

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Monitoring obsahu reziduí pesticidů v prostředí a v
zemědělské produkci v ČR**

Bakalářská práce

Kristýna Štěpánková

**Obor studia: Kvalita potravin a zpracování zemědělských
produktů**

Vedoucí práce: Ing. Michaela Kolářová, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Monitoring obsahu reziduí pesticidů v prostředí a v zemědělské produkci v ČR" 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 21.4.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Michaele Kolářové Ph.D., za pomoc a vedení při zpracovávání této bakalářské práce.

Monitoring obsahu reziduí pesticidů v prostředí a v zemědělské produkci v ČR

Souhrn

V dnešní době mezi širokou veřejností stoupá obava z rizik spojených s rezidui pesticidů, které jsou konzumovány v potravinách. Přestože v posledních letech jsou vyvíjeny selektivnější pesticidy a jejich celkové použité množství se v České republice od roku 2008 snižuje, stále je jejich množství aplikované každoročně do zemědělské půdy obrovské. Z důvodu jejich toxicity je třeba je monitorovat a studovat jejich chování v ekosystému. Cílem bakalářské práce je poskytnout informace o aktuální situaci a kontrolních mechanismech týkajících se pesticidů, především jejich reziduí v prostředí a zemědělské produkci v České republice. Jejich monitoring a nastavení vhodných maximálních limitů je klíčové pro zajištění zdravých a bezpečných potravin i životního prostředí. Práce je napsána formou literární rešerše a obsahuje základní informace o vlastnostech, přínosech a rizicích pesticidů, množství používaných pesticidů, maximálních limitech reziduí, pohybu v přírodním prostředí a kumulativních efektech. Dále jsou zde uvedeny nálezy nadlimitních množství pesticidů v podzemních a pitných vodách, potravinách a krmivech v České republice za rok 2021, a porovnání s předchozími roky. Poslední kapitola se věnuje Víceletému kontrolnímu plánu pro rezidua pesticidů pro roky 2023, 2024 a 2025, včetně tabulky konkrétních komodit a rozsahu kontrol pro tyto roky.

Klíčová slova: Pesticidy, rezidua, maximální limity reziduí, bezpečnost potravin, monitoring

Monitoring of pesticide residues in the environment and agricultural production in the Czech Republic

Summary

Currently, there is a growing concern among the general public about the risks associated with pesticide residues consumed in food. Although more selective pesticides have been developed in recent years and their overall use has been decreasing in the Czech Republic since 2008, the amount of pesticides applied annually to agricultural land is still enormous. Due to their toxicity, it is necessary to monitor and study their behaviour in the ecosystem. The aim of the bachelor thesis is to provide information on the current situation and control mechanisms related to pesticides, particularly their residues in the environment and agricultural production in the Czech Republic. Monitoring them and setting appropriate maximum residue limits is crucial to ensure healthy and safe food and environment. The thesis is written in the form of a literature review and contains basic information on the properties, benefits, and risks of pesticides, the amount of pesticides used, maximum residue limits, their movement in the natural environment, and cumulative effects. Also presents the findings of excessive amounts of pesticides in groundwater, drinking water, food, and feed in the Czech Republic for the year 2021, along with a comparison to previous years. The last chapter focuses on the multi-year control plan for pesticide residues for the years 2023, 2024, and 2025, including a table of specific commodities and the scope of controls for these years.

Keywords: Pesticides, residues, maximum residue limits, food safety, monitoring.

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše.....	3
3.1	Používání pesticidů	3
3.1.1	Historie	3
3.1.2	Dělení pesticidů	4
3.1.3	Pozitivní přínos pesticidů.....	5
3.1.4	Rizika používání pesticidů.....	6
3.1.5	Fyzikálně chemické vlastnosti.....	7
3.1.6	Množství používaných pesticidů.....	8
3.1.7	Schvalování nové účinné látky a pesticidu	11
3.1.8	Maximální limity reziduí	13
3.2	Pesticidy ve vodě	14
3.2.1	Ochrana vody.....	14
3.2.2	Pitná voda	15
3.2.3	Pesticidy v povrchových a podzemních vodách	17
3.3	Pesticidy v prostředí	20
3.3.1	Pesticidy a jejich rezidua v půdě.....	20
3.3.2	Pesticidy v potravních řetězcích	22
3.3.3	Vstup pesticidů do potravin.....	23
3.4	Pesticidy v potravinách a krmivech	23
3.4.1	Monitoring pesticidních látek a bezpečnost potravin v ČR	23
3.4.2	Kontrola krmiv	27
3.5	Kontrola reziduí pesticidů v ČR.....	28
3.5.1	Organizace zodpovědné za dohled a analýzu reziduí pesticidů	28
3.5.2	Víceletý kontrolní plán ČR pro roky 2023,2024 a 2025	29
4	Závěr	34
5	Zdroje literatury.....	35
5.1	Přehled legislativy.....	41

1 Úvod

Podle údajů OSN každý 9. člověk na světě trpí podvýživou. Vzhledem k stále se rozrůstající lidské populaci a omezené zemědělské ploše je potřeba co nejvíce maximalizovat zemědělské výnosy. Podle Organizace pro výživu a zemědělství (FAO, 2022) se světová populace rozroste na 10 bilionu lidí a bude tedy potřeba mnohonásobně zvýšit zemědělskou produkci. FAO (také odhaduje, že o 20-40 % sklizně přicházíme díky rostlinným škůdcům, jako jsou plevely, plísňe, živočišní škůdci či různé mikroorganismy. Právě používání pesticidů je jeden ze způsobů, jak zachránit značnou část úrody.

Pod pojem pesticid řadíme podle české legislativy obrovskou skupinu látek, z nichž zdaleka ne všechny jsou využívány v zemědělství. Podle nařízení Evropského parlamentu a Rady EU č. 649/2012 pod pojem „pesticid“ patří přípravky na ochranu rostlin, biocidní přípravky a desinfekční prostředky. V této práci se ale budu zabývat především přípravky na ochranu rostlin, jejich rezidui v potravinách a krmivech a jejich monitoringem a legislativou v České republice.

Výhoda pesticidů není jen ve zvýšení výnosů a ochraně rostlin, ale i v lepší kvalitě výsledných produktů či snížení ztrát během skladování, nebo hubení hmyzu přenášejícího smrtelné nemoci. Dále pak existuje celá řada sekundárních benefitů, mezi které například patří vyšší příjmy a tím i zlepšení životní úrovně zemědělců v rozvojových zemích (Aktar et al. 2009).

Naopak velkou nevýhodou jsou jejich rezidua, která mohou putovat potravním řetězcem, a i se v něm kumulovat. A samozřejmě se tak mohou dostat i do potravin na našich stolech. Proto panuje u široké veřejnosti velký respekt až odpor k pesticidům, je však potřeba brát v úvahu, že bez jejich pomoci bychom v současné době nebyli schopni pokrýt celosvětovou potravinovou potřebu (Prokinová 2022). Podle Cooper a Dobson (2007), je to především z toho důvodu, že ve zpravodajských titulcích se spíše dočítáme o negativních účincích, které přitáhnou větší pozornost čtenářů než zprávy o nových účinných přípravcích. Přitom se pesticidy do životního prostředí dostávají kontrolovaně, podle přesných návodů na aplikaci a jejich rezidua jsou bedlivě sledována v nejrůznějších potravinách, vodách a půdách po celém světě (Velíšek & Hajšlová 2009).

Jejich akutní vliv na lidské zdraví je obecně považován za nízký. Důvod je především v jejich nastavených maximálních limitech, které jsou velmi důrazně kontrolovány a v potravinách uváděných na evropský trh jen naprosté minimum přesahuje předepsané limity. Přesto se však například EFSA zabývá i jejich kumulativními riziky, jelikož ty pro lidstvo možná momentálně znamenají větší nebezpečí než akutní otravy, ke kterým díky kontrolám téměř nedochází.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bude popsat problematiku reziduí pesticidů v prostředí (v půdě, vodě, potravním řetězci) včetně platné legislativy.

3 Literární rešerše

3.1 Používání pesticidů

3.1.1 Historie

Používání pesticidů v zemědělství není nic nového. Již kolem roku 900 našeho letopočtu se v Číně začal používat arsen a síra jako insekticidy, využívání nejrůznějších přírodních látek pak najdeme téměř ve všech starověkých kulturách (Dvoržáková 2020; Cremllyn 1978). Velký rozmach byl v 17. století, kdy se začal využít proti hmyzu nikotin (Cremllyn 1978).

Na počátku 20. století se používaly k ochraně rostlin především rostlinné extrakty a anorganické sloučeniny obsahující arsen, síru nebo měď. Od 40. let se začaly vyrábět i organické pesticidy, především organochlorové a organofosfátové insekticidy (Matthews 2018).

Za první moderní pesticid se považuje organochlorový insekticid DDT, který se začal průmyslově vyrábět v roce 1942 a zachránil velkou část populace před malárií přenášenou samičkami komárů rodu *Anopheles* (Patočka 2014). Za objevení jeho účinků byla v roce 1948 udělena Nobelova cena. Od 70. let 20. století se postupně začalo od používání DDT upouštět jednak z důvodů vzniku rezistence hmyzu, a také z důvodů dopadů této látky na životní prostředí. Před riziky jeho používání varovala například Rachel Carson's ve své knize *Silent spring* z roku 1962. Většina států postupně zavedla zákaz používání tohoto insekticidu, ale vedou se spory, zda oprávněně či nikoliv (Patočka 2014). V české republice byl zakázán v roce 1974 (Velíšek 2014). Insekticidy používané jako náhrada DDT v boji s malárií nejsou tak účinné a jsou výrazně dražší, a tak DDT má v rozvojových zemích svoji téměř nezastupitelnou roli (Walker 2000).

V 60. a 70. letech byla vyvinuta řada pesticidů, především organofosfátů a karbamátů. Následně kvůli obavám z toxicity některých z nich (například parathionu), byly pesticidy bedlivě sledovány a hodnoceny Světovou zdravotnickou organizací a byly hledány bezpečnější varianty. Od 90. let pak začaly vznikat selektivnější insekticidy, s větší mobilitou v rostlině – například oxadiaziny, pyridiny nebo pyrroly (Matthews 2018).

V květnu roku 2001 byla přijata Stockholmská úmluva o persistentních organických polutantech, která zakázala používání většiny organochlorových pesticidů včetně DDT. Jako perzistentní organické polutanty (POPs) označujeme látky škodlivé pro organismy a životní prostředí, které přetrvávají v prostředí po dlouhou dobu, kumulují se v živých v potravních řetězcích a rozšiřují se tak do velkých vzdáleností (Ministerstvo životního prostředí 2016). Přesto však v roce 2006 vyhlásila WHO podporu pro použití DDT ve vnitřních prostorech v Africe (Dvoržáková 2020), jelikož malárie je stále velmi aktuální problém vyskytující se především od 45. stupně severní šířky až po 40. stupeň jižní šířky - Lékaři bez hranic ošetřovali v roce 2020 2 690 600 případů malárie (Lékaři bez hranic 2022).

Ochrana rostlin v České republice má již téměř stoletou historii. První instituce v České republice byla Rostlinolékařská služba založená v roce 1924 (Dvoržáková 2020). V roce 1951 pak byl zřízen vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 95/1951 Sb., Ústřední kontrolní zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) za účelem zlepšení plánování národního hospodářství. Přípravky

na ochranu rostlin jsou v české legislativě vymezeny zákonem č. 273/2022 Sb., který mění zákon č. 326/2004 Sb. o rostlinolékařské péči.

3.1.2 Dělení pesticidů

Existuje mnoho biotických faktorů, které škodí zemědělské úrodě. Některé škodí přímo, například plevely, které mohou potravně konkurovat zemědělským rostlinám, nebo živočichové co přímo požírají danou rostlinu. Další pak škodí nepřímo, tam řadíme například hmyz přenášející nejrůznější choroby (Matolcsy et al. 1988). Proto i pesticidy jsou velkou a různorodou skupinou látek a můžeme je rozdělit podle mnoha kritérií.

Pesticidy můžeme rozdělit podle cílového organismu na který působí – mezi nejvýznamnější skupiny patří:

- insekticidy působící proti hmyzu
- herbicidy působící proti plevelům
- fungicidy působící proti houbám
- rodenticidy působící proti hlodavcům
- další (akaricidy, nematocidy, moluskocidy,...)

Podle působení v rostlině je můžeme rozdělit na kontaktní, které působí pouze v místě aplikace a na pesticidy systémové, které jsou absorbovány a následně rozváděny do celé rostliny. Další způsoby dělení jsou například podle původu na přírodní a syntetické, nebo podle způsobu aplikace. Sulaiman et al. (2019) rozřazuje pesticidy podle chemického složení na 4 hlavní skupiny: organochloridy, organofosfáty, karbamáty a syntetické pyrethroidy. Do skupiny pesticidů také řadíme regulátory růstu, desikanty, ale i látky zabraňující předčasnému pádu ovoce před sklizní.

V České republice se mohou používat pouze přípravky schválené Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským.

Podle WHO (2019) můžeme pesticidy rozdělit dle jejich toxicity do 5 skupin. První rozdělení dle toxicity vzniklo již v roce 1975 na Světovém zdravotnickém shromáždění. Toto rozdělení je založené především na akutní orální i dermální letální dávce (LD₅₀) pro krys. LD₅₀ je akutní dávka pesticidu v miligramech na kilogram hmotnosti pokusného zvířete, při jehož jednorázovém požití zahyne 50 % pokusných zvířat. Dnes se využívá GSH klasifikace – Globálně harmonizovaný systém, jednotlivé třídy rizikovitosti jsou uvedeny v tabulce 1. Pro relevantní hodnocení rizikovitosti je zapotřebí znát fyzikálně chemické vlastnosti pesticidu, způsob aplikace, skladování a zpracování plodiny, a především jeho biodegradovatelnost a osud v prostředí (Velíšek 2014).

Tabulka 1: Rozdělení pesticidů dle toxicity (WHO, 2019)

Třída		LD ₅₀ pro krysy [mg/kg živé hmotnosti]	
		Orální	Dermální
Ia	Extrémně nebezpečné	< 5	< 50
Ib	Vysoce nebezpečné	5–50	50–200
II	Středně nebezpečné	50-2000	200-2000
III	Mírně nebezpečné	přes 2000	přes 2000
U	Pravděpodobně nepředstavuje akutní nebezpečí	5000 a více	

3.1.3 Pozitivní přínos pesticidů

Pesticidy používané v zemědělství se i v legislativě označují jako „přípravky na ochranu rostlin“. Již z tohoto označení jasně vyplývá jejich primární funkce. Rostliny chráníme před nejrůznějšími biotickými i abiotickými faktory a zajišťujeme tím dostatek potravy pro lidskou populaci i hospodářská zvířata. Volně se vyskytující rostliny obsahují toxiny, které dokážou rostlinu ochránit před nejrůznějšími škůdci, ovšem námi pěstované vyšlechtěné zemědělské plodiny mají těchto látek jen velmi málo (Matthews 2018). Rostliny využívané v zemědělství mají kolem 30 000 druhů konkurentů mezi plevely, dále musí odolávat 10 000 druhům hmyzu a 3 000 druhům hlístic (Dvoržáková 2020).

