ohrožené (Vokál & Kasal 2013).

3.6.2 Osevní postup

Velmi důležitým preventivním opatřením, které značně snižuje problémy se zaplevelením, je vhodný osevní postup. Jestliže jsou na pozemku střídány plodiny dle obecných zásad, platných pro sestavování osevních postupů, jedná-li se zároveň o postupy vyvážené, s pestrým zastoupením jednotlivých plodin, nemělo by v plevelném společenstvu dojít k přemnožení škodlivých druhů. V případě, že některá plodina je na pozemek zařazována častěji než jiné, dochází postupem času k posunu plevelného spektra ve prospěch těch druhů plevelů, které se v dané plodině mohou lépe uplatnit. S přihlédnutím k tomu, že v současné době v osevních postupech převládají ozimé plodiny, můžeme sledovat zvyšující se výskyt jednoletých ozimých plevelů, které v těchto porostech mají optimální podmínky pro svůj rozvoj. Naproti tomu v podnicích zaměřených na pěstování zeleniny a raných brambor, jsou nejhojnější skupinou plevelu jednoleté, pozdní jarní. Jestliže dojde na pozemku k takovému přemnožení určitého druhu či skupiny plevelů, že je silně snížena produkce a stoupají náklady na ochranu, je vhodné zařadit několikaletý sled plodin, v nichž se dané plevely nemají šanci uplatnit (Jursík et al. 2011). Vhodnými předplodinami pro brambory jsou jetel, vojtěška a víceleté trávy (u nichž však hrozí nebezpečí vyčerpání vody), avšak tyto zlepšující předplodiny jsou využívány pro náročnější plodiny, především obilniny. Brambory jako předplodina zanechávají půdu v dobrém stavu. Negativně je hodnoceno nízké množství posklizňových zbytků (Dvořák & Bicanová 2007). Standardně se brambory zařazují v osevním sledu nejčastěji po obilninách, po sobě by měly přijít na pozemek maximálně jednou za čtyři roky. Hlavním důvodem je, že při opakovaném pěstování existuje větší nebezpečí výskytu chorob a škůdců, lze předpokládat pokles výnosu a nárůst zaplevelení, například pýrem plazivým nebo svízelem přítulou (Vokál & Kasal 2013).

3.6.3 Zpracování půdy

Zpracování půdy je již od počátků zemědělství prováděno, mimo jiné, i z důvodu snižování výskytu plevelů. Podmítka, orba či kypření, ale rovněž operace předseťového zpracování půdy mají v komplexním systému regulace zaplevelení význam i v současné době (Jursík et al. 2011). Méně intenzivní způsoby hospodaření obecně umožňují snadnější reprodukci plevelů na rozdíl od intenzivních způsobů pěstování plodin. Při extenzivním pěstování bývá zpravidla druhové spektrum širší. Intenzivní pěstování plodin nese riziko přemnožení pouze některých plevelných druhů, kterým právě tyto podmínky vyhovují. Při malém počtu plevelných druhů na poli se

může regulace plevelů zkomplikovat přítomností jednoho obtížného plevelného druhu, který uniká aplikovaným metodám regulace v daném systému hospodaření a v řadě případů dochází i k selhání celého systému regulace (Torresen et al. 2020). Příprava půdy při pěstování brambor je důležitá, neboť musíme mít na paměti okopaninový charakter této plodiny. Brambory mají výrazné nároky na provzdušnění půdy v oblasti celé kořenové soustavy, proto se při jejich pěstování využívá většinou konvenčního způsobu zpracování půdy, tedy technologie s orbou. Vlastní příprava půdy však začíná již v období po sklizni předplodiny, jelikož je třeba co nejdříve provést kvalitní podmínku, s níž je možné současně zasít mezipločinu. Hlavním cílem podmínky je zamezit ztrátám vody z utužené půdy, zároveň se částečně zapraví posklizňové zbytky předplodin. Podmínka má velký význam také v regulaci plevelů, přímo ničí již vzrostlé a klíčící plevele, dormantní semena z půdní zásoby dostává do podmínek vhodných pro klíčení a tyto plevele jsou následně regulovány orbou. Před podzimní orbou se provede aplikace organického hnojení, případně minerálních hnojiv, nejlépe s okamžitým zapravením. V klasické technologii zpracování půdy je orba základní operací s mnohostranným účinkem: půdu kypří, obrací, drobí, zapravuje rostlinné zbytky, hnojiva, ničí plevele. Nejvhodnější termín orby je kolem poloviny října. Jarní příprava půdy vytváří podmínky pro kvalitní sázení, odplevelení pozemků, zdárný růst a vývoj brambor. První operací je urovnání povrchu půdy, k němuž přistupujeme, jakmile oschnou hřebeny brázd a půda je schopná zpracování. Účelem je dokončit rozrušení větších půdních agregátů, které nezničil mráz a současně vyprovokovat ke vzejití semena plevelů z vrchní vrstvy ornice. Klíčící rostliny jsou následně ničeny kypřením. Při používání technologie záhonového odkameňování před sázením brambor předchozí dvě operace odpadají. Technologie zahrnuje dvě operace – rýhování a vlastní separaci. Rýhování spočívá ve vytvoření nejčastěji jednoho záhonu dvěma radlicemi do hloubky asi 250 mm a šířky zpravidla 1500 mm. Prostor mezi rýhami se zpracovává prosévacími separátory, čímž vznikne záhon zbavený většiny kamenů a hrud s dokonale prokypřenou a promísenou půdou. Do vytvořených záhonů se nasází dva řádky brambor. Po nasázení se již neprovádí žádná mechanická kultivace a regulace plevelů se provádí za pomoci herbicidů (Kasal 2013).

