**Vliv zemědělství na biodiversitu**

Ing. Jan Štrobach Ph.D.

Jak je všeobecně známo biodiversita zahrnuje rozmanitost života na všech úrovních. Jde především o diverzitu druhovou, genetickou a rovněž diverzitu biotopů a ekosystémů (Esvelt a Gemmell 2017). Bohatá biologická rozmanitost je důležitým předpokladem pro zachování přírodních procesů sloužících člověku, které člověk využívá od pradávna při produkci potravin – zemědělství. Příkladem je přirozená regulace škůdců pomocí predátorů, opylování květů ovocných dřevin hmyzem, zajištění rozkladných procesů v půdě aj.

**Vývoj biodiversity v zemědělské krajině**

Biodiversita se v zemědělské krajině měnila tak jak se vyvíjelo zemědělství. Zpočátku do agrofytocenóz vstupovali druhy žijící v okolí obdělaných ploch. Přizpůsobovali se životu plodin a postupnou selekcí a adaptací na nové podmínky se stali součástí agroekosystému. Vlivem nových změn mohli vymizet nebo naopak se stali významnými faktory ovlivňující zemědělské hospodaření.

Příkladem je kosmopolitní rozšíření rostliny koukolu rolního (*Agrostemma githago*), který byl historicky významným plevelem až téměř do konce druhé světové války. Tento plevel byl tak dokonale přizpůsoben životu ozimých obilnin, že zcela imitoval jejich životní cyklus (vzcházení, růst, dozrávání semen a spolu s plodinou byl sklízen a jeho semena byla opět vysévána). Osudným se mu stalo až zdokonalení čištění osiva, se kterým se už nemohl dostávat zpět na ornou půdu a z polí rychle vymizel. Dnes se na polích vyskytuje pouze výjimečně (Štrobach a Mikulka 2017).

S postupem doby a rozšiřujícím se zemědělstvím narůstal i počet plevelů v porostech. V období renezance jsou k nám přiváženy ze zámoří nové plodiny a spolu s nimi se na polích objevují nové druhy rostlin, které se rychle stávají významnými plevely. Příkladem je rod kokotice (*Cuscuta sp.*), které rychle zaplevelují pěstované plodiny po celé Evropě (Štrobach a Mikulka 2019a).

Po zrušení nevolnictví a roboty v dobách rakouskouherské monarchie až po období první republiky, byla na území našeho státu vytvořena tradiční barokní krajina, která se vyznačovala jemnou mozaikovitou strukturou drobných polí, hustou sítí polních cest, mezí a stromořadí ovocných stromů. V krajině byla vysoká druhová pestrost pěstovaných plodin, plevelných rostlin a druhů hmyzu. Hospodaření zde bylo intenzivní, ale s vysokým podílem ruční práce téměř bez využití pesticidů. A na tyto podmínky byly navázány vysoké stavy drobné zvěře a další živočichové, kteří s dalšími změnami z krajiny ustoupili (Štrobach a kol. 2020).

Příkladem jsou vysoké stavy drobné zvěře v letech meziválečných, jako je zajíc polní (*Lepus europaeus*) nebo koroptev polní (*Perdix perdix*). Vysoké stavy drobné zvěře známé z let meziválečných zachycuje publikace: Myslivost v českých zemích od prof. J. Komárka (1945) „podle úředních cifer střelilo se r. 1935 v Čechách a na Moravě na 2 000 000 koroptví, ve skutečnosti bylo však uloveno o jednu třetinu víc, tedy přibližně asi 3 000 000 kusů“. Ale už v r. 1966 po zcelování pozemků v období kolektivizace bylo podle mysliveckých statistik ulovenou pouze necelých 17 000 koroptví. Od r. 1979 je odlov pouze sporadický na základě nízkých stavů s postupným omezováním až úplným zákazem lovu (Štrobach a kol. 2020). Dalším podobným příkladem je vývoj populací sysla obecného (*Spermophilus citellus*), který byl významným škůdcem polních plodin ještě v letech meziválečných, jelikož u něho pravidelně docházelo k periodickému přemnožení obdobně jako dnes u hrabošů. Dnes tento savec patří mezi kriticky ohrožené druhy a jeho výskyt v České republice je soustředěn pouze do několika lokalit (AOPK ČR 2020). Obdobně došlo také k silné redukci populace sýčka obecného (*Athene noctua*), malé sovy známé z nižších poloh zemědělských oblastí. Jehož populace v České republice v současnosti čítá pouze několik stovek párů. Mezi hlavní příčiny úbytku jsou zmiňovány změny v krajině spojené s úbytkem vhodných hnízdních biotopů a hnízdních dutin a chemizaci v zemědělství spojenou s úbytkem hmyzu jako dílčí potravy sýčka (Kaklíková 2018). Vlivem rozsáhlých změn zemědělské krajiny v důsledku intenzifikace jejího využívání došlo u některých druhů na území našeho státu dokonce k vyhynutí. Příkladem je mandelík hajní (*Coracias garrulus*), ťuhýk rudohlavý (*Lanius senator*), ťuhýk menší (*Lanius minor*), poštolka rudonohá (*Falco vespertinus*) nebo poštolka jižní (*Falco naumanni*). V době relativně nedávné je následovali například dytík úhorní (*Burhinus oedicnemus*) nebo koliha velká (*Numenius arquata*) (Štefanová a Šálek 2012).