Pozitivní vliv pesticidů můžeme rozdělit do 3 hlavních skupin:

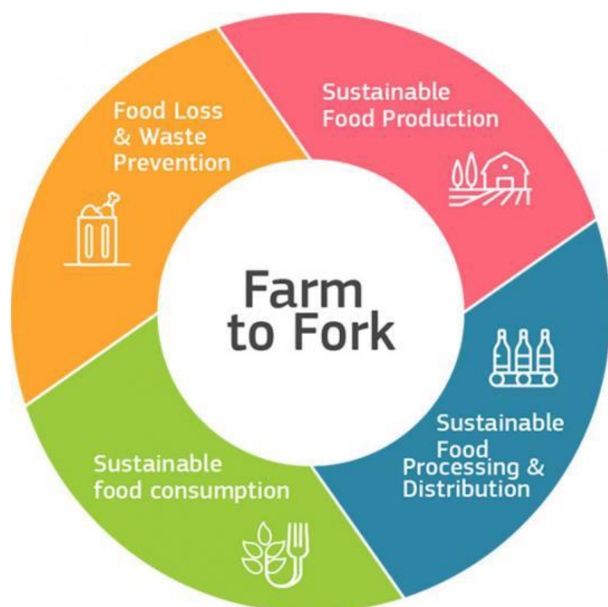
- Kontrola zemědělských škůdců (včetně plevelů a nemocí) a přenašečů rostlinných patogenů
- Kontrola organismů přenášejících viry a bakterie ohrožující lidské zdraví a zdraví hospodářských zvířat
- Kontrola a prevence organismů poškozujících lidskou činnost a stavby (Cooper & Dobson 2007)

Co se týče pozitivních vlivů používání pesticidů na produkci a lidskou populaci, není to pouze vyšší zemědělský výnos. Často pozitivně ovlivňují nutriční hodnotu a technologickou kvalitu rostlinných produktů (Velíšek 2014). Mají dobrý vliv na kvalitu života a životní úroveň zemědělců zejména z chudších oblastí, dále na místní ekonomiku, příjmy, náklady a zisky farem a v některých případech i životní prostředí.

Od roku 1962 funguje jako partnerství mezi zemědělci a společnostmi v Evropě Společná zemědělská politika (SZP), jež si klade za cíl snížit nejistoty podnikání v zemědělství, které jsou způsobeny především sezónností a závislostí na počasí. Zaměřuje se především na finanční podporu ve 3 oblastech: podporou formou přímých plateb k zajištění stability příjmu zemědělců, financováním rozvoje venkova a tržními opatřeními (Evropská komise).

Cílem je zajistit odpovídající mzdové ohodnocení zemědělců, dodávat na trh cenově dostupné, a přitom kvalitní potraviny, zachovat venkovské oblasti a typy krajiny, rozvoj venkova, chránit přírodní zdroje a přispívat k boji proti změně klimatu. Na tyto cíle přispěla Evropská unie zemědělcům v roce 2021 částkou 55,71 mld. EUR, což odpovídá 33,1 % celkového rozpočtu EU-27 (European parliament 2020).

Pod SZP také spadá strategie „Farm to Fork“ (do češtiny volně překládána jako „Od zemědělce ke spotřebiteli“), která se snaží na Evropský trh přivést zdravější a udržitelnější potraviny. Jedním z cílů je zvýšit množství půdy v ekologickém zemědělství na 25 %, dalším pak například zlepšit proces schvalování a monitoringu pesticidů s důrazem na ochranu včel a dalších opylovačů . Další z cílů je snížit do roku 2030 používání chemických a nebezpečných pesticidů o 50 % (Evropská komise). Díky přísným zákonům a kontrolovanému zacházení s pesticidy se v Evropské unii za poslední 3 desetiletí zvýšilo množství používaných pesticidů pouze minimálně. Hlavní cíle této strategie jsou zobrazeny na obrázku 1.



Obrázek 1: Cíle strategie Farm to Fork (European Commission)

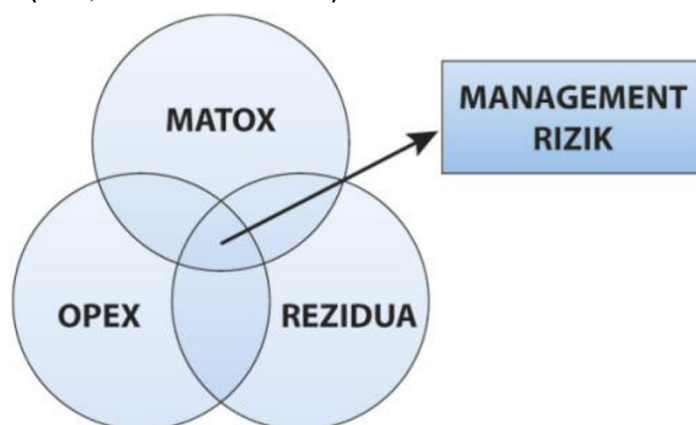
3.1.4 Rizika používání pesticidů

Podle Stockholmské úmluvy, která řešila hrozby představující perzistentní organické látky, patří 9 z 12 nejvíce nebezpečných a toxických látek mezi pesticidy (De 2014). Podle Tiskové zprávy Evropské komise z roku 2022 dojde ročně až k 1 milionu neúmyslných otrav pesticidy. Obavy z používání průmyslových pesticidů vedou ve vyspělých zemích k rostoucí poptávce po plodinách vypěstovaných v ekologickém zemědělství (Velíšek 2014). Je ovšem potřeba zdůraznit, že přítomnost rezidua automaticky neznamená že potravina, voda či krmivo není bezpečná (Seretny 2022).

Rezidua pesticidů jsou definována v Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009 jako jedna nebo více látek přítomných v rostlinách či rostlinných produktech nebo na jejich povrchu, v jedlých produktech živočišného původu nebo v pitné vodě anebo přítomných jinde v životním prostředí v důsledku používání přípravků na ochranu rostlin, včetně metabolitů těchto přípravků a produktů vznikajících při jejich rozkladu nebo reakci.

Pod Centrem hygieny práce a pracovního lékařství SZÚ je Národní referenční centrum pro pesticidy. To se zabývá problematikou hodnocení zdravotních rizik přípravků na ochranu rostlin. Člení se do několika podskupin, jejich vzájemné propojení znázorňuje obrázek 2.

- **MATOX** – hodnocení toxikologie účinné látky a jejích metabolitů i celého přípravku (včetně dermální absorpce)
- **OPEX** – odhad expozice obsluhy (osob, které nakládají s přípravkem – profesionální i neprofesionální uživatelé), následných pracovníků (osob, které vstupují do ošetřených oblastí), okolních osob a místních obyvatel
- **REZIDUA** – dietární expozice spotřebitelů (a jejich případnému dopadu na zdraví lidí), hodnocení reziduí
- **MANAGEMENT RIZIK** – při nakládání s přípravky na ochranu rostlin a pomocnými prostředky (především návody na aplikaci, doporučení vhodné ochrany a omezení použití), klasifikace a označení nebezpečnosti jednotlivých přípravků
- **ÚČINNÉ LÁTKY přípravků na ochranu rostlin** – hodnocení z hlediska vlivu na zdraví lidí (SZÚ; Trávníčková 2022)



Obrázek 2: Propojení hodnocení rizik pesticidů (Trávníčková 2022)

Rizika reziduí pesticidů v potravě organismů závisí kromě množství takového rezidua také na mechanismu absorpce, distribuci, degradaci a větší nebezpečí mohou rezidua představovat pro dehydratované nebo hladovějící jedince (Hajšlová et al. 2006).

3.1.5 Fyzikálně chemické vlastnosti

Pomocí popsání fyzikálně chemických vlastností můžeme odhadnout chování pesticidu v ekosystémech a jeho biodegradovatelnost.

Jedna z nejdůležitějších vlastností je rozpustnost látek ve vodě. Obecně se udává jako hmotnost látky v gramech, která se rozpustí ve 100 g vody při teplotě 20 °C a atmosférickém tlaku za vzniku nasyceného roztoku. Závisí především na velikosti jednotlivých iontů v dané látce - pokud jsou velké rozdíly poloměrů u jednotlivých iontů, jde z pravidla o sloučeninu ve vodě dobře rozpustnou (Gärtner et al. 2004). Určuje stabilitu pesticidů v prostředí a organismech, včetně jejich schopnosti být zadržovány v půdě. Pesticidy, které jsou dobře rozpustné ve vodě, jsou obvykle snadno biodegradovatelné a lze je snadno smýt z listů rostlin. Nicméně, tyto pesticidy jsou také mnohem pohyblivější v ekosystému a mohou pronikat do zdrojů pitné vody (Hajšlová et al. 2006).

Dalším z důležitých parametrů je rozdělovací koeficient oktanol/voda (K_{ow}). K_{ow} vyjadřuje afinitu látky k tukům. Látky, které mají tento parametr vysoký se v tukových kumulují, naopak látky s nízkou hodnotou K_{ow} jsou z pravidla spíše hydrofilní a nebude u nich docházet k ukládání v tukových tkáních (Kočí & Mocová 2009). Látky kumulující se v tucích dále z pravidla nejsou metabolizovány a mohou představovat riziko stresových situacích, kdy organismus využívá tukové tkáně jako zdroj energie (Hajšlová et al. 2006).

Polarita chemických vazeb je dána nerovnoměrným rozdělením elektronové hustoty. Polární pesticidy nejsou v prostředí obvykle příliš stabilní a snadno se hydrolyzují a oxidují.

Tlak nasycených par je další parametr, který hraje významnou roli na biodegradaci pesticidu. Jedná se o tlak v jednosložkovém systému, kdy je za dané teploty v rovnováze kapalná a pevná fáze. Tento parametr nám mimo jiné může pomoci určit chování reziduí pesticidních látek při kulinárních úpravách (Velíšek 2014).

Podobných parametrů existuje daleko více, například disociační konstanta, půdní adsorpční koeficient nebo biokoncentrační faktor, který udává míru biokoncentrace v příslušném organismu a závisí na rozdělovacím koeficientu oktanol/voda a na rovnovážných koncentracích organismus/voda (Velíšek 2014).

3.1.6 Množství používaných pesticidů

Od druhé světové války zemědělská produkce neustále roste a velkou roli v tom sehrávají pesticidy, zavlažování a intenzitní hnojení (Popp et al. 2012).

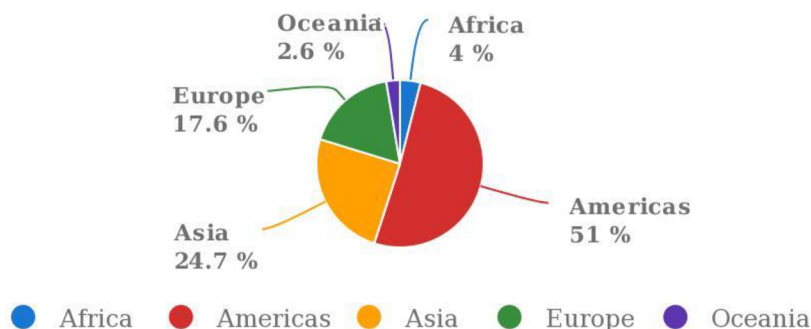
Množství použitých pesticidů lze měřit pomocí více parametrů, díky nimž můžeme sledovat trendy používání pesticidů v čase a také využívání pesticidů v jednotlivých zemích. Lze měřit celkovou hmotnost použitých pesticidních látek, hmotnost použitých pesticidních látek na hektar orné půdy, v kilogramech na osobu či na kapitál (kg/1000 I\$) (FAO 2022).

V současné době je množství a rozmanitost pesticidů obrovská. V roce 2008 bylo spotřebováno přibližně 2 miliony tun pesticidů, z toho 45 % v Evropě, 24 % v USA a 25 % ve zbytku světa (Abhilash & Singh 2009) V grafu 1 jsou zobrazeny tyto procentuální údaje za rok 2020. Podle údajů World bank group nejvyšší celosvětové množství pesticidů bylo spotřebováno v roce 2012 - 3,8 milionů tun. V roce 2020 se toto číslo snížilo na 2,7 milionu tun pesticidů (FAO 2022). V České republice se nejvíce pesticidů použilo v roce 2007 a od té doby se spotřeba každoročně snižuje, díky výzkumu nových pesticidů s vyšší účinností a selektivitou (FAOSTAT 2022).

V porovnání s 90. léty je však celosvětové použité množství téměř dvojnásobné a množství použité na jeden kilogram se zvýšilo z 1,2 na 1,8. V Evropě se od 90. let celkové použité množství pesticidů zvedlo o pouhé 3 % a drží se ve světovém průměru použitých kilogramech na hektar orné půdy (FAO 2022).

Pesticides (total) + (Total) by continent,

2020



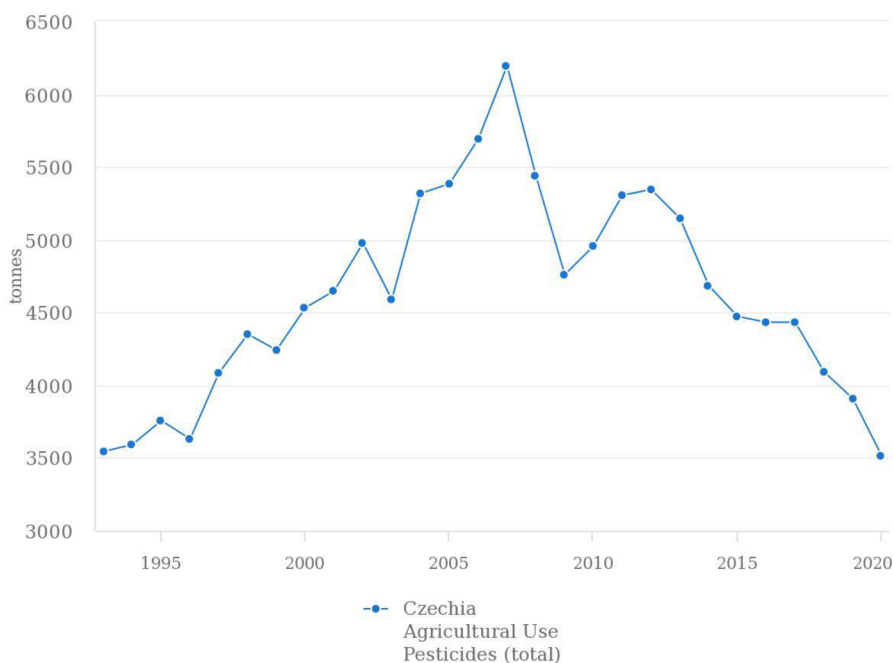
Source: FAOSTAT (Mar 27, 2023)

Graf 1: Podíl jednotlivých kontinentů na celkové spotřebě pesticidů (FAOSTAT, 2023)

Podle některých údajů můžeme pozorovat obrovský nárůst v použitých pesticidních látkách v roce 2020. Je to především z důvodu vypuknutí pandemie SARS-CoV-2, kdy byla obrovská poptávka po dezinfekčním prostředcích, které podle nařízení Evropského parlamentu a Rady 1107/2009 Sb. patří rovněž mezi pesticidy (FAO 2022).

V celkové spotřebě dominují herbicidy, které tvoří 47,5 % z celkové spotřeby pesticidů, následují insekticidy, které tvoří 29,5 % (De 2014).

Vývoj celkové spotřeby pesticidů v České republice v posledních 30 letech znázorňuje graf 2. Mezi lety 2011 až 2020 klesl v Česku jejich prodej o 38 %. Ovšem v ostatních státech Evropské unie pokles není zdaleka tak výrazný a v Lotyšsku a Rakousku množství používaných pesticidů dokonce výrazně narostlo (Ministerstvo zemědělství 2022). Aktuální spotřeba pesticidů v kilogramech na hektar orné půdy je uvedena v tabulce 2.