3.6.4 Vliv hnojení a výživy rostlin

Brambory jsou plodinou náročnou na živiny, proto patří mezi rostliny pěstované v takzvané první trati, to znamená, že se k nim aplikují statková hnojiva, jejichž pozitivního působení využívají plodiny pěstované v rámci celého osevního sledu (Kasal & Čepl 2013). Statková hnojiva mohou být vážným zdrojem zaplevelení. Jednak může část semen plevelů přežít průchod trávícím traktem a dostávat se na pole s nedostatečně vyzrálým hnojem, jednak často roste řada druhů poblíž méně udržovaných hnojišť a kompostáren, nebo dokonce přímo na nich. Vzhledem k dostatku živin zde vytvářejí mohutné rostliny, které produkují velké množství plodů a semen a ty se pak spolu s hnojivou šíří během aplikace na hnojené pozemky. Udržování hnojišť a kompostů v bezplevelném stavu je tedy důležitou součástí systému regulace výskytu plevelů (Jursík et al. 2011). Výživa rostlin má velký vliv na růst plevelů i druhové spektrum společenstev. Plevelné rostliny reagují na hnojení zvýšeným růstem, v řadě případů i rychleji než pěstované plodiny, často jim velmi silně konkurují. Vliv vysoké zásobenosti půd

základními živinami a vysokých dávek dusíku byl patrný v minulém století, kdy byly každoročně aplikovány poměrně vysoké dávky čistých živin na ornou půdu. V 90. letech intenzita hnojení výrazně poklesla. Proto je možné pozorovat na nehnojených pozemcích pokles výnosů plodin, ale také snížení produkce hmoty plevelů a počtu semen jednoletých plevelů i objemu vegetativních rozmnožovacích orgánů vytrvalých plevelů. Reprodukční schopnost plevelů se snižuje. To ovšem neznamená, že sníženým hnojením omezíme výskyt plevelů. Na celkovou zaplevelenost to nemá výrazný vliv vzhledem k obrovské zásobenosti půdy semeny plevelů (Melander et al. 2016).

3.6.5 Meziplodiny

Regulace plevelů a výdrolu předplodiny představuje jednu z funkcí meziplodin, která je vzdvihována zejména z agrotechnického hlediska, ale je opomíjena skutečnost, že snížení či úplné vypuštění herbicidních aplikací v následně pěstovaných plodinách nebo v plodinách s porostem podsevové meziplodiny jednoznačně přispívá ke snížení ekologické zátěže. U podsevové meziplodiny, používaných především v systémech ekologického zemědělství, mají podsevy zamezit rozvoji plevelů do doby, než se hlavní plodina stane konkurenceschopná, nebo v době, kdy již nelze provádět mechanickou kultivaci. Diskutabilní je záležitost regulace plevelů pomocí strniskových meziplodin. Protože jsou porosty meziplodin zakládány většinou po provedení podmínky, jsou do půdy zapravována semena plevelů nacházející se na povrchu půdy, která mohou být dormantní, což limituje jejich klíčení. Z hlediska regulace plevelů hraje významnou roli rovněž konkurenceschopnost meziplodiny vůči plevelům. Kromě omezení plevelů by strniskové meziplodiny měli zajistit i eliminaci výdrolu předplodiny, důvodem regulace výdrolu jako hostitele chorob a škůdců je fytosanitární hledisko (Brant et al. 2008).

3.7 Současné přímé metody regulace plevelů v porostu brambor

Přímé metody regulace plevelů jsou takové pracovní postupy, které na pozemcích vykonávají primárně s cílem regulovat zaplevelení porostů plodin. Rozdělují se na metody mechanické, fyzikální, biologické a chemické. Mezi fyzikální metody patří řada postupů, které bývají velmi účinné, ale často jsou energeticky či technicky natolik náročné, že nenacházejí většího uplatnění. Stejně tak biologická regulace, již je možné definovat jako záměrné využívání živých organismů k regulaci populační hustoty cílového druhu plevele. Do biologické regulace můžeme zařadit také používání mykoherbicidů, které po aplikaci napadají cílové plevele a vyvolávají choroby, které vedou k jejich potlačení. Jejich použití v polních podmínkách je však omezeno (Jursík et al. 2011).

3.7.1 Mechanické metody

Mechanická kultivace se provádí od sázení do vzejití porostu, jako plná nebo omezená, v porostech založených bez použití technologie odkameňování. Jedná se o systém vláčení a proorávek prováděných po sobě v určitém časovém sledu. Cílem těchto zásahů je především

ničit plevely v mezířádku a na boku hrůbků, dále se těmito zásahy půda provzdušňuje, rozrušuje se půdní škraloup a usnadňuje pronikání vody do půdy. Zároveň však nešetrná kultivace může poškodit kořenový systém mladých rostlinek, a tím zbrzdit jejich vývoj. Důležité je rovněž sledovat vlhlost půdy, protože vyšší vlhkost při kultivaci by místo žádaného rozdrobení hrud vytvořila naopak větší půdní agregáty. Mechanické zásahy je možné provádět pouze do doby zapojení porostu brambor, protože později by se poškodila jak nadzemní část rostlin, tak i podzemní část s kořenovým vlášením a tvořícími se hlízami na křehkých stolonech. Po sázení se provádí vláčení síťovými bránami s odstupem asi 10-14 dnů, tím se zničí plevely a sníží výška ornice nad hlízami, čímž se urychlí vzházení. V přibližně stejném časovém intervalu, který závisí na průběhu počasí a klíčení plevelů, se provede proorávka naslepo plečkou s hrobkovacími tělesy. Podle typu půdy na pozemku se provedou jedna až dvě proorávky a až tři vláčení před vzejitím porostu. V případě omezené mechanické kultivace se těsně před vzejitím brambor aplikuje preemergentně herbicid. V podmínkách plné mechanické kultivace je třeba pokračovat v kultivačních zásazích, používají se k tomu plečky s kypřícími radličkami. Plečkování se podle konkrétní situace doplní proorávkou, ale prováděnou mělčeji než v období do vzejití. Porost je možné i velmi opatrně převláčet síťovými branami s dlouhými hřeby. Posledním mechanickým zásahem pro regulaci plevelů je nahrnování, provádí se výlučně hrobkovacími tělesy (Kasal & Čepl 2013).