Source: FAOSTAT (Aug 10, 2022)

Graf 2: Množství použitých pesticidů mezi lety 1990–2020 (FAOSTAT, 2022)

Tabulka 2: Množství použitých pesticidů v zemích EU v roce 2020 (Ministerstvo zemědělství (2022) & FAOSTAT)

Stát	Množství v kg/ha orné půdy
Nizozemsko	10,82
Kypr	9,24
Irsko	6,66
Belgie	6,26
Itálie	6,11
Portugalsko	5,34
Německo	4,05
Rakousko	4,03
Francie	3,44
Řecko	3,25
Španělsko	2,6
Finsko	2,19
Polsko	2,14
Česká republika	1,39
Estonsko	0,87

Podle údajů FAO je dnes na trhu dostupných víc jak tisíc pesticidních látek. Hodnocení rizikovitosti jednotlivých látek je velmi složitý proces, v Evropské unii je nutná spolupráce mezi jednotlivými státy a trvá přibližně 3 roky. Tuto dobu často komplikuje a prodlužuje například nedodání potřebné dokumentace, hodnocení kombinované expozice, smíchání přípravku s pomocným prostředkem, rozdílný přístup členských států EU nebo měnící se klasifikace (Trávníčková 2022).

Velmi důležitá je selektivita, jelikož potřebujeme, aby pesticid působil pouze na konkrétní organismus a co nejméně ovlivnil zbytek ekosystému. Ohroženou skupinou živočichů jsou například včely medonosné (a další opylovači), jelikož spousta živočišných škůdců je podobná stavbou těla jako cílové organismy (Titěra 2003). Příkladem zde můžou být například Pyrethroidy, které patří mezi nejčastěji používané insekticidy na světě a vykazují dobrou účinnost proti mnoha druhům hmyzu, nicméně jsou toxické i pro „užitečný“ hmyz, včetně včel (ALS CZ 2017), u kterého v posledních letech došlo k výraznému poklesu druhů (Holý et al. 2020). Přitom hmyz je pro přírodu nepostradatelný a spousta druhů pomáhá i naší zemědělské produkci - na opylovačích je závislých asi 75 % zemědělských plodin (Evropská komise 2022). Ochrana včel je i přímo zakomponována v naší legislativě ve vyhlášce

č. 327/2012 Sb. - Vyhláška o ochraně včel, zvěře, vodních organismů a dalších necílových organismů při použití přípravků na ochranu rostlin.

V současné době také probíhá v ČR projekt výzkum Technologické agentury ČR „Vliv přípravků na ochranu rostlin na necílové druhy živočichů a regulace používání rizikových přípravků v zemědělství“ v programu BETA2. Tento projekt probíhá od roku 2020 do roku 2022 a cílem je zmonitorovat efekt pesticidů na necílové organismy a připravit návrh k minimalizaci těchto efektů (TA ČR Starfos).

V České republice existují oblasti, kde platí přísnější pravidla při používání pesticidů, jelikož jsou tyto oblasti významné z hlediska ochrany přírody a krajiny (paragraf 14 a související zákon č. 114/1992 sb.). V roce 2021 bylo provedeno 342 kontrol na těchto územích a z nich u 5 došlo k porušení požadavků o nakládání s POR (Ministerstvo zemědělství 2022).

Asociace jako Croplife International, jehož členem je i Česká republika, bere na sebe odpovědnost i za prodej potenciálně nebezpečných pesticidů. Avšak některé pesticidy zakázané v EU se mohou používat v jiných zemích – v naše planeta je velmi rozmanitá a jsou zde různé typy zemědělství, plevele i škůdci a použití jinde zakázaného pesticidu zde může být opodstatněné. Je třeba si uvědomit, že zákaz určitého pesticidu v Evropě automaticky neznamená, že je tato látka rizikovější než jiné pesticidy, které jsou v Evropě povolené. (Seretny 2022).

I když množství druhů pesticidů narůstá, důležité je vždy se zaměřit hlavně na koncentrace jednotlivých účinných látek, případně zda nemají synergentní účinek. Nárůst nálezů druhů jednotlivých účinných látek tak vůbec nemusí znamenat zvýšení rizika (Seretny 2022).

3.1.7 Schvalování nové účinné látky a pesticidu

„Na počátku vývoje jedné účinné látky, která trvá v průměru 11 let, stojí přibližně 150 000 prověřovaných molekul, z nichž pouze 1 bude po splnění náročných kritérií uvedena na trh. V průběhu této doby je provedeno asi 300 různých studií, z toho 50 % zaměřených na zdraví člověka, 40 % na vliv na životní prostředí a 10 % studií je zaměřeno na efektivitu a účinnost přípravku.“ (Dvoržáková 2020)

Podle údajů FAO je dnes na trhu dostupných víc jak tisíc pesticidních látek.

Před uvedením nového pesticidu na trh, je potřeba odborné posouzení z mnoha oblastí. Registrace a povolování jednotlivých přípravků probíhá nejprve na úrovni Evropské Unie, poté i v jednotlivých státech. Schéma schvalovacího procesu je na obrázku 4. Toto povolení je pouze na určitou dobu, poté proběhne opětovné přezkoumání (Fraňková 2022), přičemž první schválení účinné látky může platit maximálně na dobu 10 let. Účinné látky mohou být použity v pesticidu pouze tehdy, pokud splňují nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) číslo 1107/2009 ze dne 21. října 2009. Toto nařízení stanovuje kritéria nutná pro schválení pesticidu jako dostatečná účinnost; nezpůsobování zbytečné bolesti a utrpení obratlovcům, kteří mají být regulováni; absence nepříjemných účinků na rostliny a jejich produkty, životní prostředí a lidské i zvířecí zdraví. Dále také definuje kritéria pro rezidua pesticidu:

- Nesmějí mít škodlivý účinek na lidské zdraví (ani na zranitelné skupiny), na zdraví zvířat ani na podzemní vody
- Nemají nepříjemné účinky na životní prostředí
- Pro jejich stanovení musí existovat obecně používané metody pro měření toxicity, ekotoxicity, vlivu na životní prostředí a pitnou vodu a také musejí být běžně dostupné analytické standarty

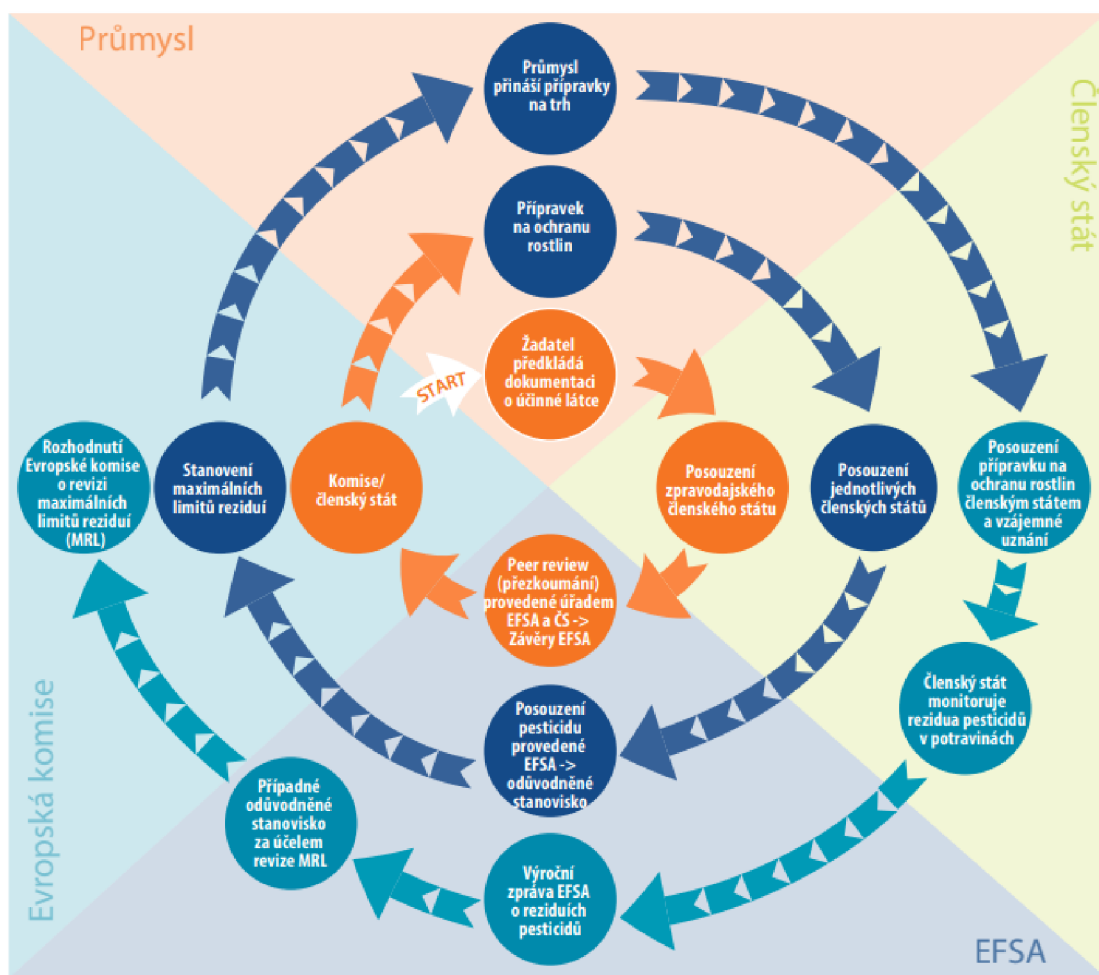
Toto nařízení rovněž definuje v pododdílu 2 schvalovací postup včetně potřebné dokumentace a v pododdílu 3 obnovení a přezkum schválení účinných látek. Celá kapitola 3 se pak věnuje přípravkům na ochranu rostlin, kapitola 8 pak označování POP a kapitola 9 kontrolám. V příloze III pak nalezneme 144 látek, které nejsou přijatelné jako součást POP (maximální limit pro tyto látky v konečném přípravku je 0,1 % a to pouze jako nezáměrná nečistota) - jde například o karcinogeny mutageny, či látky toxické pro reprodukci. Na toto nařízení v České republice navazuje vyhláška 278/2010 Sb. o stanovení maximálních limitů reziduí pesticidů v potravinách a surovinách.

Hodnocení rizikivosti jednotlivých látek je velmi složitý proces, v Evropské unii je nutná spolupráce mezi jednotlivými státy a trvá přibližně 3 roky. Tuto dobu často komplikuje a prodlužuje například hodnocení kombinované expozice, smíchání přípravku s pomocným prostředkem, rozdílný přístup členských států EU nebo měnící se klasifikace (Trávníčková 2022). Jak ukazuje i obrázek 3, ke schvalovacímu procesu náleží i monitoring používaného pesticidu po zavedení na trh.

Na internetové stránce ÚKZUZ je veřejnosti dostupný seznam nově povolených pesticidních látek i seznam látek u kterých bylo povolení zrušeno.

Čtyři stádia procesu povolení pesticidů v EU

- 1 Posouzení a schválení účinných látek
- 2 Posouzení a schválení pesticidních přípravků
- 3 Monitorování používání pesticidů
- 4 Přezkum povolení pesticidů



Obrázek 3: Schvalování nových pesticidů (Informační centrum bezpečnosti potravin)

3.1.8 Maximální limity reziduí

Dne 1. září 2008 vešlo v platnost nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 396/2005 o maximálních limitech reziduí pesticidů (MLR) v potravinách rostlinného i živočišného původu a krmivech, kterým byla stanovena harmonizovaná pravidla pro rezidua pesticidů na úrovni Evropské unie (EU).

Při stanovování bezpečných limitů pro rezidua pesticidů se mimo jiné používá hodnota NOAEL – dávka při které ještě nebyl pozorován škodlivý účinek. Z té se poté stanovuje ARfD (Akutní referenční dávka), což je odhad množství látky, které lze zkonsumovat během 24 hodin bez zdravotních rizik (FAO/WHO Expert Committee on Food Additives 2017). Seretny (2022) tyto hodnoty přirovnává k doporučené rychlosti a rozestupům aut na silnicích - jde o hodnoty, které vám dávají téměř úplnou jistotu že se vyhnete srážce.

Hodnoty MLR se stanovují ve sklizených produktech, přičemž maximální limity reziduí (MLR) jsou nejvyšší legálně povolené hodnoty reziduí pesticidů, které potravina může obsahovat. Hodnoty MLR jsou nastaveny hluboko pod úroveň kdy by spotřebiteli mohly způsobit riziko - minimálním bezpečnostním koeficientem 100 - nižší než je (Cooper & Dobson 2007).

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) číslo 1107/2009 definuje „zranitelné skupiny“, u kterých je nutné věnovat účinkům pesticidů speciální pozornost a nastavit příslušné bezpečnostní limity. Patří k nim těhotné a kojící ženy, nenarozené děti, kojenci, děti, starší osoby, pracovníci v zemědělství a obyvatelé bezprostředního okolí, kteří jsou dlouhodobě vystaveni vysokým koncentracím pesticidů.

Při překročení tohoto limitu nesmí být potravina uváděna na trh v EU. Nařízení 396/2005 zajišťuje ochranu spotřebitele (i citlivějších jedinců jako jsou děti) na stejné úrovni v celé evropské unii i u potravin dovezených ze zemí mimo EU (Ministerstvo zdravotnictví 2022).

Ovšem velké riziko může pocházet s kumulací reziduí a synergentním účinkem těch, které mají podobný účinek (Boobis et al. 2008). Toto téma již začíná být pečlivě zkoumáno. V současné době provádí EFSA (Evropského úřadu pro bezpečnost potravin), rozsáhlý výzkum na toto téma.

3.2 Pesticidy ve vodě

3.2.1 Ochrana vody

Voda je jedním z nejdůležitějších zdrojů na naší planetě. Je proto třeba chránit jak povrchové vody, tak především podzemní zdroje. Roku 1992 OSN vyhlásila Světový den vody, který spadá na 22. března a má za cíl připomenout lidem nepostradatelnost čisté vody a potřebu chránit vodní zdroje (MZP 2022). Množství pesticidů, které se dostává do vody řešíme především ze dvou důvodů. Prvním je ochrana vodních ekosystémů, druhým pak zajištění dostatku pitné a užitkové vody. Na čistotu vody je kladen velký důraz, vzhledem k hydrologickému cyklu vody na Zemi (koloběhu vody) a možnosti případné akumulace a rozšíření pesticidů i do doposud relativně čistých oblastí. Pohyb pesticidů je uskutečňován difúzí a proudem vody (Vlček & Pohanka 2011).

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/2184 ze dne 16. prosince 2020 o kvalitě vody určené k lidské spotřebě je důležitá pro zajištění bezpečné pitné vody v celé Evropské unii. Tato směrnice stanovuje minimální požadavky na kvalitu pitné vody, aby se zaručilo, že voda dodávaná lidem k pití je bezpečná a zdravotně nezávadná. Mezi klíčové prvky této směrnice patří definice parametrů kvality vody, jako jsou limity pro různé chemické látky a mikrobiologické ukazatele, které musí být dodrženy. Směrnice také stanovuje požadavky na sledování kvality vody, způsoby posouzení rizikovosti a na informování veřejnosti o kvalitě vody, kterou používají. Příloha I tohoto nařízení definuje minimální požadavky na hodnoty ukazatelů používané k posouzení jakosti vody určené k lidské spotřebě a v případě pesticidů stanovuje nejvyšší povolenou koncentraci na 0,10 µg/l.