3.7.2 Chemické metody

Vývoj herbicidů probíhal a neustále probíhá velmi rychle. Zpočátku se využívaly pouze v některých plodinách, dnes se jimi ošetřuje téměř 100 % orné půdy, vyjma plochy vyčleněné pro ekologické zemědělství nebo na plochách, které se nacházejí v ochranných pásmech zdrojů pitné vody (Mikulka 2014). Herbicidy jsou chemické látky, které zpomalují nebo přerušují normální růst a vývoj rostlin. Použití herbicidů je relativně méně náročné na lidskou práci a většinou bývá také ekonomicky výhodnější než ostatní možnosti regulace plevelů. Přesto provází používání herbicidů určitá rizika. Při nevhodném ošetřování mohou herbicidy způsobovat poškození pěstované plodiny, mohou mít negativní vliv na obsluhu postřikovačů a dalších osob, které přichází do kontaktu s těmito látkami a v neposlední řadě také výrazně zatěžují životní prostředí (Jursík et al. 2011).

Základem chemické regulace plevelů u brambor je aplikace preemergentních herbicidů. Aktuálně je možné pro preemergentní aplikaci použít sedm účinných látek – aclonifen, clomazone, flufenacet, flurochloridone, metobromuron, metribuzin, prosulfocarb a pro postemergentní použití jsou k dispozici čtyři účinné látky – bentazon, metribuzin, prosulfocarb a rimsulfuron. Zatím základem preemergentní, ale i postemergentní ochrany brambor zůstávají herbicidy na bázi metribuzinu. Tyto přípravky mají velmi dobrou účinnost na většinu dvouděložných jednoletých plevelů, ale i některých jednoděložných. Samotný metribuzin není účinný proti svízele přítule, proto je nutná pro regulaci tohoto plevelu kombinace s clomazonem. V dalších přípravcích, kde je metribuzin ve spojení s další účinnou látkou, je posílena účinnost na některé plevelné druhy, včetně svízele. Pro aktivaci účinných látek po aplikaci je však více náročný na půdní vlhkost. Herbicidy na bázi samotného metribuzinu pak patří ke standardním přípravkům pro postemergentní aplikace. Při těchto aplikacích je však

nutné brát ohled na odrůdovou citlivost brambor k metribuzinu (Kasal 2022). U většiny herbicidních přípravků je dosahováno vyšší účinnosti při časnějších termínech aplikace v nižších růstových fázích, kdy plevelé rychleji a snadněji hynou. Při důrazu na tento předpoklad je možné v některých případech snižovat dávky herbicidů. Přizpůsobení dávek je nutné vždy posuzovat v souladu s aplikačními podmínkami, ovlivňujícími účinnost herbicidů. Porosty plodin s vysokou konkurenční schopností umožňují snižovat dávky herbicidu na minimum, nebo při slabém zaplevelení i aplikaci vynechat. Dnes jsou již k dispozici převážně herbicidy, které při jejich registraci a uvádění do praxe splňují základní požadavky na nezatěžování potravních řetězců rezidui a ochrany životního prostředí. Z ekologického hlediska se dnes již nepovažuje za ideální zcela čistý porost plodiny bez plevelů, ale jejich slabý výskyt je třeba považovat za součást různorodosti agroekosystému. V budoucnu bude třeba v regulaci zaplevelení porostů využívat všechny dostupné metody, nejlépe kombinace agroekologických-mechanických a chemických metod s přesnějším diagnostikovaním výskytu a intenzity jednotlivých druhů plevelů (Vach & Javůrek 2009).

3.8 Předpokládaný vývoj metod regulace plevelů v bramborách

V současnosti se stále častěji rozvíjejí a více prosazují systémy se sníženými vstupy pesticidů, integrované systémy ochrany rostlin a alternativní systémy s produkcí ekologických surovin a potravin. V této souvislosti jsou porovnávány vlivy technologií na výskyt plevelů. Výsledky jsou však velmi závislé na průběhu povětrnostních podmínek (Kasal et al. 2014). Rostoucí obavy z používání pesticidů a příklon k ekologickému zemědělství byly hlavními faktory, které poháněly výzkum fyzikálních a mechanických metod regulací plevelů v Evropě. Strategické využití mechanických způsobů regulace plevelů, jako je robotické odplevelení pro širokořádkové plodiny, kombinace s dalšími nechemickými metodami a strategiemi, zvláště přizpůsobenými pro plodiny jako kukuřice, cukrová řepa, ječmen a pšenice představuje velkou výzvu. Výzkum a pokusy v této oblasti se nezaměřují pouze na nahrazení chemického ošetření, ale pracují i s využitím krycích plodin a použití meziplodin pro potlačení plevelů, umístěním hnojiva, vitalitou semen a preferuje konkurenceschopné odrůdy. Ačkoli výzkum preventivních, mechanických a fyzikálních metod zlepšil regulaci plevelů, je nutné pokračovat ve vývoji dalších metod (Melander 2005).

3.8.1 Mulčování živými rostlinami

Tradiční metody hubení plevelů u brambor, založené na aplikaci herbicidů mají řadu nedostatků. Zahrnují náklady na herbicidy, znečištění životního prostředí, sníženou kvalitu hlíz, fytotoxicitu plodin a snížení biologické rozmanitosti plevelů. Nedávné poznatky naznačují, že použití živého mulče může být alternativou k chemické regulaci plevelů. Z tohoto důvodu byla provedena studie s cílem vyhodnotit výnos brambor v reakci na různé metody regulace plevelů, včetně mechanického, mechanicko-chemického a mechanického hubení plevelů v kombinaci s výsevem živých mulčů z hořčice bílé, vikve, jetele a svazenky. Mechanicko-chemické operace snížily biomasu plevelů o 78 %, zatímco mechanickými opatřeními to bylo pouze 32 %. Provedení mechanického ošetření v kombinaci s výsevem živých mulčů způsobilo snížení

biomasy plevelů v průměru o 54 %. Celková biomasa plevelů a živých mulčů na těchto stanovištích byla stále větší než biomasa plevelů na stanovištích, kde byla použita pouze mechanická regulace. Každý způsob regulace zaplevelení způsobil výrazný nárůst celkového i tržního výnosu hlíz brambor ve srovnání s kontrolou. Nejpodstatnějšího zvýšení výnosů bylo dosaženo při mechanicko-chemickém odplevelování, nejnižšího při použití mechanických opatření kombinovaných s výsevem hořčice a svazenky. Vliv odplevelovacích opatření na výnos byl viditelný v podobě nárůstu hmotnosti hlíz, plochy listů i počtu nasazených hlíz. Mechanicko-chemická metoda se osvědčila jako nejlepší způsob regulace plevelů při pěstování brambor, což potvrzuje její vhodnost v konvenčních i integrovaných výrobních systémech. Nicméně mechanické ošetření spojené s výsevem živých mulčů, zejména z čeledi bobovitých, lze doporučit pro použití v systémech ekologické produkce, pokud vezmeme v úvahu vliv snížení výnosu hlíz. Důvodem je jejich vysoká účinnost při omezování biomasy plevelů a nízká míra nepříznivých účinků na produkci brambor (Kołodziejczyk 2015).