S pravidelným monitoringem reziduí pesticidů v českých vodách se začalo v roce 1990, kdy bylo sledováno 10 látek (2,4-D, DDT, lindan, dichlorfenol, hexachlorbenzen, heptachlor,

metoxychlor, pentachlorfenol, trichlorfenoly) (Státní zdravotní ústav 2018). V současné době představují největší problém pesticidy jako metazachlor ESA, metolachlor ESA a metazachlor OA (metabolity herbicidů používaných pro ošetření řepky a kukuřice), AMPA (metabolit glyfosátu, který se používá jako celkový herbicid) u povrchových vod. U podzemních vod jsou to pak rezidua chloridazon desphenyl, metazachlor ESA a metolachlor ESA (metabolity herbicidů používaných k ošetření řepy a kukuřice) a alachlor ESA (metabolit již zakázaného herbicidu alachlor, taktéž používaného na ošetření řepky) (Ministerstvo zemědělství & Ministerstvo životního prostředí 2021).

Vybrané legislativní předpisy na kvalitu vody platné v ČR:

- Zákon č. 254/2001 Sb. - zákon o vodách
- Zákon č. 258/2000 Sb. - zákon o ochraně veřejného zdraví *
- Zákon č. 274/2001 Sb. - zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu
- Vyhláška 70/2018 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody
- Vyhláška č. 275/2004 Sb., o požadavcích na jakost a zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy
- Vyhláška č. 35/2004 Sb., kterou se stanoví náležitosti, forma elektronické podoby a datové rozhraní protokolu o kontrole jakosti pitné vody a vody koupališť, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody

*U zákona č. 258/2000 Sb. probíhá aktualizace, která by měla být předložena v listopadu roku 2023 ke schválení.

3.2.2 Pitná voda

Podle Českého statistického úřadu bylo v roce 2019 v České republice pitnou vodou z veřejného vodovodu zásobováno 94,6 % obyvatel. Česká republika má vysokou kvalitu pitné vody a můžeme vodu o kvalitě pitné používat jí i k jiným účelům než pouze pro pití a potravinářství (Žák & Vojtěchovská Šrámková 2021).

Od roku 2004 se pro kontrolu pitné vody používá v České republice systém IS PiVo provozovaný Ministerstvem zdravotnictví ČR (Státní zdravotní ústav 2022). Zpracování výsledků kontrol vody z vodovodu provádí orgánem ochrany veřejného zdraví (OOVZ), na základě zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví. Ročně se do systému IS PiVo uloží přes 1 milion hodnot jakosti pitné vody, z toho pak méně než 1,6 % překročí limitní hodnoty (Žák & Vojtěchovská Šrámková 2021).

Roku 2014 vešla v platnost vyhláška č. 83/2014 Sb., kterou se metabolity pesticidních látek začaly rozlišovat na relevantní a nerelevantní. Relevantní metabolity jsou takové, které jsou stejně nebo více toxické organismy, jako mateřská látka, zatímco nerelevantní jsou

toxické méně (Státní zdravotní ústav 2014). Upravuje také definici pesticidů takto: „*Pesticidy se rozumí organické insekticidy, herbicidy, fungicidy, nematocidy, akaricidy, algicidy, rodenticidy, slimicidy, příbuzné produkty (např. regulátory růstu) a jejich relevantní metabolity, rozkladné nebo reakční produkty. Stanovují se pouze pesticidy s pravděpodobným výskytem v daném zdroji, nestanovení pesticidních látek se zdůvodní.*“ Tato vyhláška také stanovuje hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontrol pitné vody. Rozbory provádí jednotlivý provozovatelé a následně je předávají orgánu ochrany veřejného zdraví.

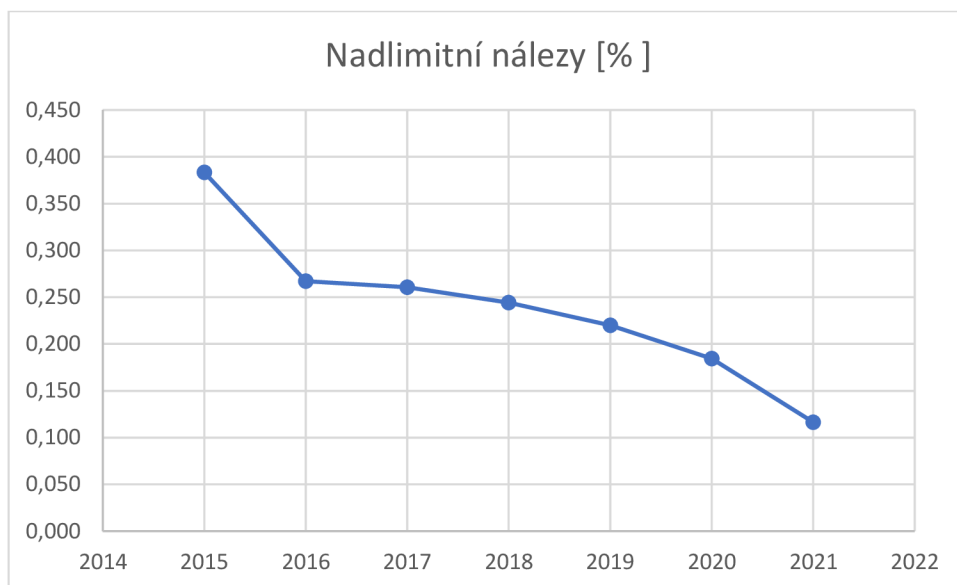
Podle vyhlášky 70/2018 Sb. jsou dva základní ukazatele jakosti. Mezní hodnota (MH) je hodnota ukazatele jakosti pitné vody, jejíž překročení obvykle nepředstavuje akutní zdravotní riziko (není-li u ukazatele uvedeno jinak, jedná se o horní hranici rozmezí přípustných hodnot) a nejvyšší mezní hodnota (NMH) je hodnota zdravotně závažného ukazatele jakosti pitné vody, v důsledku jejíhož překročení je vyloučeno použití vody jako pitné, neurčí-li orgán ochrany veřejného zdraví na jinak. Tyto limity jsou stanoveny pro dlouhodobou každodenní spotřebu. Pokud jsou překročeny, provozovatel musí informovat spotřebitele a sjednat nápravu, pokud se tak nestane, voda bude orgánem ochrany veřejného zdraví prohlášena za nepitnou (Žák & Vojtěchovská Šrámková 2021).

Podle vyhlášky 70/2018 Sb. je nejvyšší mezní hodnota pro každou jednotlivou pesticidní látku a její relevantní metabolit je 0,10 µg/l. Nejvyšší mezní hodnota pro pesticidní látky celkem je 0,50 µg/l (tato hodnota je pro součet jednotlivých stanovených a kvantitativně zjištěných pesticidních látek a jejich relevantních metabolitů).

Podle Zprávy o kvalitě pitné vody v ČR za rok 2021, kterou vydal Státní zdravotní ústav (2022) bylo zkoumáno za tento rok 328 877, z čehož 383 překročilo limitní hodnoty (0,116 %). Výsledky kontrol od roku 2015 jsou uvedeny v tabulce 3, procenta nadlimitních nálezů v grafu 3. Nálezy překročení limitní hodnoty jsou výrazně četnější v oblastech zásobujících 5 000 a méně spotřebitelů. Při hodnocení expozice 6 nejčastěji nadlimitním látkám (acetochlor ESA, acetochlor OA, alachlor ESA, desethylatrazin, dimethachlor ESA, hexazinon) se zjistilo, že ani při tom nejhorším expozičním scénáři, nepřispívá pitná voda více než jednou setinou procenta expozičního limitu (Státní zdravotní ústav 2022).

Tabulka 3: Počet hodnocení a nadlimitních hodnot PL v pitné vodě v letech 2015-2021 (SZÚ)

Rok	Počet hodnocených vzorků	Nadlimitní nálezy pesticidních látek	Nadlimitní nálezy [%]
2015	98 337	377	0,383
2016	151 977	406	0,267
2017	201 825	526	0,261
2018	236 966	579	0,244
2019	266 786	587	0,220
2020	309 958	572	0,185
2021	328 877	383	0,116



Graf 3: Procentuální vyjádření nadlimitních nálezů v ČR v letech 2015 - 2021 (SZÚ)

Z předchozí tabulky a grafu je patrné, že počet testovaných vzorků se každým rokem zvyšuje (čímž se daná data zpřesňují), zatímco procenta nálezů se pomalu snižují. Přestože o testování vod existují data od roku 1996, jsou zde uvedeny pouze data od roku 2015 z důvodů rozdělení metabolitů pesticidů na relevantní a nerelevantní a nastavení odlišných limitních hodnot pro tyto kategorie.

Orgán ochrany veřejného zdraví může za jistých okolností udělit pro určité území výjimku, například s dodatkem že to není voda vhodná pro malé děti.

3.2.3 Pesticidy v povrchových a podzemních vodách

Pesticidy se dostávají do vody nejčastěji úletem při postřiku, odplavováním z polí nebo filtračí do spodních vod (Brink 2013). Voda je také hlavním přenašečem pesticidů a jejich reziduí po celém životním prostředí (Vlček & Pohanka 2011). Jejich rozpustnost závisí především na chemické povaze pesticidu, dále i na způsobu aplikace a klimatických faktorech.

Podle Víta Kodeše z Českého hydrometeorologického ústavu byl mezi lety 2013-2016 v České republice proveden monitoring, z jehož výsledků vyplývá, že v 33 vodárenských zdrojích z 46 zkoumaných byl nalezen alespoň 1 pesticid a u spousty z nich pak byly nějakých způsobem překročeny limity (buď limitní množství jednoho konkrétního pesticidu, nebo pro sumu všech nalezených pesticidů).

Velký důraz je kladen na kvalitu podzemní vody, jelikož zdroje podzemní vody představují téměř třetinu celkových světových zásob vody a čistit podzemní vodu je velmi náročné. V Evropě kolem 65 % pitné vody a 25 % využitě pro zemědělskou produkci bereme z podzemních zdrojů. Je však potřeba tento zdroj využívat opatrně, jelikož může trvat roky až desetiletí, než se vyčerpané zdroje obnoví (European Environment agency 2022).

Od roku 1997 vydává Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí každoroční Zprávu o vodním hospodářství České republiky, takzvanou Modrou zprávu. Podle té byly mezi lety 2013-2019 u podzemních vod zjištěny nadlimitní nálezy u 3–7 % monitorovaných míst (Ministerstvo zemědělství & Ministerstvo životního prostředí 2020). V roce 2021 bylo testováno celkem 4732 vzorků, z nichž u 4 072 (86 %) vzorků byl nalezen nějaký pesticid. Celkem bylo v povrchových vodách nalezeno 149 druhů pesticidů a jeho reziduí. Tabulka 4 a graf 4 zobrazují nadlimitní nálezy, které se však netýkají pouze pesticidů, ale také léčiv, kovů a dalších základních ukazatelů. Kritéria tohoto hodnocení jsou ukotvena ve vyhlášce č. 5/2011 Sb., o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod (Ministerstvo zemědělství & Ministerstvo životního prostředí 2022)

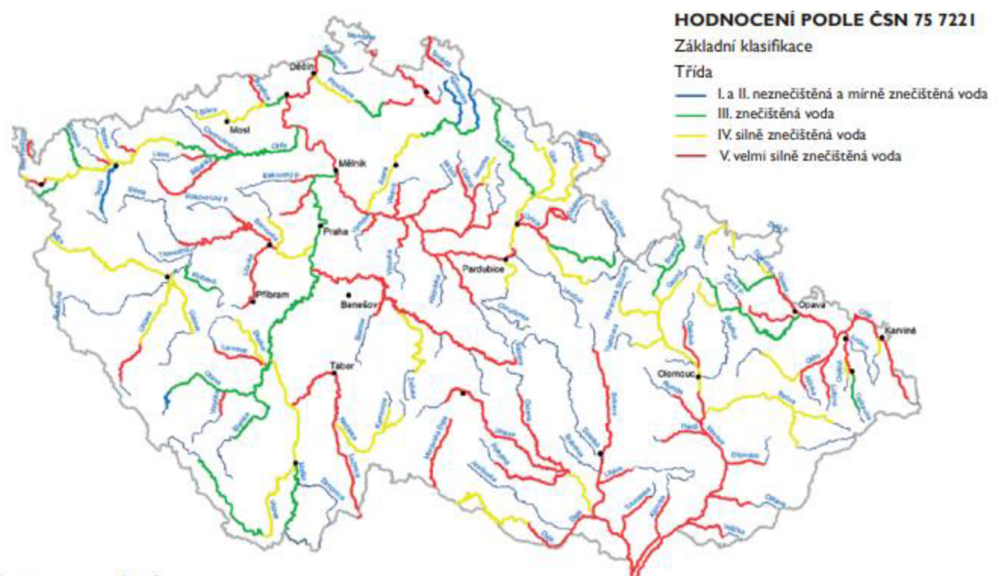
Tabulka 4: Počty objektů s překročeným limitem pro podzemní vody (Ministerstvo zemědělství & Ministerstvo životního prostředí 2022)

Objekty	Počet objektů	Počet objektů s překročením limitů pro podzemní vodu	% objektů s překročením limitů pro podzemní vodu		
			2021	2020	2019
Mělké vrty	227	218	96	95,5	96
hluboké vrty a prameny	480	361	75,2	76,2	78,4
Všechny objekty	707	579	81,9	82,4	84,1

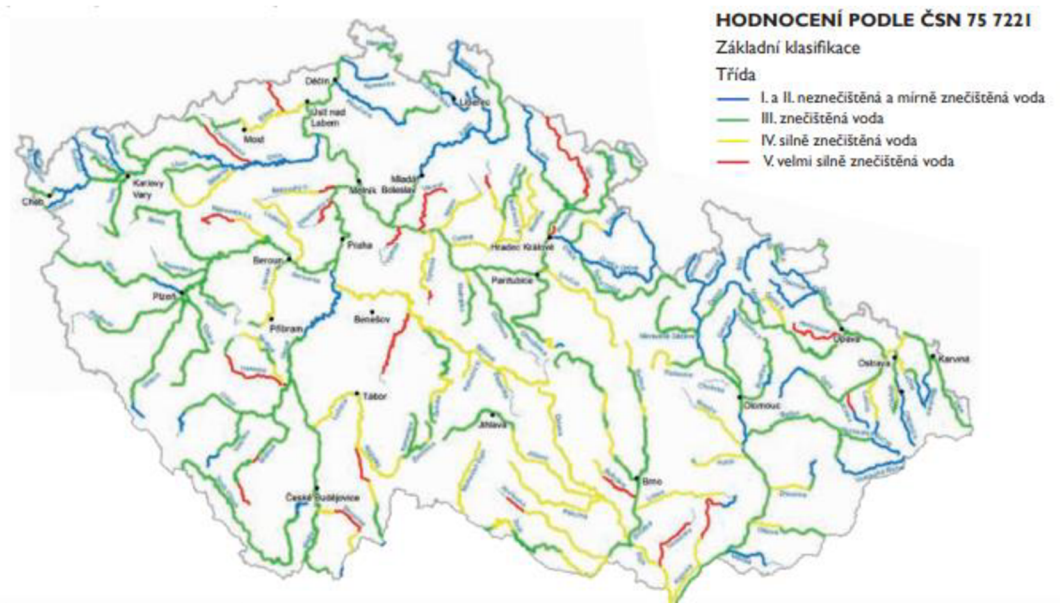


Graf 4: Procenta objektů s překročenými limity pro podzemní vody v letech 2011 - 2021 (Ministerstvo zemědělství & Ministerstvo životního prostředí)

V nejnovější ročence je uvedeno například srovnání čistoty povrchových vod mezi lety 1991-1992 a 2020-2021, podle hodnocení dnes již neplatné normy ČSN 75 7221. Tato norma rozdělovala povrchové vody do 5 tříd (I. třída = neznečištěná voda, V. třída = silně znečištěná voda). Přestože toto hodnocení neukazuje zdaleka jen rezidua pesticidů, rozhodla jsem se pro jeho zajímavost ho do své práce zahrnout v obrázcích 4 a 5 (Ministerstvo zemědělství & Ministerstvo životního prostředí 2022).