3.8.2 Mulčování textilií a rostlinnými materiály

Použití a uplatnění systému povrchového mulčování může usnadnit či částečně vyřešit nejcitlivější problémy v oblasti pěstování brambor, tedy zaplevelení, regulaci mandelinky bramborové, vláhových a výživných podmínek a stabilizaci produkce. Při pěstování brambor za použití rostlinných mulčovacích materiálů, jako slámy, travní či jetelotravní hmoty, se příprava pozemku neliší od běžně používaných postupů (Dvořák et al. 2013). Pěstování velmi raných odrůd brambor pro brzkou sklizeň vyžaduje, aby by zajištěny co nejpříznivější podmínky pro rychlý růst hlíz (Pszczółkowski et al. 2020). Mulčování může být významným prostředkem pro udržení vyšší vlhkosti půdy, poskytnout plodinám lepší vláhové podmínky v klíčových fázích růstu, které dle zjištění významně působí na mikroklima porostů. Použití travního mulče okamžitě po výsadbě mělo nejednoznačný přínos, zejména četné srážky a vysoká vlhkost mulčovacího materiálu měly za následek intenzivní rozklad travní hmoty a následné snadnější prorůstání plevelů. Z aspektu převažujících přínosů se v pokusech osvědčovala aplikace rostlinného mulče až těsně před vzejitím porostů, jelikož do té doby lze provádět mechanickou kultivaci. To znamená po poslední slepé proorávce, s důrazem na dostatečné nahrnutí a kvalitní vytvarování hrůbek, provést aplikaci mulče. Nepříznivé povětrnostní podmínky během vegetace, především časté a vydatné srážky, mohou způsobit zrychlený rozklad rostlinného materiálu, v případě, že to porost umožňuje a stav mulčovacího materiálu vyžaduje, je možné doporučit i případné opakované doplnění mulčovacího materiálu. Ovšem to je pak třeba komplexně zvážit z hlediska dalších nákladů či stavu porostu. Před sklizní není nutné rostlinný mulč z porostu nikterak odstraňovat, neboť je v době sklizně většinou již zcela rozložený a nebrání tak běžným úkonům. Pokud je třeba časnější ukončení vegetace porostu brambor, je vhodné nejprve nať rozdrtit, čímž se částečně rozruší i případný rostlinný mulč a plevelé a usnadní se tak sklizeň. Složitější a náročnější situace je v případě použití černé mulčovací textilie, kde je nutné nať před sejmutím textilie odstranit. V tomto případě lze doporučit klasický mulčovač, kterým se nať v dostatečné výšce, tak aby nedošlo k poškození textilie, zmulčuje. Nať slehlá mezi hrůbky je často díky nasávacímu efektu mulčovače nadzvednuta a rozdrcena. Po uvolnění přihrnutých okrajů se mulčovací textilie stáhne do středu

a pomocí navíjecích cívek (např. na závlahové hadice či kabely) se ručně či přes hydromotor navine. Takto navinutou textilií lze snadno skladovat do další sezóny či snadněji znovu natahovat. Byl zaznamenán pozitivní vliv na omezení plevelů při aplikaci travního mulče před vzejitím porostu, kdy byla snížena biomasa plevelů, ovšem z hlediska regulace plevelů se jako nejefektivnější způsob ukázalo použití černé polypropylenové mulčovací textilie. V chladnějších částech bramborářské výrobní oblasti je teplota jedním z limitujících faktorů pro vzcházení a růst brambor. Použití mulčovací textilie zvyšuje teplotu půdy, a to může být využito pro urychlení vzejití, naopak výrazně vyšší teplota půdy pod textilií, může negativně ovlivnit nasazování hlíz pod trsem, a zároveň zvyšovat výskyt mandelinky bramborové. V případě použití mulčovací textilie či folie je postup přípravy půdy stejný, přičemž příprava půdy končí vlastním tvarováním hrůbků. K tomu je vhodné použít rotavátory nebo rotační plečky s formovací hrůbků. Na takto vytvarované hrůbky se natahuje mulčovací folie či textilie, kterou je třeba na okrajích zatížit případně přihrnout zeminou. Poté následuje asi nejsložitější část, a to výsadba hlíz do vytvarovaných a již nakrytých řádků. Nedořešenou otázkou u nás zůstává nedostupnost strojů pro mechanizovanou pokládku a výsadbu do mulčovací textilie je prozatím limitujícím faktorem pro její další uplatnění na větších plochách. Přesto někteří obchodníci se zemědělskou technikou mají možnost tyto stroje nakoupit v zahraničí, zejména v Itálii, Španělsku či Francii, kde se vyrábí a také používají. U porostů, na kterých byla položena mulčovací textilie, jsou ideální podmínky pro vysokou výkonnost a kvalitu sklizně. Novost těchto postupů spočívá zejména v začlenění vhodných rostlinných a plastových mulčovacích materiálů do technologie při pěstování brambor (Dvořák et al. 2013).