Obrázek 4: Znečištění povrchových vod ČR v letech 1991–1992 (Ministerstvo zemědělství & Ministerstvo životního prostředí 2022).



Obrázek 5: Znečištění povrchových vod ČR v letech 2020–2021 (Ministerstvo zemědělství & Ministerstvo životního prostředí 2022).

3.3 Pesticidy v prostředí

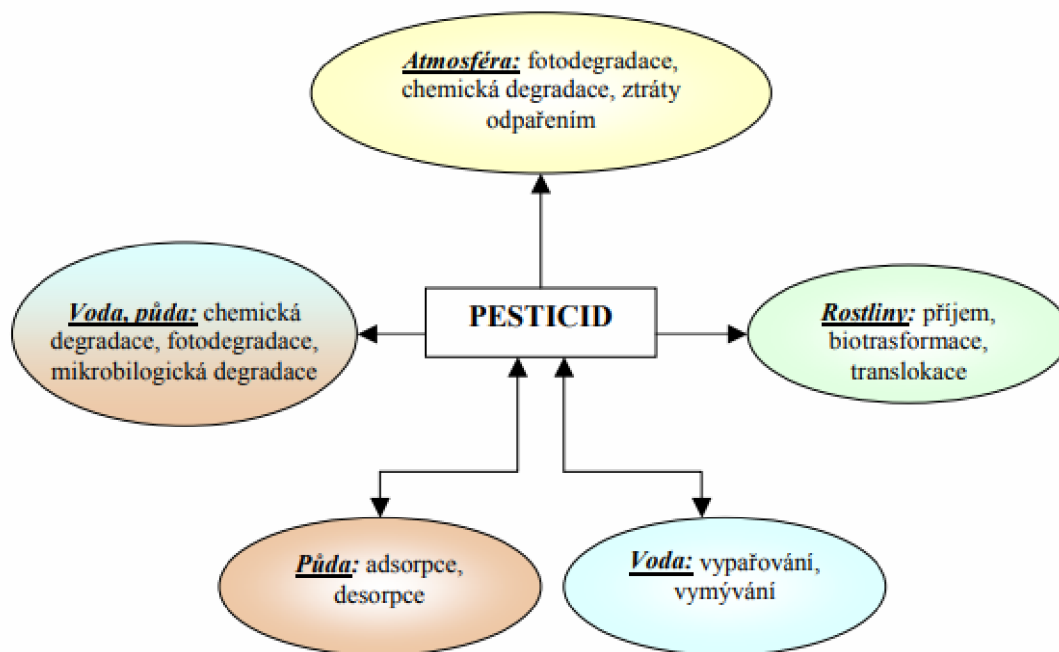
3.3.1 Pesticidy a jejich rezidua v půdě

V rámci monitoringu půd se hodnotí orná půda, trvalý travní porost, chmelnice a zvláště také půda v chráněných krajinných oblastech. Kromě reziduí pesticidů se monitorují i látky jako polychlorované bifenyly, polycyklické aromatické uhlovodíky, polybromované difenylethery a těžké kovy (Götzová 2015).

Vzhledem k tomu, že mnoho pesticidů se aplikuje přímo do půdy, případně se tam dostanou po dešti, kdy jsou smyty z listů rostlin, se do půdy dostává 35-50 % pesticidů (Lake 1977). Smyv z listů závisí na mnoha faktorech. Pohyb pesticidů v půdě se může uskutečňovat proudem vody nebo difuzí. Odhadnout pohyb pesticidů, degradaci a půdní sorpci je velmi komplexní problém (Sur et al. 2022).

K zjištění kontaminace půdy a podzemních vod slouží různé modely. Jeden z nich je například chromatografický model PEARL. Tento model funguje dobře na popis výplachu pesticidů v nestruturovaných půdách, ovšem nehodí se pro půdy jílovité (Scorza Júnior & Boesten 2005).

Degradace pesticidů probíhá nejčastěji fytolýzou (rozklad slunečním zářením), odpařováním, hydrolýzou, oxidací a mikroorganismy, přičemž mohou vznikat sekundární metabolity (Vlček & Pohanka 2011). Hlavní způsoby biodegradace zobrazuje obrázek 6.



Obrázek 6: Osud pesticidu v prostředí (Hajšlová et al. 2006)

Základním parametrem pro hodnocení rychlosti degradace je účinných látek pesticidů je DegT50matrix. Je definován jako čas, který za předpokladu kinetiky prvního řádu je zapotřebí k tomu, aby 50 % látky zmizelo v půdní matici v důsledku degradačních procesů

při 20 °C a kapacitě pole (pF 2). Je to tedy poločas degradace za retenčních podmínek. Tento parametr je klíčový při hodnocení rizik spojených s kontaminací podzemních vod a je využíván například modelem FOCUS a dalších modelech používaných na základě doporučení od Evropského úřadu pro bezpečnost potravin. Na základě těchto modelů se rozhoduje mimo jiné při schvalování nových pesticidů (EFSA 2014).

Oproti jiným látkám potenciálně nebezpečným pro životní prostředí se pesticidy dostávají do prostředí kontrolovaně a musí být dodržovány zásady „Správné zemědělské praxe“ (Good Agriculture Practise, GAP) (Seretny 2022). Tento termín byl použit poprvé v roce 1996 a popisuje podmínky používání a ochranné prostředky, které je nutné dodržovat při používání pesticidů, aby se minimalizovala rizika. Tento soubor principů by měl být aplikován nejen během postřiku pesticidy, ale také při následném zpracování zemědělských produktů, aby výsledná potravina či krmivo byly zdravé a bezpečné (Leong et al. 2020).

Správná praxe ochrany rostlin je definována i v Evropské legislativě (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009, článek 3, odstavec 18) jako praxe při níž se přípravky na ochranu rostlin používají v souladu s povoleným použitím a dávkuje a časuje se tak, aby došlo k nejvyšší možné účinnosti při minimální nezbytné dávce a aby byly zohledněny místní podmínky a regulace. Aby byl přípravek v souladu se Správnou praxí ochrany rostlin, musí být dostatečně účinný, nesmí mít žádné nepříjemné účinky na rostliny a životní prostředí, nesmí mít žádné škodlivé okamžité, zpožděné či kumulativní účinky na lidské zdraví a nesmí způsobovat zbytečné utrpení a bolest obratlovcům, kteří mají být regulováni.

K úletům při aplikaci by při dodržení správného postupu aplikace nemělo docházet. Podrobný postup aplikace by měl být vždy uveden na etiketě přípravku, včetně dávkování nejčastěji uváděných v litrech či kilogramech na hektar. Je potřeba dodržovat ochranné pásy a ochranné vzdálenosti kolem studní, sledovat aktuální klimatické podmínky, především sílu a směr větru. Zemědělci by se měli vyhnout aplikaci na jedno místo a snížit tím riziko vyplavování pesticidu. Zvláštní pozornost bychom měli věnovat i přepravě pesticidu na pole. Přeprava by měla být co nejbezpečnější, pesticid by měl být chráněn před poškozením či ztrátou a cesta by ideálně neměla vést kolem vodních zdrojů. Postřik nesmí být prováděn přes vodní toky, prameny nebo zpevněné plochy. Je důležité vyhnout se ochranným pásům kolem vodních zdrojů a použité přípravky nesmí zasáhnout jiné necílové plochy a organismy (Harašta 2021).

Strategie Farm to Fork navrhuje do nového nařízení zavést zákaz používání všech pesticidů v citlivých oblastech, jakými jsou například parky, hřiště, zahrady a ekologicky významné oblasti (European Commission).

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v roce 2021. V roce 2021 hodnotil 45 pozorovacích ploch, na nichž sledoval celkem 100 účinných látek pesticidů. Celkem bylo detekováno 52 účinných látek. 5 ze sledovaných ploch bylo z chráněného území a na všech pozorovacích plochách byl od roku 2014 každoročně nalezen minimálně jedna účinná látka (Ministerstvo zemědělství 2022).

3.3.2 Pesticidy v potravních řetězcích

Zatímco některé pesticidy v přírodě relativně snadno degradují, jiné (například organochlorové pesticidy) jsou odolné vůči chemických, biologických a fotolytických rozkladným procesům, což vede k bioakumulaci v rostlinných i živočišných tkáních (Sulaiman et al. 2019). Podle Wang et al. (2018) se odhaduje, že až 95 % pesticidů potencionálně ovlivňuje necílové organismy nebo životní prostředí. Prostřednictvím potravních řetězců se mohou díky bioakumulaci některých z nich postupně zvyšovat jejich rizika.

Právě takovým případem jsou organochlorové pesticidy (kam patří mimo jiné i DDT). Jsou relativně stabilní a díky možnostem akumulace se postupně zvyšuje jejich množství a přenášejí se na vyšší trofické úrovně. Toto je znázorněno na obrázku číslo 7. Jejich rezidua byla nalezena v živočišných i rostlinných tucích - v mléku, masu, vejcích, ořeších, avokádu, olivách a spousty dalších. Přestože některé z nich jsou již několik desetiletí zakázána, jejich rezidua se v potravinách stále občas objevují (Chung & Chen 2011).

Pesticid bývá nejčastěji aplikován na listovou plochu zemědělské plodiny, odkud v případě systémových pesticidů bývá transportován i do listů, stonků a kořenů. Nesystémový pesticid většinou zůstává pouze v místě aplikace (Sulaiman et al. 2019).

Podle Wang et al. (2018) se odhaduje, že až 95 % pesticidů potencionálně ovlivňuje necílové organismy nebo životní prostředí. Prostřednictvím potravních řetězců se mohou díky bioakumulaci některých z nich postupně zvyšovat jejich rizika.

„V průměru 10-20% použitého materiálu je tak buď ve formě par nebo kapénky, případně asociována na pevné částice, transportována vzdušným prouděním do více či méně vzdálených lokalit, kde způsobují imisní zátěž (agro)ekosystému.“ (Hajšlová, 2003)

Pokud sledujeme úbytek pesticidu v rostlině, musíme dát pozor i na „zředovací efekt“ kdy úbytek množství pesticidu je ve skutečnosti dán pouze nárustem biomasy (Vlček & Pohanka 2011). Jednou z testovaných metod na odstranění reziduí je například ošetření ozonem (Wang et al. 2018).

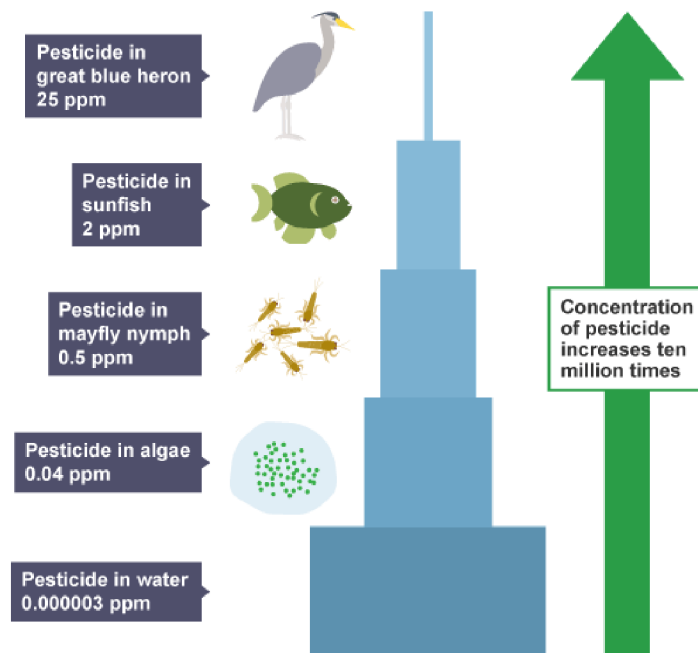
Potravní řetězce jsou sledované i v České republice. Ministerstvo zemědělství každoročně vydává Zprávu o výsledcích sledování a vyhodnocování cizorodých látek v potravních řetězcích v resortu zemědělství za daný rok.

Státní veterinární správa (2022) prováděla v roce 2021 monitoring reziduí a kontaminantů zaměřený na krmiva a vody, hospodářská zvířata, ryby, živočišné produkty a potraviny. Bylo provedeno celkem 95 181 stanovení. Z toho nález cizorodé látky byl v 3792 (3,98 %) z nich a překročená limitní koncentrace byla u 42 stanovení (0,04 %).

Pokud se zaměříme na konkrétní živočišné produkty, tak u medu nebyla prokázána žádná měřitelná koncentrace reziduí pesticidů, stejně tak u skotu, ovcí, koz, prasat, drůbeže, sladkovodních ryb a lovné zvěře s výjimkou prasat divokých. U divokých prasat došlo k nadlimitním nálezům pesticidu DDT, v důsledku přetrvávajícího znečištění některých oblastí touto látkou. Zpráva dále uvádí, že došlo k významnému snížení počtu nálezů veterinárních léčiv.

Pesticidy se do zdrojů vody dostávají zejména prostřednictvím pohnojení půdy, jak bylo podrobněji vysvětleno v kapitole 3.2. Tato cesta je často spojována s intoxikací zvířat, a proto

se provádí testování náhodných vzorků vod používaných k napájení zvířat. V roce 2021 bylo provedeno testování 5 takových vzorků vod na přítomnost nepovolených veterinárních léčivých přípravků a v žádném z nich nebyly zjištěny měřitelné koncentrace těchto látek.



Obrázek 7: Pesticidy v potravním řetězci (BBC)

3.3.3 Vstup pesticidů do potravin

Vzhledem k tomu, že pro lidskou populaci je hlavní cesta intoxikace pesticidy konzumací potravin, je na tomto tématu věnována velká pozornost (Mir et al. 2022). Rozdělujeme dva hlavní způsoby, jak se zbytek pesticidu může dostat až do cílové potraviny. První z nich je přímý způsob, kdy látka přechází z plodin ošetřených pesticidním postřikem až do pitné vody, nebo produktů určených pro konzum a další potravinářské zpracování. Druhý způsob je nepřímý, kdy je reziduum obsaženo v krmivu a přes hospodářské zvíře se dostane ke konzumentovi v masu, mléku nebo dalších potravinách živočišného původu (Prokinová 2022).

Pesticidy se nejčastěji dostávají do potravin prostřednictvím ochranných postupů při pěstování rostlin, postřiků po sklizni, postřiků během dovozu potravin a kontaminace z prostředí pomocí pesticidů, které jsou již dnes zakázány, například DDT (Hajšlová et al. 2006).