3.8.3 Snížení dávky herbicidů

Používání chemické ochrany při produkci brambor se stalo nepostradatelnou součástí technologie pěstování a téměř všechny agrotechnické zásahy prováděné v porostu brambor slouží k ochraně před škodlivými činiteli. Přičemž případné ztráty způsobené plevelem obvykle převyšují škody způsobené chorobami a škůdci (Barbaš & Sawicka 2020). Brambory jsou plodinou, kde je možné herbicidy nahradit mechanickou kultivací, ale ve velkovýrobních technologiích je to stále složitější. Mechanická kultivace je závislá na průběhu povětrnostních podmínek a při plochách větších než 100 ha na jeden zemědělský podnik je organizačně téměř nemožné v relativně příznivých podmínkách mechanicky ošetřit celou plochu. V České republice došlo na přelomu devadesátých let k zásadní změně technologie pěstování. Na většině ploch v zemědělských podnicích se používá technologie odkameňování, kde není možné provádět žádné kultivační zásahy. V těchto podmínkách je komplikované uplatňovat zásady integrované ochrany proti plevelům volbou jiných než chemických metod. Cestou k ochraně životního prostředí tak může být uplatňování tzv. low input systému, kdy se aplikují nižší dávky přípravků. V případě boje proti plevelům u brambor záleží na množství faktorů, jakými jsou zejména průběh povětrnosti, druhové spektrum plevelů a intenzita zaplevelení. V literatuře jsou převážně uváděny kombinace systémů zpracování půdy a snížení dávky herbicidů. Z literatury je zřejmé, že aplikace snížených dávek herbicidů je zpravidla provázána snížením výnosů. V letech 2011–2013 byly založeny polní pokusy s různými variantami herbicidního ošetření s přípravky v registrovaných a běžně používaných dávkách a v dávkách snížených. Pokus byl

založen za použití technologie odkameňování, ve třech opakováních, sázena byla raná konzumní odrůda brambor Dali. Cílem bylo zjistit, zda lze v podmínkách pěstování brambor při technologii odkameňování uplatnit systém Low Input a snížit doporučenou dávku herbicidů o 50 % při zachování požadované úrovně regulačního účinku a stejné úrovně výnosu. Plevelohubná účinnost byla hodnocena v procentech snížení výskytu plevelů ve srovnání s neošetřenou kontrolou. Výnos hlíz na variantách ošetřených sníženou dávkou herbicidů byl v průměru těchto variant nižší pouze o necelá 2 % ve srovnání s variantami se standardními dávkami. Z výsledků získaných v podmínkách roku 2011 vyplývá, že snížené dávky herbicidů neovlivnily výnosy hlíz na statisticky průkazné úrovni. Herbicidní účinnost, zjišťovaná koncem vegetace, nebyla v prvním roce, díky variantám s redukcí přípravku, snížena, v následujících dvou letech došlo ke snížení účinnosti o 8–12 %. Toto snížení se však nijak neprojevilo na výnosech hlíz. Důvodem je, že pokles účinnosti nedosáhl prahu škodlivosti plevelných druhů. Mezi variantami nebyly nalezeny průkazné rozdíly ve výnosech hlíz, mimo varianty bez ošetření (Čepl et al. 2015). Barbaś & Sawicka (2020) upozorňují na riziko vzniku cross-rezistentních populací při dlouhodobé aplikaci snížených dávek herbicidů. Tedy, že rezistence vyvolaná jedním herbicidem způsobí rezistenci k jiným herbicidům se stejným mechanismem účinku. Nebezpečnějším typem rezistence je multiple rezistence, která se vztahuje na více typů herbicidů s různými mechanismy účinku (Jursík et al. 2011).

3.8.4 Regulace plevelů v precizním zemědělství

Cílené metody regulace plevelů vycházejí v rozsahu principů precizního zemědělství ze znalosti lokalizace výskytu plevelných druhů nebo ze znalosti souřadnic růstu kulturní plodiny. Informace o výskytu plevelů v rámci půdního bloku na základě jejich monitoringu rozdílnými senzory jsou využívány především ve sféře chemické ochrany rostlin. Přesná znalost výskytu ohniska plevelů či jednotlivých rostlin je základní informace pro následnou práci postřikovače z hlediska aplikace postřikové jichy na místo jejich výskytu. Přejít nelze ani systémy umožňující druhovou identifikaci plevelů, která dovoluje cílený zásah pouze na vybrané problematické druhy, nebo využití znalosti druhového spektra pro volbu vhodného herbicidu s požadovanou účinnou látkou na konkrétní plevelný druh. Lokalizaci výskytu plevelů či specifikaci jejich souřadnic v souladu s poznáním a určením rostlinného druhu lze provést odlišnými metodami a v různém časovém období ve vztahu k aplikaci, buď před aplikací nebo přímo po aplikaci. Mechanické metody cílené regulace plevelů v precizním zemědělství využívají nejen systémy detekce přítomnosti plevelů na půdním bloku, ale pracují i s menšími částmi půdního bloku v poměru ke struktuře porostu, především s přítomností plevele v meziřádku hlavní plodiny. Cílená regulace plevelných rostlin v meziřádku vyplývá poté z principu sledování výskytu plevelů v meziřádku, přičemž detekce přítomnosti plevele je spouštěcím signálem pro práci pracovního nástroje určeného pro odstranění plevelné rostliny. Další variantou je znalost souřadnic hlavní plodiny, která dovoluje cílenou mechanickou kultivaci plevelů i v meziřádku. Výrazným zjednodušením je přesné založení porostů, které zajistí přesné rozmístění rostlin do průsečíků linií řádků. Znalost pozice těchto linií ve vztahu k souřadnicím půdního bloku dovolí mechanickou kultivaci porostů ve dvou směrech jejich orientace, což zajistí účinnou kultivaci v liniích určujících směr meziřádků hlavní plodiny, tak

při druhém přejezdu mezi rostlinami v řádcích. Určující postavení mají mechanické systémy precizní regulace plevelů především v širokořádkových plodinách (Brant et al. 2020).

V Nizozemsku jsou brambory nejdůležitější plodinou na orné půdě. Pěstují se přibližně na 20 % orné půdy, a to jak v konvenčním provozu, tak při použití principů precizního zemědělství. Herbicidy hrají důležitou roli ve strategiích hubení plevelů a v konvenčním zemědělství jsou aplikovány na pozemcích v jednotné dávce. (Kempenaar & Lokhorst 2016). Množství půdních herbicidů používaných v plodinách lze díky použití poznatků precizního zemědělství snížit přizpůsobením dávkování místním půdním podmínkám. Půdní herbicidy jsou účinnější zejména v zónách s nižším obsahem organické hmoty v půdě. Očekává se také, že senzorová technologie pro detekci plevelů, chorob a škůdců umožní do budoucna ještě kvalitnější ošetření. Díky tomu v kombinaci se skutečností, že se prostředí informačních a komunikačních technologií každým rokem zlepšuje, mohou mít principy precizního zemědělství v bramborách světlou budoucnost, a to nejen z ekonomického hlediska, ale také z hlediska ochrany životního prostředí (Kempenaar et al. 2017).