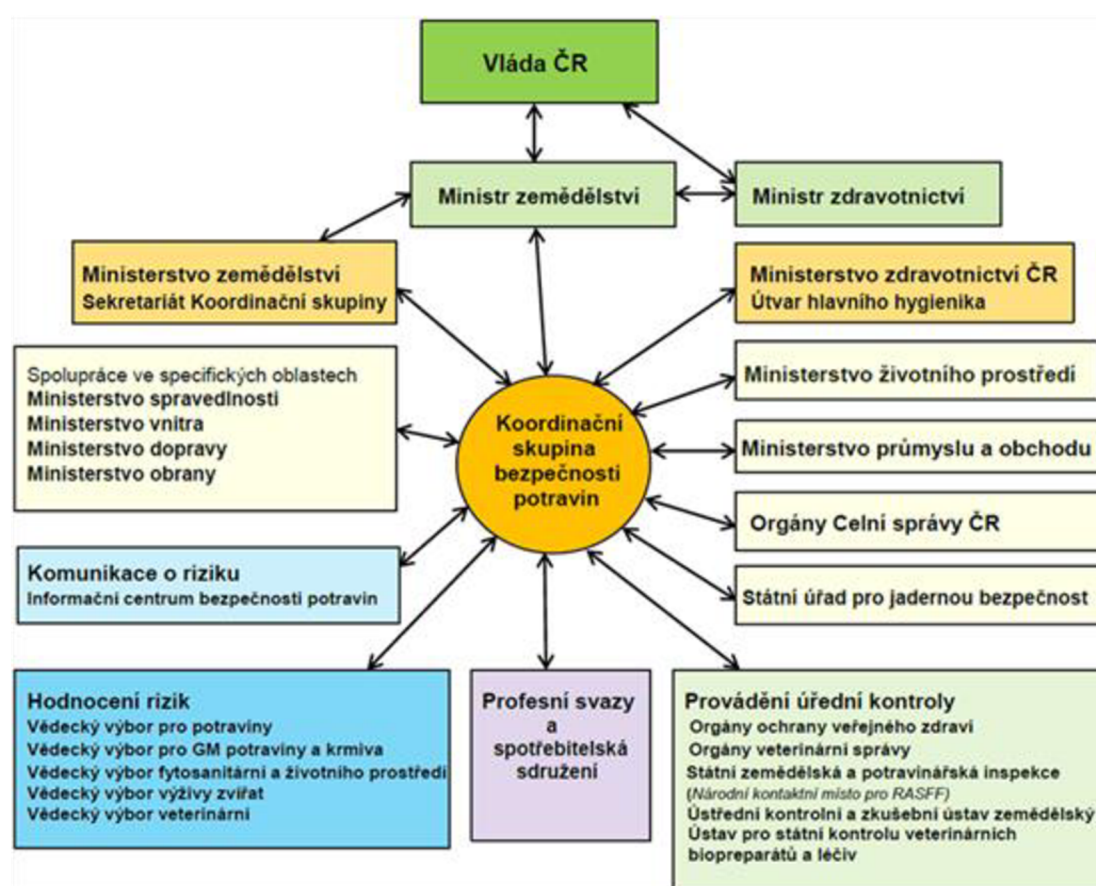
3.4 Pesticidy v potravinách a krmivech

3.4.1 Monitoring pesticidních látek a bezpečnost potravin v ČR

Vzhledem k tomu, že pesticidy mohou způsobit vážné zdravotní problémy již při nízkých koncentracích, existuje mnoho výzkumů zaměřených na metody detekce jednotlivých reziduí pesticidů (Sulaiman et al. 2019). Díky stále citlivějším laboratorním technikám jsme v potravinách v dnešní době schopni detekovat velmi malá množství cizorodých látek, která nemusí způsobit vůbec žádný efekt (Cooper, Dobson, 2007).

Mezi standartní metody pro stanovování reziduí pesticidů patří vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC), plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií (GC-MC), kapilární elektroforéza a další. Tyto metody jsou spolehlivé a přesné, avšak mají limitované použití, jelikož jsou poměrně drahé, časově náročné a nelze jimi měřit koncentrace v terénu (Sulaiman et al. 2019).

Průběžná kontrola, dlouhodobé sledování pohybu pesticidů v prostředí i informování a vzdělávání spotřebitelů jsou v České republice financované státem (Götzová 2015). Monitoring je důležitý především z důvodu ochrany spotřebitelů, dále pak na mapování území, kde se dané látky vyskytují a jak se v potravním řetězci pohybují, a na srovnání jednotlivých oblastí a jejich toxikologickému zatížení (Fišnar 2022). Obrázek 8 znázorňuje spolupráci jednotlivých orgánů pro zajištění bezpečných potravin.



Obrázek 8: Systém zajištění bezpečnosti potravin (Informační centrum bezpečnosti potravin)

Dne 29. března 2021 byla usnesením vlády České republiky schválena Strategie bezpečnosti potravin a výživy 2030. Cílem je uvádět na trh pouze bezpečné a kvalitní potraviny a poskytování ověřených informací spotřebitelům. Report za rok 2021 informuje o kontaminantech a reziduích pesticidů v potravinách – v případě překročení MLR zakáže Státní zemědělská a potravinářská inspekce zakáže prodej i distribuci. Analýzy potravin provádí laboratoře SZPI v Praze a Brně, Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, Státního veterinárního ústavu v Praze, Jihlavě a Olomouci.

V roce 2021 bylo analyzováno 846 vzorků, z nichž u 9 (1,1 %) došlo k překročení maximálních limitů a u 643 (76 %) byl pozitivní nález rezidua pesticidu. Přesnější informace obsahuje tabulka 5.

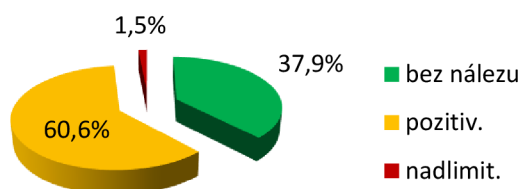
Tabulka 5: Zjištěné nálezy v rámci monitoringu cizorodých látek 2021 (Schneeweiss 2022)

Typ stanovení	n	pozitivní	% pozitivní	N+	%N+
Kontaminanty (bez reziduí pesticidů)	1160	476	41	6	0,5
Rezidua pesticidů	846	643	76	9	1,1
- tuzemsko	142	92	64,8	1	0,7
- EU	453	371	81,9	3	0,7
- dovoz	178	141	79,2	5	2,8
- země původu neuvěděna	73	39	53,4	0	0
Cizorodé látky celkem	2006	1119	55,8	15	0,75

n – počet vyšetření, N+ - počet nadlimitních nálezů, %N+ - podíl nadlimitních v %

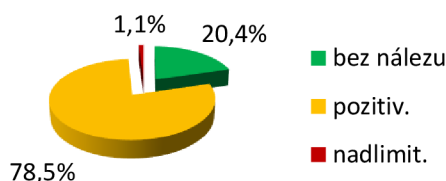
Dle Víceletého kontrolního plánu pro rezidua pesticidů 2021–2023 v ČR bylo analyzováno v roce 2021 371 vzorků čerstvé a zmražené zeleniny a hub. Výsledky u zeleniny pěstované v České republice, v Evropské unie i dovezené ze zemí mimo EU jsou v grafech 5, 6 a 7. U 7 vzorků byl překročen MLR. Nadlimitní nález byl například v paprice, kvěťáku, brokolici nebo pekingským zelí. Následující grafy porovnávají počet nálezů v závislosti na zemi původu.

Zelenina z ČR



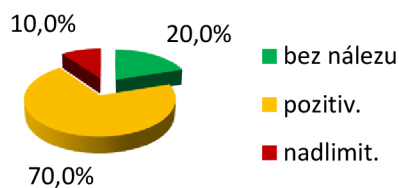
Graf 5: Nálezy pesticidů v zelenině vypěstované v ČR (Schneeweiss 2022)

Zelenina z EU



Graf 6: Nálezy v zelenině z EU (Schneeweiss 2022)

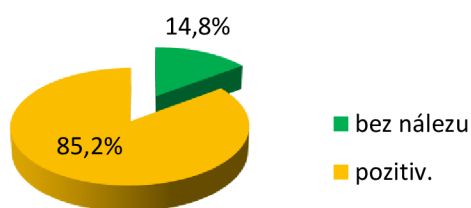
Zelenina dovezená ze zemí mimo EU
n=30



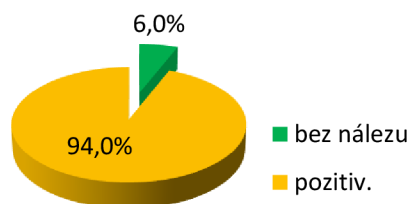
Graf 7: Nálezy pesticidů v zeleniny ze zemí mimo EU (Schneeweiss 2022)

Na rezidua pesticidů bylo testováno také ovoce (čerstvé i sušené). Bylo analyzováno celkem 488 vzorků. Výsledky jsou znázorněny v grafech 8, 9 a 10. V tabulce 6 jsou uvedeny další testované komodity a nálezy reziduí, v grafu 11 pak procenta nalezených vzorků překračujících hodnoty MLR.

Ovoce z ČR



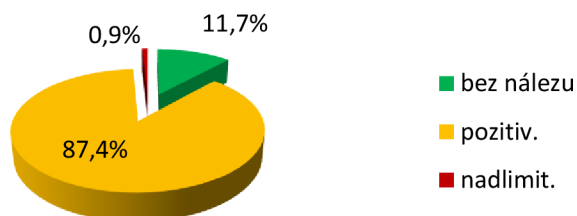
Ovoce EU



Graf 8: Nálezy pesticidů v ovoci vypěstovaném v ČR (Schneeweiss 2022)

Graf 9: Nálezy v ovoci z EU (Schneeweiss 2022)

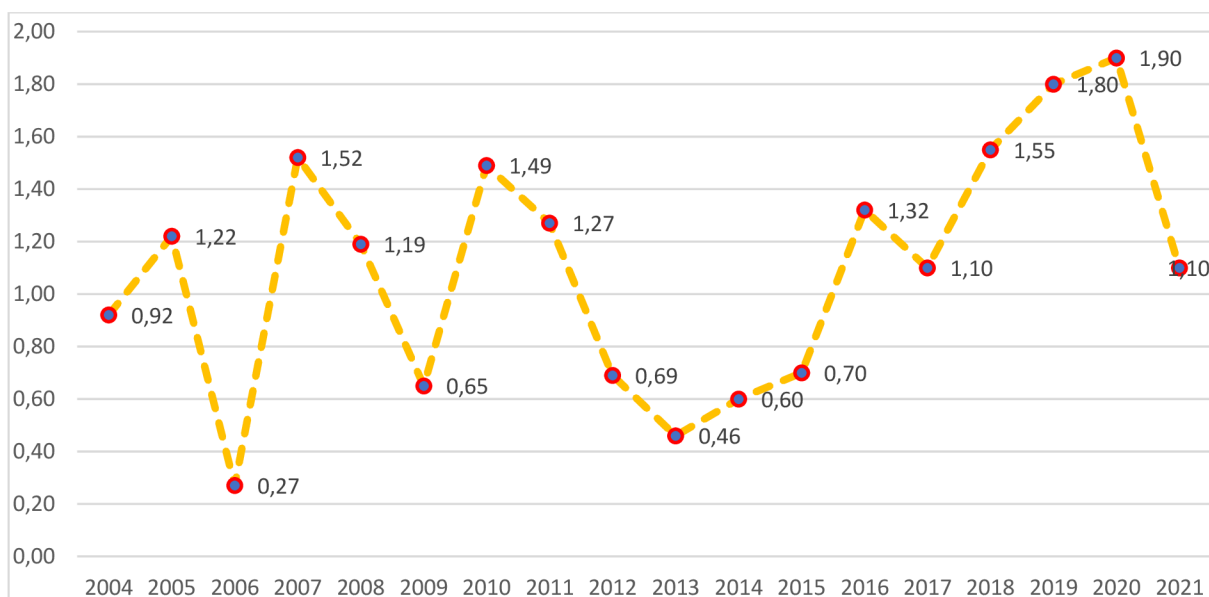
Ovoce dovozené ze zemí mimo EU



Graf 10: Nálezy pesticidů v ovoci dovezeném ze zemí mimo EU (Schneeweiss 2022)

Tabulka 6: Sledované komodity v roce 2021 (Schneeweiss 2022)

Komodita	Počet odebraných vzorků	Pozitivní nález	Nadlimitní hodnoty
Brambory a výrobky z nich	19	13	0
Obiloviny včetně rýže a obilných výrobků	61	více jak 31	0
Nápoje (pomerančová šťáva)	11	8	0
Koření, káva, čaj	16	8	1
Panenské olivové oleje	15	10	0
Olejnata semena	30	více jak 24	0
Biopotraviny	55	9	0

**Graf 11:** Procentuální vyjádření nevyhovujících vzorků na stanovení reziduí pesticidů v letech 2004 - 2021 (Schneeweiss 2022)

V předchozích grafech a tabulkách jsou uvedeny hodnoty pro rostlinné produkty, především ovoce a zeleninu. Množství reziduí pesticidů však můžeme poměrně účinně snížit i v domácích podmínkách například umytím, blanširováním nebo tepelným zpracováním. Z průmyslových metod pak je to například chladná plasma, pulzní elektrické pole, ozařování, hydrostatický tlak, ultrazvuková degradace a již dříve zmíněný ozon (Mir et al. 2022).

3.4.2 Kontrola krmiv

Krmivo pro zvířata je definováno Nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2002, podle kterého je „krmivem látka nebo výrobek, včetně doplňkových látek, zpracované, částečně zpracované nebo nezpracované, určené ke krmení

zvířat orální cestou“. Pro legislativu krmiv je v současné době nejdůležitější Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 767/2009 ze dne 13. července 2009 o uvádění na trh a používání krmiv.

Zvířecí krmiva hrají významnou roli při výrobě bezpečných a výživově hodnotných potravin - mají dopady na výživu zvířat, veřejné zdraví a obchod s potravinami (FAO 2017). Více než pesticidy jsou však při sledování krmiv prioritou mykotoxiny, protože 50-70 % hmotnostního podílu krmiv tvoří obiloviny a mohou se u nich při nevhodném skladování vyskytovat vysoké koncentrace mykotoxinů (Tolosa et al. 2021).

Penagos-Tabares et al. (2023) v sousedním Rakousku v letech 2019–2020 kontrolovaly rezidua pesticidů a léčiv v krmivech dojníc. Testovali 102 reprezentativních vzorků kompletních krmných dávek a zjistili že přes 90 % z nich obsahuje reziduum aspoň jednoho pesticidu. Celkem 5 pesticidů bylo nalezeno v množství převyšující MRL a nebyl nalezen žádný zakázaný pesticid. Tento výzkum zkoumal jednotlivé pesticidy a nebral v potaz synergentní účinky.

V České republice kontrolu léčiv zajišťuje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Kromě reziduí pesticidů se monitorují také těžké kovy, minerální látky, rezidua nepovolených i povolených léčiv, mykotoxiny, polychlorované bifenyly a dioxiny (Götzová 2015). V roce 2021 bylo na monitoring krmiv analyzováno 629 vzorků, z nichž 15 (2,4 %) nesplňovalo předepsané limity. Kontroly jsou zaměřeny na všechny fáze výroby, označování, skladování i uvádění na trh a používání všech krmiv, doplňkových látek a premixů (ÚKZÚZ 2021).

Legislativa krmiv v ČR:

- Zákon č. 91/1996 Sb. - Zákon o krmivech
- Nařízení 767/2009 – podmínky pro uvádění na trh a používání krmiv
- Nařízení 2022/913 - rozšiřuje se seznam zemí, pro které jsou zavedeny zvláštní podmínky při dovozu určitých krmiv
- Nařízení 2019/4 – podmínky výroby, uvádění na trh a používání medikovaných krmiv
- Nařízení 183/2005 – pravidla pro hygienu krmiv a jejich dohledatelnost, postupy registrace a schvalování krmivářských provozů
- Směrnice 2002/32/ES o nežádoucích látkách v krmivech – limity nežádoucích látek jako jsou těžké kovy, dioxiny atd.