3.8.5 Možnosti ekologického zemědělství

Stávající vzestup ekologického povědomí veřejnosti, zájem o produkci biopotravin a některé problémy s používáním herbicidů vedly k vývoji řady technik a strojů pro nechemickou regulaci plevelů, jsou vyvíjeny a inovovány tepelné a mechanické techniky pro regulaci plevelů z porostů kulturních plodin (Parish 1990). Při zakládání porostu brambor v systému ekologického zemědělství se nejčastěji jako způsob regulace zaplevelení používá systém nepřímých zásahů, především kvalitní příprava půdy a následnými kultivačními zásahy, které byly běžně používány v porostu brambor před rozšířením herbicidů (Vokál 2013). Ověřenou alternativou pro regulaci plevelů použitelných v ekologické produkci brambor je aplikace rostlinných mulčů, případně i černé polypropylenové mulčovací textilie či folie (Pszczółkowski et al. 2020). Pro zvyšování vitality brambor, konkurenceschopnosti vůči plevelům a jejich obranyschopnosti proti zmíněným negativním činitelům je možné použít v systému ekologického zemědělství několik již povolených přípravků. Pokusně byl zkoušen k listové aplikaci přípravek Lignohumát B, který stimuluje růst a zrychluje fotosyntézu v nadzemních částech trsů brambor (Tomášek & Dvořák 2009). Výběr a kvalita sadby je velmi významným prvkem při pěstování brambor ekologickým způsobem. V systému ekologického zemědělství je nutné vysazovat narašenou sadbu, lépe je však používat sadbu předklíčenou. Porost z předklíčené sadby vzhází rychleji a lépe konkuruje plevelům (Tomášek et al. 2011). Metody regulace plevelů a péče o půdu patří k základnímu know-how v ekologickém zemědělství. Ekozemědělci iniciovali vývoj moderních strojů, které jsou jiné pro úzkořádkové a širokořádkové plodiny i pro trvalé kultury. U nás je bohužel uplatňování těchto metod teprve v začátcích. Je to způsobeno menším významem polní produkce na orné půdě a často i cenou speciální techniky (Dvorský & Urban 2014). Proto pro rozšiřování ekologického pěstování brambor a zvyšování výnosů je nutné objasnit a vyřešit specifické problémy spojené s produkcí v systému ekologického zemědělství. Uspokojivých výsledků lze dosáhnout při optimalizaci a účelné inovaci pěstitelské technologie brambor pro podmínky ekologického zemědělství (Dvořák & Bicanová 2007). Jistou cestou by mohlo být šlechtění nových kultivarů brambor, které budou vhodnější pro udržitelné zvyšování produkce brambor v období změn životního prostředí a růstu lidské populace. Strategií šlechtění

brambor je produkce nových kultivarů, adaptovaných na měnící se prostředí, rezistentních k chorobám a škůdcům (Salmensuu 2021). Šlechtitelé mají v přírodě k dispozici široký genetický potenciál pro přenesení požadovaných vlastností do pěstovaných brambor prostřednictvím mezidruhového křížení. Zatím šlechtitelé pomocí těchto metod využili pouze malý zlomek dostupných genetických zdrojů brambor (Jansky 2006). Očekává se, že rostoucí znalosti v oblasti genetiky budou mít pozitivní dopad na převádění šlechtitelských programů do praxe (Bradshaw 2007).

3.8.6 Mechanické metody regulace plevelů

Mechanické způsoby odplevelování jsou většinou náročnější na pracovní čas, mají mnohdy malovýrobní charakter a neodpovídají mechanizačnímu parku dnešních zemědělských podniků. Proveditelnost zásahů je často závislá na vlhkostních podmínkách půdy. Používání mechanických metod regulace plevelů v porostech polních plodin však vyžaduje promyšlené a důsledné uplatňování agroekologických opatření, aby bylo dosaženo jejich požadované účinnosti (Vach & Javůrek 2009). Při pěstování širokořádkových plodin na svažitých pozemcích dochází k výraznému povrchovému odtoku. Ve vztahu k odtokovému procesu jsou brambory klasifikovány jako riziková plodina. Při povrchovém odtoku dochází k transportu rizikových látek, mezi něž patří mimo jiné rezidua a metabolity herbicidních účinných látek (Oppeltová et al. 2021). To je důvod omezení používání herbicidů při pěstování brambor v ochranných pásmech vodních zdrojů. Zde je možno využít pouze dvou účinných herbicidních látek pro preemergentní aplikace a dvou účinných látek pro aplikaci postemergentní. Jejich použití je z pohledu plevelohubné účinnosti nedostatečné. Z důvodů nedostatečných možností herbicidní regulace plevelů u brambor v ochranných pásmech vodních zdrojů byly vyvinuty pracovní nástroje pro mechanickou likvidaci plevelů před vzejitím a na počátku vzcházení brambor. Vyvinuté nástroje byly umístěny na kypřič hrůbků brambor Varior 500. Stroj byl původně vyvinut pro inovaci půdoochranného zpracování půdy pro technologii pěstování brambor technologií odkameňování. Z pohledu technologie odkameňování, ve které se běžně žádné kultivační zásahy po sázení brambor neprovádí, se tak jedná o zcela inovativní řešení. Při vývoji pracovních nástrojů byl kladen důraz kromě likvidace plevelů na šetrné kypření půdy, aby následně nedocházelo po intenzivnější aeraci půdy (jako např. při dříve používaném opakovaném oborávání hrůbků) k podpoře mineralizačních procesů v půdě, zvýšení emisí CO₂ a ztrátě vody z půdy (Kasal et al. 2021). Při ověřování originálně navržených kultivačních těles pro mechanickou regulaci plevelů v podmínkách technologie odkameňování byla plevelohubná účinnost o 6 % nižší ve srovnání s použitím preemergentního herbicidu. Kombinace mechanického způsobu a postemergentního herbicidu byla o 4 % vyšší než konvenční varianta. Podobné výsledky byly získány i u výnosu hlíz (Kasal et al. 2021).

4 Závěr

Cílem bakalářské práce byla analýza možností regulace zaplevelení v porostech brambor. Popsány byly přímé a nepřímé metody regulace plevelů a další vyvíjené metody, které mohou být alternativou konvenčních metod s využitím herbicidů. Pěstitelů brambor se nejvíce dotýkají změny v plevelných společenstvech, restrikce účinných herbicidních látek a legislativní opatření spojené s pěstováním brambor v některých oblastech, zejména ochranných pásmech vodních zdrojů.

Ze shromážděných poznatků vyplynulo, že typickou změnou v plevelných společenstvech týkající se pěstování brambor je posun výskytu teplomilných druhů plevelů do chladnějších oblastí. Reakcí pěstitelů na tuto situaci je hledání nových způsobů jejich regulace, v současnosti nejčastěji kombinací účinných látek herbicidů.

Ze získaných poznatků byla vyvozena následující doporučení:

Do budoucna bude situace vyžadovat kladení většího důrazu na nepřímé regulační zásahy. Pěstitel bude tedy muset ještě pečlivěji zohledňovat volbu a přípravu pozemku, pečlivě zvažovat, kdy použít minimalizační technologie, využívat mezplodiny a další preventivní metody regulace plevelů.

Situace bude vyžadovat i využití mechanické regulace plevelů v kombinaci s použitím herbicidů. V minulosti byly tyto systémy používány, ale odstoupilo se od nich především v souvislosti se změnou technologie pěstování brambor, kdy při odkameňování nelze mechanickou kultivaci využít. V současné době však jsou již výkumně vyvinuty a ověřeny pracovní nástroje i pro tuto technologii. Toto řešení si vyžádala absence povolených herbicidů v ochranných pásmech vodních zdrojů, se kterými by bylo možné zajistit komplexní ochranu porostů brambor proti plevelům. Je dosti pravděpodobné, že se jedná o situaci, která se bude v blízké budoucnosti dotýkat pěstování brambor ve všech oblastech.

K dispozici jsou i další řešení. Jsou to však postupy, které jsou na velkých plochách značně energeticky náročné, jedná se především o fyzikální metody regulace. Tyto způsoby však nedoporučuji, pravděpodobně nebudou ani ve větší míře využívány. Důvodem je jejich časová náročnost, požadavky na speciální techniku a zejména závislost na fosilních zdrojích energie. Neznamená to pouze značnou ekonomickou zátěž na pěstební technologii, ale zejména zátěž ekologickou. A právě ekologickému hledisku je přikládán stále vyšší význam.

5 Literatura

- Barbaš P, Sawicka B. 2020. Dependence of potato yield on weed infestation. *Agronomy Research* **18**(2):346–359.
- Bastiaans L, Paolini R, Baumann D T. 2008. Focus on ecological weed management: what is hindering adoption? *Weed Research* **48**(6):481-491.
- Bradshaw J E. 2007. Potato-breeding strategy. Pages 157-177 in *Potato biology and biotechnology*. Elsevier Science BV.
- Brant V. et al. 2008. *Meziplodiny*. Kurent, České Budějovice.
- Brant V, Kroulík M. et al. 2020. Implementace principů precizního zemědělství do rostlinné výroby. Kurent, České Budějovice.
- Čepl J, Kasal P. 2008. Ochrana brambor proti plevelům. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod.
- Čepl J, Kasal P, Svobodova A. 2015. Technology of potato weed management under conditions of low input systems. Pages 787-795 in *Proceedings of the 43rd International Symposium on Agricultural Engineering, Actual Tasks on Agricultural Engineering, Opatija*.
- Čížek M. 2013. Význam brambor jako nutričně významné potraviny a suroviny. Pages 10-12 in Vokál B. et al. 2013. *Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika*. Profi Press, Praha.
- Dvorský J, Urban J. 2014. *Základy ekologického zemědělství*. ÚKZÚZ.
- Dvořák P. et al. 2013. Začlenění systému povrchového mulčování do technologie pěstování brambor. *Certifikovaná metodika*. Katedra rostlinné výroby FAPPZ, Praha.
- Dvořák P, Bicanová E. 2007. Brambory v systému ekologického zemědělství. *Proceeding of conference Organic farming* **6**.
- Fennimore S A, Slaughter, D C, Siemens M C, Leon R G, Saber M N. 2016. Technology for automation of weed control in specialty crops. *Weed Technology* **30**(4):823-837.
- Forcella F. et al. 2018. Air-propelled abrasive grit can damage the perennial weed quackgrass. *Canadian Journal Of Plant Science* **98**:963-966

- Gutaker R M, Weiß C L, Ellis D, Anglin N L, Knapp S, Luis Fernandez-Alonso J, ... & Burbano H A. 2019. The origins and adaptation of European potatoes reconstructed from historical genomes. *Nature Ecology & Evolution* **3**(7):1093-1101.
- Jansky S. 2006. Overcoming hybridization barriers in potato. *Plant breeding* **125**(1):1-12.
- Jehlík V. 1998. Cizí expanzivní plevelé České republiky a Slovenské republiky. Academia, Praha.
- Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2011. Plevelé: biologie a regulace. Kurent, České Budějovice.
- Kasal P. 2013. Hodnocení odrůdové citlivosti brambor k postemergentní aplikaci metribuzinu v roce 2013. *Bramborářství* **21**(4):11-14
- Kasal P. 2013. Zpracování půdy. Page 62 in Vokál B. et al. 2013. *Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika*. Profi Press, Praha
- Kasal P. 2016 Spektrum plevelů brambor-změny a možnosti regulace. *Agromanuál* **11**(4):28-30.
- Kasal P. 2022. Možnosti použití herbicidů u brambor. *Agromanuál* **17**(3):36-39.
- Kasal P, Čepl J. 2013. Výběr pozemku. Page 60 in Vokál B. et al. 2013. *Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika*. Profi Press, Praha
- Kasal P, Čepl J. 2013. Výživa a hnojení. Page 63 in Vokál B. et al. 2013. *Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika*. Profi Press, Praha
- Kasal P, Čepl J, Svobodová A, Čížek M. 2014. Metodika ochrany brambor proti plevelům se sníženými vstupy herbicidů uplatněná certifikovaná metodika. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod.
- Kasal P, Čížek M, Doležal P, Dvořák P, Hajšlová J, Hausvater E, Kusá H, Oppeltová P, Pavla R, Růžek P. 2021. Metodika systému pěstování brambor v ochranných pásmech vodních zdrojů s důrazem na snížení rizika vyplavení a splachu nežádoucích látek. Certifikovaná metodika (osvědčení MZE-71103/2021-18145). Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod.
- Kasal P, Doležal P, Hausvater E, Oppeltová P, Růžek P. 2021. Agrotechnické postupy zakládání porostů brambor v ochranných pásmech vodních zdrojů. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod:25–46.