3.5 Kontrola reziduí pesticidů v ČR

3.5.1 Organizace zodpovědné za dohled a analýzu reziduí pesticidů

Problematika reziduí pesticidů a vlivu na lidské zdraví patří pod ministerstvo zdravotnictví. Ministerstvo zemědělství pak odpovídá za dozor nad potravním řetězcem a v plném rozsahu pak za dozor a hodnocení rizik u krmiv (Ministerstvo zdravotnictví 2022). Kontroly probíhají u všech fází výroby, skladování i používání potravin, krmiv a doplňkových látek (Poláková et al. 2022).

Orgány provádějící v České republice kontroly reziduí pesticidů:

- Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI)
- Státní veterinární správa (SVS)
- Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ)
- Orgány ochrany veřejného zdraví (OOVZ)

Odběry a analýzy potravin rostlinného původu provádí Státní zemědělská a potravinářská inspekce, odběry a analýzy potravin živočišného původu Státní veterinární správa.

Pokud SZPI či jiná organizace přijde na překročení limitních hodnot reziduí pesticidů, objeví se tato informace mimo jiné na internetové stránce Potraviny na pranýři, kde si každý spotřebitel může zjistit o takové potravine konkrétní informace: nevyhovující látky, místo kontroly, šarže, výrobce, dovozce, země původu, datum minimální trvanlivosti, obal a velikost balení, datum odběru i velikost vzorku.

Víceletý kontrolní plán pro rezidua pesticidů se vztahuje na potraviny a na krmiva v rámci celého potravního řetězce. Tyto plány se vypracovávají na 3 roky, vzhledem k novým poznatkům a dostupnosti nových pesticidů na trhu. První tento plán byl zřízen nařízením komise (ES) č. 1213/2008 pro roky 2009-2011.

3.5.2 Víceletý kontrolní plán ČR pro roky 2023,2024 a 2025

Nejnovější nařízení komise (EU) 2022/741 ze dne 13. května 2022 udává minimální počty kontrolovaných komodit, minimální počet odebíraných vzorků a rozsah analyzovaných reziduí pesticidů pro roky 2023-2025. Případné navýšení těchto minimálních počtů je dle uvážení dozorového orgánu jednotlivých členských států.

Pro výběr komodit, které budou testovány na rezidua pesticidů existuje spousta kritérií. Vychází například ze spotřeby potravin, spotřebitelského koše nebo výsledků kontrol v minulých letech. Dále se kontrola provádí u potravin, které odhalil systém RASFF a u potravin, které mají zpřísněné požadavky na rezidua pesticidů (především biopotraviny). V Evropské unii tvoří hlavní složky stravy 30 až 40 produktů.

Tabulka 7 uvádí sledované komodity a počty odebíraných vzorků pro následující roky. Jak počet komodit, tak i počet vzorků lze navyšovat a aktualizovat. Odběry vzorků by měly probíhat postupy podle směrnice Komise 2002/63/ES, která obsahuje metody a postupy odběru vzorků doporučené Komisí pro Codex Alimentarius. Tabulka 8 uvádí komodity stanovované rozhodnutím Ministerstva zemědělství.

Kromě běžných limitů je zapotřebí taktéž hodnotit, zda jsou dodržovány maximální limity reziduí v potravinách pro kojence a malé děti.

Tabulka 7: Počet odebraných vzorků pro roky 2023-2025 podle víceletého kontrolního plánu pro rezidua pesticidů (Ministerstvo zdravotnictví 2022)

Komodita	Počet odebraných vzorků		
	2023	2024	2025
Banány	12	15*	12
stolní hrozny	12	15*	12
jablka	20	20	20*
jahody	12	12	15*
broskve včetně nektarinek a podobných hybridů	12	12	15*
pomeranče	15*	12	12
grapefruity	12	15*	12
kiwi	12*	5	5
ovoce z ekologického zemědělství	1	1	1
melouny cukrové	10	15*	10
hrušky	15*	10	10
lilek	12	15*	12
brokolice	12	15*	12
květák	15*	12	12
paprika setá	15	15*	15
hlávkové zelí	12	12	15*
cibule	15*	12	12
hlávkový salát	15	15	15*
rajčata	20	20	20*
mrkev	15*	15	15
fazole sušené	15*	0	0
brambory	20*	20	20
špenát	12	12	15*
pěstované houby	10	15*	10
zelenina z ekologického zemědělství	1	1	1
pšenice	12	15*	12
žito	15*	12	12

oves	12	0	15*
ječmen	12	0	15*
rýže loupaná	15*	12	12
obiloviny z ekologického zemědělství	1	1	1
panenský olivový olej	12	15*	12
hovězí tuk	15	15*	15
vejce	47	47*	47
mléko kravské, kozí a ovčí	35	35	35*
vepřový tuk	15	15	15*
drůbeží tuk	15*	15	15
játra skotu	26*	26	26
hovězí maso	56	56	56
játra prasat	20	20	20
vepřové maso	68	68	68
játra malých přežvýkavců	4	4	4
maso z malých přežvýkavců	8	8	8
drůbeží maso	38	38	38
koňské maso	3	3	3
maso zvěře chované farmových způsobem a králíků	7	7	7
maso lovné zvěře	17	17	17
ryby	3	3	3
mléčné výrobky	17	17	17
masné výrobky	20	20	20
vaječné výrobky	3	3	3
med	24	24	24
kojenecká počáteční a pokračující výživa	5*+5*	0	0
příkrmy obilné určené pro kojence	0	10*	0
příkrmy určené pro kojence a malé děti	0	0	10*
víno červené nebo bílé	0	0	15*

* komodity povinně stanovované podle nařízení (EU) 2022/741

Tabulka 8: Komodity stanovované rozhodnutím Ministerstva zemědělství (Ministerstvo zdravotnictví 2022)

Komodita	Počet odebraných vzorků		
	2023	2024	2025
pomerančová šťáva	12	12	12
citrony	10	10	10
mandarinky	12	12	12
tropické ovoce	12	12	12
švestky	10	10	10
hrachová zrna vyluštěná	12	12	12
pór	12	12	12
okurky salátové	20	20	20
čerstvé byliny	10	10	10
čaj	12	12	12
olejnatá semena	10	10	10
krmiva	60	60	60
krmiva z ekologického zemědělství	18	18	18

Při výběru pesticidů, u kterých se bude sledovat přítomnost reziduí, se přihlíží k mnoha faktorům. Výběr je založen na nejčastěji používaných účinných látkách v dané zemi (statistika vede ÚKZÚZ), složení spotřebitelských košů, látkách identifikovaných v systému rychlého varování RASFF, výsledcích předchozích kontrol a kapacitě laboratoří. Látky vybrané na stanovení v následujících letech jsou uvedeny v tabulce 9.

Tabulka 9: Nejhojněji využívané účinné látky v ČR v roce 2021 (Ministerstvo zdravotnictví 2022)

Látka	Spotřeba účinných látek [kg / l]
glyfosát	478 440,09
chlormekvát	362 538,09
tebukonazol	159 993,90
chlortoluron	156 983,43
pethoxamid	150 736,42
metazachlor	132 787,90
síra	113 039,10
hydrogenuhlíčan draselný	104 761,84
prothiokonazol	102 434,34
pendimethalin	86 165,06
mankozeb	80 565,48
olej řepkový - methylester	79 617,15
spiroxamin	69 880,78
prochloraz	69 285,84
terbuthylazin	68 128,87
metamitron	55 858,36
azoxystrobin	53 659,13
diflufenikan	52 229,90
dimethenamid-p	52 063,58
prosulfokarb	48 310,56

Podle nařízení Komise (EU) 2022/741 musí všechny členské státy Evropské unie předložit tyto zprávy do 31. srpna následujícího roku.

4 Závěr

Závěrem lze konstatovat, že v České republice a v rámci celé Evropské unie funguje komplexní systém pravidelných kontrol pesticidů, které mají za cíl zajistit zdravé a bezpečné potraviny a udržitelné životní prostředí. Tyto kontroly jsou prováděny na základě nařízení Evropské unie a usnesení vlády České republiky. Mezinárodní organizace jako jsou FAO, EFSA a WHO vydávají aktualizovaná doporučení na limity reziduí pesticidů.

Navzdory obavám veřejnosti z používání pesticidů a rostoucímu zájmu o potraviny z ekologického zemědělství jsou nadlimitní nálezy velmi ojedinělé, u produktů z ekologického zemědělství jsou pak nálezy ještě vzácnější.

Výsledky každoročních kontrol pesticidů provedených ukazují, že nalezené koncentrace pesticidů v potravinách a vodě v posledních letech pomalu klesají. Tyto výsledky potvrzují úspěšnost opatření a opatrného používání pesticidů. Nicméně, některé studie varují před kumulativními efekty dlouhodobé expozice pesticidů, o kterých se mi komplexní výzkumy nepodařilo dohledat. Velký výzkum na toto téma vede například EFSA, ovšem výsledky zatím nejsou veřejně dostupné.

Je důležité nadále sledovat vývoj situace a zvyšovat povědomí o problematice reziduí pesticidů v prostředí. Současně je nutné pokračovat v hledání a podpoře alternativních metod ochrany rostlin, které jsou šetrnější k životnímu prostředí a zdraví lidí.

5 Zdroje literatury

- Abhilash P.C., Singh N. 2009. Pesticide use and application: An Indian scenario. *Journal of Hazardous Materials* **165**: 1-12. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.10.061>.
- Aktar W., Sengupta D., Chowdhury A. 2009 Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology* **2**: 1-12. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10102-009-0001-7>.
- ALS CZ s.r.o. 2017. Stanovení dalších 14 pesticidů ve vodě - pyrethroidy. Available from: https://www.alsglobal.cz/zivotni-prostredi/aktuality/Staveni-dalsich-14-pesticidu-ve-vode---pyrethroidy_755 (accessed November 2022).
- BBC. Food production. Available from: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/z8rmk2p/revision/4> (accessed March 2023).
- Boobis AR, Ossendorp BC, Banasiak U, Hamey PY, Sebestyen I, Moretto A. 2008. Cumulative risk assessment of pesticide residues in food. *Toxicology letters* **180**: 137-150.
- Cooper J., Dobson H. 2007. The benefits of pesticides to mankind and the environment. *Crop protection* **26**: 1337-1348. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.03.022>
- Cremlyn R. 1978. *Pesticides : preparation and mode of action*. Wiley, New York.
- De A., Bose R., Kumar A., Mozumdar S. 2014. *Targeted Delivery of Pesticides Using Biodegradable Polymeric Nanoparticles*. Springer: New Delhi, India.
- Dvoržáková M. 2020. *Fakta o pesticidech, aneb, Co o nich asi nevíte...* Potravinářská komora České republiky, Praha.
- European Commission. Farm to Fork strategy. Available from: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en (accessed January 2023).
- European Environment agency. 2022. Europe's groundwater — a key resource under pressure. Available from: <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-groundwater/europes-groundwater> (accessed January 2023).
- European Food Safety Authority, 2014. EFSA Guidance Document for evaluating laboratory and field dissipation studies to obtain DegT50 values of active substances of plant protection products and transformation products of these active substances in soil. *EFSA Journal* **12**: 1-37. DOI:10.2903/j.efsa.2014.3662.
- EUROPEAN PARLIAMENT. 2020. Financování společné zemědělské politiky. Available from: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/cs/sheet/106/financovani-spolecne-zemedelske-politiky> (accessed March 2023).

- EVROPSKÁ KOMISE. 2022. Zelená dohoda: Přelomové návrhy. Poškozená příroda v Evropě se do roku 2050 dočká obnovy. Praha. Available from: https://czechia.representation.ec.europa.eu/zelena-dohoda-prelomove-navrhy-poskozena-priroda-v-evrope-se-do-roku-2050-docka-obnovy-2022-06-22_cs (accessed March 2023).
- Evropská komise. Ochrana rostlin v zemědělství EU. Available from: https://agriculture.ec.europa.eu/sustainability/environmental-sustainability/low-input-farming/pesticides_cs (accessed January 2023).
- Evropská komise. 2021. Zemědělství a rozvoj venkova: Přehled SZP. Available from: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance_cs (accessed January 2023).
- FAO. 2022. Pesticides use, pesticides trade and pesticides indicators – Global, regional and country trends, 1990–2020. FAOSTAT Analytical Briefs **46**: 1-16. DOI: <https://doi.org/10.4060/cc0918en>.
- FAO. 2022. The future of food and agriculture: Drivers and triggers for transformation – Summary version. FAO. Rome. DOI: <https://doi.org/10.4060/cc1024en>.
- FAO. 2017. The future of food and agriculture – Trends and challenges. FAO. Rome. Available from: <https://www.fao.org/publications/fofa> (accessed December 2022).
- FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES. 2017. Guidance document for the establishment of Acute Reference Dose (ARfD) for veterinary drug residues in food. World Health Organization, Geneva.
- FAOSTAT. 2022. Czechia Agricultural Use Pesticides (total) [2020]. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). Available from: <https://www.fao.org/faostat/en/> (accessed January 2023).
- FAOSTAT. 2020. Pesticides (total) + (Total) by continent [2020]. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). Available from: <https://www.fao.org/faostat/en/> (accessed January 2023).
- Fišnar J. 2022. Zpráva o výsledcích sledování a vyhodnocování cizorodých látek v potravinových řetězcích v resortu zemědělství v roce 2021. Ministerstvo zemědělství - Odbor bezpečnosti potravin.
- Fraňková M. 2020. Rodenticidní přípravky - dvojí režim používání. In: Agromanual.cz. Kurent: České Budějovice. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/sklizen-a-skladovani/skladovani/rodenticidni-pripravky-dvoji-rezim-pouzivani> (accessed September 2022).
- Gärtner H., Hoffmann M., Schaschke H., Schürmannová I.M. 2004. Kompendium chemie. 1. Mnichov, Compact Verlag.

- Götzová J. 2015. Systém zajištění bezpečnosti potravin. Světový den výživy. Praha, Ministerstvo zemědělství.
- Hajšlová, J. 2003. Rizika reziduí pesticidů v potravinových řetězcích a v životním prostředí. In: Vědecký výbor fyto-sanitárního a životního prostředí. Sborník z konference. Praha, Vědecký výbor fyto-sanitárního a životního prostředí: 81-90.
- Hajšlová J., Tichá J., Kocourek V. 2006. Rezidua pesticidů v ovoci a zelenině, možnosti minimalizace. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby. VVF: PROJ/2005/11/deklas
- Harašta P. 2021. Pravidla pro správnou aplikaci přípravků. České Budějovice, Agromanual 5: 146-148.
- Holý, K., Skuhrovec J., Saska P., Papoušek Z. 2020. Pokles diverzity hmyzu v zemědělské krajině a možnosti jejího zvýšení. 1. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby.
- Chung S.W.C., Chen B.L.S. 2011. Determination of organochlorine pesticide residues in fatty foods: A critical review on the analytical methods and their testing capabilities. *Journal of Chromatography* **1218**: 5555-5567 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2011.06.066>.
- Kočí V., Mocová K. 2009. Ekotoxikologie pro chemiky. VŠCHT Praha, Praha. Available from: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_isbn-978-80-7080-699-9/pages-img/001.html (accessed November 2022).
- Kodeš V. 2017. Pesticidy v podzemních vodách ČR. Český hydrometeorologický ústav, Jablonné nad Orlicí.
- Lake J.R. 1977. The effect of drop size and velocity on the performance of agricultural sprays. *Pest Management Science* **8**: 515-528.
- Leong W., Teh S., Hossain M.M., Nadarajaw T., Zabidi-Hussin Z., CHin S., LAI K., LIM S. 2020. Application, monitoring and adverse effects in pesticide use: The importance of reinforcement of Good Agricultural Practices (GAPs). *Journal of Environmental Management*: **260**: 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109987>.
- Lékaři bez hranic. 2020. Malárie. Praha. Available from: <https://www.lekari-bez-hranic.cz/malarie> (accessed September 2022).
- Matolcsy G., Nádasz M., Andriska V. 1988. Pesticide Chemistry. Elsevier Science, Budapešť.
- Matthews G. A. 2018. A history of pesticides. CABI, Wallingford. 2018.
- Ministerstvo zdravotnictví. 2022. Víceletý kontrolní plán pro rezidua pesticidů 2023 – 2025, Česká republika.
- Ministerstvo zdravotnictví. 2020. Víceletý kontrolní plán pro rezidua pesticidů 2021 – 2023, Česká republika.
- Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí. 2021. Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky 2020. Ministerstvo zemědělství, Praha.

- Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí. 2022. Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2021. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí. 2022. Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky 2019. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- Ministerstvo zemědělství ČR. 2022. Čeští zemědělci udávají trendy ve světovém zemědělství. EAGRI. Available from: https://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2022_cesti-zemedelci-udavaji-trendy-ve.html (accessed February 2023).
- Ministerstvo životního prostředí. 2016. Stockholmská úmluva o persistentních organických polutantech (POPs) Ministerstvo životního prostředí, Praha. Available from: https://www.mzp.cz/cz/stockholmska_umluva_polutanty (accessed September 2022).
- Ministerstvo životního prostředí. 2022. Světový den vody. Ministerstvo životního prostředí, Praha. Available from: https://www.mzp.cz/cz/svetovy_den_vody (accessed February 2023).
- Mir S., Dar B., Mir M., Sofi S., Shah M., Sidiq T., Sunooj K., Hamdani A., Khaneghah A. 2022. Current strategies for the reduction of pesticide residues in food products. *Journal of Food Composition and Analysis* **106**: 1-7. DOI: 10.1016/j.jfca.2021.104274.
- Patočka J. 2014. DDT: 140 let oslavovaného a zavrhaného jedu. *Toxicology*. Available from: <http://www.toxicology.cz/modules.php?name=News&file=print&sid=716> (accessed September 2022).
- Penagos-tabares F., Sulyok M., Faas J., Krska R., Khiaosa-Ard R., Zebeli Q. 2023. Residues of pesticides and veterinary drugs in diets of dairy cattle from conventional and organic farms in Austria. *Environmental Pollution* **316**: 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120626>.
- Poláková Š., Kubík L., Prášková L., Houček J., Malý S., Fiala J. 2022. KONTROLA A MONITORING CIZORODÝCH LÁTEK V POTRAVNÍCH ŘETĚZCÍCH: Zpráva za rok 2021. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně – sekce zemědělských vstupů, Brno.
- Popp J., Pető K.P., Nagy J.N. 2012. Pesticide productivity and food security. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **33**: 243–255. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0105-x>.
- Prokinová E. 2022. Pesticidy – přínosy, použití, rizika. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- Scorza J., Rômulo P., Boesten J. 2005. Simulation of pesticide leaching in a cracking clay soil with the PEARL model. *Pest Management Science* **61**: 432-448 DOI: [doi:https://doi.org/10.1002/ps.1004](https://doi.org/10.1002/ps.1004).
- Seretny A.G. 2022. Let's Talk About Pesticide Residues. CropLife Europe, Brussels. Available from: <https://croplifeeurope.eu/news/lets-talk-about-pesticide-residues> (accessed January 2023).

- Schneeweiss P. 2021. Zpráva o výsledcích plánované kontroly cizorodých látek v potravinách v roce 2021. Státní zemědělská a potravinářská inspekce, Brno.
- Státní veterinární správa. 2022. Kontaminace potravinového řetězce cizorodými látkami S 21: Informační bulletin č.1/2022.
- Státní zdravotní ústav. 2018. Zpráva o kvalitě pitné vody v ČR za rok 2017. Státní zdravotní ústav, Praha.
- Státní zdravotní ústav. 2022. Zpráva o kvalitě pitné vody v ČR za rok 2021. Státní zdravotní ústav, Praha.
- Státní zdravotní ústav. 2015. Zpráva o kvalitě pitné vody v ČR za rok 2014. Státní zdravotní ústav, Praha.
- Sulaiman N.S., Rovina K., Joseph V.M. 2019. Classification, extraction and current analytical approaches for detection of pesticides in various food products. *Journal of Consumer Protection and Food Safety* **14**: 209–221. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00003-019-01242-4>.
- Sur R., Cley C., Sittig S. 2022. Field leaching study – Inverse estimation of degradation and sorption parameters for a mobile soil metabolite and its pesticide parent. *Environmental Pollution* **310**: 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119794>.
- SZÚ. Národní referenční centrum pro pesticidy. Available from: <https://szu.cz/odborna-centra-a-pracoviste/centrum-hygieny-prace-a-pracovniho-lekarstvi/ochb/nrc-pesticidy/#> (accessed February 2023).
- TA ČR Starfos. Available from: https://starfos.tacr.cz/cs/project/TITSMZP833?query_code=w5eaaacjbyaa (accessed March 2023).
- Titěra, D. 2003. Vliv pesticidů a GMO používaných v ochraně rostlin na včely. In Stejskal, V., Kocourek, F., & Krejčová, J. (Eds.), *Sborník referátů z konference "Nové trendy v ochraně rostlin 2003"* (44-50). Vědecký výbor fyto-sanitárního a životního prostředí, Praha.
- Tolosa J., Rodriguez-Carrasco Y., Ruiz M.J., Vila-Donat P. 2021. Multi-mycotoxin occurrence in feed, metabolism and carry-over to animal-derived food products: A review. *Food and Chemical Toxicology* **158**: 1-22. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112661>.
- Trávníčková Z. 2022. Činnosti Státního zdravotního ústavu při hodnocení přípravků na ochranu rostlin. Agromanual.cz. Kurent, České Budějovice. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/management-a-legislativa/cinnosti-statniho-zdravotniho-ustavu-pri-hodnoceni-pripravku-na-ochranu-rostlin> (accessed February 2023).
- ÚKZÚZ: Kontrola krmiv. 2009. Eagri.cz, Ministerstvo zemědělství. Available from: <https://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/krmiva/kontrola-krmiv/> (accessed December 2022).

- Van Den Brink P. J. 2013. Assessing aquatic population and community-level risks of pesticides. *Environmental Toxicology and Chemistry* **32**: 972-973. DOI: <https://doi.org/10.1002/etc.2210>.
- Velíšek J., Hajšlová H. 2009. *Chemie potravin I. OSSIS (Václav Šedivý)*, Tábor.
- Velíšek J. 2014. *The chemistry of food*. Wiley-Blackwell, Chichester.
- Vlček V, Pohanka M. 2011. Environmentální aspekty užití organofosforových a karbamátových pesticidů schválených k užití v České republice. *Chemické Listy* **105**: 908-912.
- Walker, K. 2000. Cost-comparison of DDT and alternative insecticides for malaria control. *Medical and Veterinary Entomology* **14**: 345 - 354. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2915.2000.00262.x>.
- Wang, S., Wang, J., Wang, T., Li, C. and Wu, Z. 2019. Effects of ozone treatment on pesticide residues in food: a review. *International Journal Food and Science Technology* **54**: 301-312. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13938>.
- WHO. 2020. WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification. World Health Organization, Geneva.
- World Bank Group. 2015. *Agricultural Pollution Pesticide: Why Care about Pesticide Pollution?* Available from: <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/brief/pesticide-pollution> (accessed September 2022).
- Žák V., Vojtěchovská Šrámková M. 2021. *Situační zpráva SOVAK ČR ke kvalitě vody v ČR. SOVAK*. Available from: <https://www.sovak.cz/cs/clanek/situacni-zprava-sovak-cr-ke-kvalite-vody-v-cr> (accessed February 2023).

5.1 Přehled legislativy

Česká národní rada. 1992. Zákon č. 114/1992 Sb. Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny. Částka 28/1992. Česká republika.

Evropská komise a Generální ředitelství pro zdraví a bezpečnost potravin. 2022. Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/913 ze dne 30. května 2022, kterým se mění prováděcí nařízení (EU) 2019/1793 o dočasném zintenzivnění úředních kontrol a mimořádných opatření upravujících vstup určitého zboží z určitých třetích zemí do Unie, kterým se provádějí nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2017/625 a (ES) č. 178/2002 (Text s významem pro EHP). 32022R0913. Evropská unie.

Evropská komise a Generální ředitelství pro zdraví a bezpečnost potravin. 2022. Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/741 ze dne 13. května 2022 o koordinovaném víceletém kontrolním programu Unie pro roky 2023, 2024 a 2025 s cílem zajistit dodržování maximálních limitů reziduí pesticidů v potravinách rostlinného a živočišného původu a na jejich povrchu a vyhodnotit expozici spotřebitelů těmto reziduím pesticidů a o zrušení prováděcího nařízení (EU) 2021/601 (Text s významem pro EHP). 32022R0741. Evropská unie.

Evropská komise. 2002. Směrnice Komise 2002/63/ES ze dne 11. července 2002, kterou se stanoví metody Společenství pro odběr vzorků určených k úřední kontrole reziduí pesticidů v produktech rostlinného a živočišného původu a na jejich povrchu a kterou se zrušuje směrnice 79/700/EHS (Text s významem pro EHP). 32002L0063. Evropská unie.

Evropská komise. 2008. Nařízení Komise (ES) č. 1213/2008 ze dne 5. prosince 2008 o koordinovaném víceletém kontrolním programu Společenství pro roky 2009, 2010 a 2011 s cílem zajistit dodržování maximálních limitů reziduí pesticidů v potravinách rostlinného a živočišného původu a na jejich povrchu a vyhodnotit expozici spotřebitelů těmto reziduím pesticidů (Text s významem pro EHP). 32008R1213. Evropská unie.

Evropská komise. 2022. Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/741 ze dne 13. května 2022 o koordinovaném víceletém kontrolním programu Unie pro roky 2023, 2024 a 2025 s cílem zajistit dodržování maximálních limitů reziduí pesticidů v potravinách rostlinného a živočišného původu a na jejich povrchu a vyhodnotit expozici spotřebitelů těmto

reziduím pesticidů a o zrušení prováděcího nařízení (EU) 2021/601 (Text s významem pro EHP). 32022R0741. Evropská unie.

Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2002. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin. 32002R0178. Evropská unie.

Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2002. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/32/ES ze dne 7. května 2002 o nežádoucích látkách v krmivech. 32002L0032. Evropská unie.

Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2005. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) C. 396/2005 ze dne 23. února 2005 o maximálních limitech reziduí pesticidů v potravinách a krmivech rostlinného a živočišného původu a na jejich povrchu a o změně směrnice Rady 91/414/EHS Text s významem pro EHP. 32005R0396. Evropská unie.

Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2005. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 183/2005 ze dne 12. ledna 2005, kterým se stanoví požadavky na hygienu krmiv (Text s významem pro EHP). 32005R0183. Evropská unie.

Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2009. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009 ze dne 21. října 2009 o uvádění přípravků na ochranu rostlin na trh a o zrušení směrnic Rady 79/117/EHS a 91/414/EHS. 32009R1107. Evropská unie.

Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2009. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009 ze dne 21. října 2009 o uvádění přípravků na ochranu rostlin na trh a o zrušení směrnic Rady 79/117/EHS a 91/414/EHS. 32009R1107. Evropská unie.

Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2009. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 767/2009 ze dne 13. července 2009 o uvádění na trh a používání krmiv, o změně nařízení (ES) č. 1831/2003 a o zrušení směrnice Rady 79/373/EHS, směrnice Komise 80/511/EHS, směrnic Rady 82/471/EHS, 83/228/EHS, 93/74/EHS, 93/113/ES a 96/25/ES a rozhodnutí Komise 2004/217/ES (Text s významem pro EHP). 32009R0767. Evropská unie.

- Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2012. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 649/2012 ze dne 4. července 2012 o vývozu a dovozu nebezpečných chemických látek (přepracované znění) Text s významem pro EHP. 32012R0649. Evropská unie.
- Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2018. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/4 ze dne 11. prosince 2018 o výrobě, uvádění na trh a používání medikovaných krmiv, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 183/2005 a o zrušení směrnice Rady 90/167/EHS (Text s významem pro EHP). 32019R0004. Evropská unie.
- Evropský parlament a Rada Evropské unie. 2020. Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/2184 ze dne 16. prosince 2020 o jakosti vody určené k lidské spotřebě (přepracované znění) (Text s významem pro EHP). 32020L2184. Evropská unie.
- Ministerstvo zdravotnictví. 2004. Vyhláška č. 275/2004 Sb. Vyhláška o požadavcích na jakost a zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy. Částka 88/2004. Česká republika.
- Ministerstvo zdravotnictví. 2004. Vyhláška č. 35/2004 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví náležitosti, forma elektronické podoby a datové rozhraní protokolu o kontrole jakosti pitné vody a vody koupališť. Částka 11/2004. Česká republika.
- Ministerstvo zdravotnictví. 2005. Vyhláška č. 409/2005 Sb. Vyhláška o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody. Částka 141/2005. Česká republika.
- Ministerstvo zdravotnictví. 2010. Vyhláška č. 278/2010 Sb. Vyhláška, kterou se zrušuje vyhláška č. 381/2007 Sb., o stanovení maximálních limitů reziduí pesticidů v potravinách a surovinách, ve znění pozdějších předpisů. Částka 104/2010. Česká republika.
- Ministerstvo zdravotnictví. 2014. Vyhláška č. 83/2014 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů. Částka 34/2014. Česká republika.
- Ministerstvo zdravotnictví. 2018. Vyhláška č. 238/2011 Sb. Vyhláška o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. Částka 87/2011. Česká republika.

Ministerstvo zdravotnictví. 2018. Vyhláška č. 70/2018 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů. Částka 35/2018. Česká republika.

Ministerstvo zdravotnictví. 2018. Vyhláška č. 70/2018 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů. Částka 35/2018. Česká republika.

Ministerstvo zemědělství. 2012. Vyhláška č. 327/2012 Sb. Vyhláška o ochraně včel, zvěře, vodních organismů a dalších necílových organismů při použití přípravků na ochranu rostlin. Částka 119/2012. Česká republika.

Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství. 2011. Vyhláška č. 5/2011 Sb. Vyhláška o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod. Částka 2/2011. Česká republika.

Parlament České republiky. 1996. Zákon č. 91/1996 Sb. Zákon o krmivech. Částka 31/1996. Česká republika.

Parlament České republiky. 2000. Zákon č. 258/2000 Sb. Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. Částka 74/2000. Česká republika.

Parlament České republiky. 2001. Zákon č. 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Částka 98/2001. Česká republika.

Parlament České republiky. 2001. Zákon č. 274/2001 Sb. Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). Částka 104/2001. Česká republika.

Parlament České republiky. 2004. Zákon č. 326/2004 Sb. Zákon o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů. Částka 106/2004. Česká republika.

Parlament České republiky. 2022. Zákon č. 273/2022 Sb. Zákon, kterým se mění zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Částka 126/2022. Česká republika.

Vláda České republiky. 1951. Nařízení vlády č. 95/1951 Sb. Vládní nařízení, kterým se vydává statut státního úřadu plánovacího. Zrušen 1959. Částka 47/1951. Česká republika.