Kazda J, Mikulka, J, Prokinová E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. ProfiPress, Praha.

Kempenaar C, Lokhorst C. 2016. Briefing paper 3: Trends in precision agriculture in the EUR.

Kempenaar C, Been T, Booi J, Van Evert F, Michielsen J M, Kocks C. 2017. Advances in variable rate technology application in potato in the Netherlands. *Potato research* **60**(3):295-305.

Kohout V. et al. 1996. *Herbologie: Plevelle a jejich regulace*. Česká zemědělská univerzita, Praha.

Kołodziejczyk M. 2015. The effect of living mulches and conventional methods of weed control on weed infestation and potato yield. *Scientia Horticulturae* **191**:127-133.

Kondhare K R, Natarajan B, Banerjee A K. 2020. Molecular signals that govern tuber development in potato. *International Journal of Developmental Biology* **64**(1-2-3):133-140.

Konvalina P. et al. 2007. *Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

Krahulec F. 2018. Invaze, hybridizace, GMO a energetické plodiny. *Živa* **5**:227-228.

Liebman M. 2001. Weed management: a need for ecological approaches. Pages 1-39 in Lieman M, Mohler C L, Staver C P. 2001. *Ecological Management of Agricultural Weeds*. Cambridge University Press, Cambridge.

McWhorter CG, Shaw WC. 1982. Research needs for integrated weed management systems. *Weed Science* **30**:40-45.

Melander B. 2005. Symposium Integrating physical and cultural methods of weed control—examples from European research. *Weed Science* **53**:369–381.

Melander B. et al. 2016. Incompatibility between fertility building measures and the management of perennial weeds in organic cropping systems. *Agriculture Ecosystems & Environment* **220**:184-192.

Mikulka J. 2011. Expanze teplomilných plevelných druhů na zemědělské půdě. *Úroda* **59**:368–373.

Mikulka J. 2014. *Plevelle polních plodin*. ProfiPress, Praha.

- Mikulka J. 2019. Aplikace integrovaných systémů regulace plevelů, dostupné z <https://www.ctpz.cz/vyzkum/aplikace-integrovaných-systemu-regulace-plevelu-856>. Použito 1. 2. 2022
- Mikulka J. et al. 1999. Plevelné rostliny polí, luk a zahrad. Farmář-Zemědělské listy, Praha.
- Mikulka J, Kneifelová M. 2005. Plevelné rostliny. Profi Press, Praha.
- Neuerburg W, Padel S. 1994. Ekologické zemědělství v praxi. Agrospoj, Praha
- Oppeltová P, Kasal P, Krátký F, Hajšlová J. 2021. Analysis of Selected Water Quality Indicators from Runoff during Potato Cultivation after Natural Precipitation. *Agriculture* **11**. 1220. <https://doi.org/10.3390/agriculture11121220>
- Parish S. 1990. A review of non-chemical weed control techniques. *Biological Agriculture & Horticulture* **7**(2):117-137.
- Pawińska M. 2009. History and directions of potato protection against harmful agrophages. *Progress in Plant Protection* **49**(4):1637-1642.
- Pszczółkowski P, Barbaś P, Sawicka B, Krochmal-Marczak B. 2020. Biological and Agrotechnical Aspects of Weed Control in the Cultivation of Early Potato Cultivars under Cover. *Agriculture* **10**(9):373.
- Raimondi J P, Camadro E L. 2003. Crossability relationships between the common potato, *Solanum tuberosum* spp. *tuberosum*, and its wild diploid relatives *S. kurtzianum* and *S. ruiz-lealii*. *Genetic Resources and Crop Evolution* **50**(3):307-314.
- Salmensuu O. 2021. Potato importance for development focusing on prices. *Journal of Risk and Financial Management* **14**(3):137.
- Tajovský M. 2013. Pohled do historie. Pages 12-16 in Vokál B. et al. 2013. Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika. Profi Press, Praha.
- Tomášek J, Dvořák P. 2009. Alternativní ochrana brambor v systému ekologického zemědělství. *Úroda: časopis pro rostlinnou produkci* **12**:164-168.
- Tomášek J, Dvořák P, Hlavová A. 2011. Vliv ošetření na produkci sadby v ekologickém zemědělství. In *Agricultura-Scientia-Prosperitas: Seed and Seedlings, Scientific and technical seminar* **X**:139-143.
- Torresen K S. et al. 2020. Autumn growth of three perennial weeds at high latitude benefits from climate change. *Global Change Biology* **26**(4):2561-2572

Tuesca D, Puricelli E, Papa J C. 2001. A long-term study of weed flora shifts in different tillage systems. *Weed Research* **41**:369–382.

Vach M, Javůrek M. 2009. Ekologická optimalizace hlavních pěstitelských opatření pro polní plodiny. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha.

Vencill W K. 2008. *Herbicide Handbook*. Weed Science Society of America, Lawrence.

Verwijst T. et al. 2018. Assessment of the compensation point of *Cirsium arvense* and effects of competition, root weight and burial depth on below-ground dry weight-leaf stage trajectories. *Weed Research* **58**(4):292-303.

Vokál B. 2013. Konzumní brambory z ekologického hospodářství. Page 114 in Vokál B. et al. 2013. *Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika*. Profi Press, Praha.

Vokál B, Kasal P. 2013. Zařazení brambor do osevních sledů. Page 61 in Vokál B. et al. 2013. *Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika*. Profi Press, Praha.

Winkler J. 2013. Plevel v ekologickém zemědělství. *Zemědělec* **37**:34.

Zámečník J, Domkářová J. 2013. Morfologická charakteristika. Page 21 in Vokál B. et al. 2013. *Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika*. Profi Press, Praha.