Do 50. let minulého stol. byla biodiversita v zemědělské krajině ovlivňována faktory, jako jsou změny klimatu, vliv střídání plodin, vliv zpracování půdy, popř. vliv nezemědělské činnosti a vliv výživy rostlin. Po druhé světové válce se začínají poprvé používat látky na ochranu rostlin tzv. pesticidy. Zpočátku se jednalo pouze o sloučeniny anorganických látek, později ve 40 letech minulého století došlo k využívání látek syntetických (Štrobach a Mikulka 2019c).

Vysoká účinnost těchto látek zcela změnila zemědělské hospodaření a pěstování plodin se podřídilo používání těchto látek (omezené střídání plodin, pěstovaní plodin na husto u sebe aj.). Používání těchto látek bylo velmi účinné po dobu několika let. Např. při používání herbicidů na bázi syntetických auxinů z porostů velmi rychle vymizely citlivé plevele, které se doposud hojně na polích vyskytovali např. hořčice rolní (*Sinapis arvensis*), ředkev ohnice (*Raphanus raphanistrum*), penízek rolní (*Thlaspi arvense*), heřmánek pravý (*Matricaria chamomilla*) aj. Naproti tomu se začali na nově uvolněný prostor šířit více agresivní plevele jako např. oves hluchý (*Avena fatua*), chundelka metlice (*Apera spica-venti*), psárka polní (*Alopecurus myosuroides*) aj. a celá skupina dvouděložných plevelů jako např. heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*), rozrazil perský (*Veronica persica*), hluchavky (*Lamium amplexicaule* a *L. purpureum*), violka rolní (*Viola arvensis*) a svízel přítula (*Galium aparine*), který doposud žil na polích v ústraní a nyní se stává významným plevelem, který v současnosti zapleveluje všechny pěstované plodiny (Štrobach a Mikulka 2019c).

V současnosti je složení biodiversity na zemědělské půdě velmi nestabilní. Často dochází k přemnožení polních škůdců, plevelů a nárůstu výskytu chorob. Mnohdy jsou tyto změny rychlé a nepředvídatelné. Příkladem je návrat chrpy modré (*Centauera cyanus*) na zemědělskou půdu, která byla v letech meziválečných hojným plevelem, poté na dlouhou dobu z orné půdy vymizela a nyní se opět navrací zpět (Štrobach a Mikulka 2015).

V současnosti podle zjištění celé řady studií biodiversita v zemědělské krajině klesá. Např. populace motýlů a populace ptáků od r. 1990 početně poklesly o více než 50% a u biomasy létajícího hmyzu došlo k poklesu až o 75% (Hallmann a kol. 2017). Stejně tak nové celosvětové komplexní studie ukázaly, že 41% druhů hmyzu a 22% druhů obratlovců jsou na ústupu s roční mírou poklesu o 1,0% až 2,5% (Sánchez-Bayo a Wyckhuys, 2019). Drobná zvěř vázaná na pestré agroekosystémy (koroptev polní, zajíc polní, bažant obecný) se ze zemědělské krajiny vytrácí a nahrazuje ji spárkatá zvěř, která způsobuje největší škody na zemědělských plodinách (Štrobach a kol. 2020).

Například podle dat Českého statistického úřadu bylo v roce 2017 v České republice uloveno pouhých 26 729 zajíců, což je nejnižší počet ulovených kusů v historii lovu zajíce polního. Nejvyššího odlovu bylo dosahováno ještě v první polovině 70. let minulého století, ve kterém odlov zajíce polního čítal více než 1 100 000 kusů. Od této doby dochází k neustálému poklesu odlovů i stavů v honitbách a zajíce tak bohužel čeká stejný osud jako koroptev polní. Naopak nejvíce lovenou zvěří je zvěř spárkatá. Příkladem je nárůst stavů prasete divokého (*Sus scrofa*). Ještě v knize od prof. J. Komárka: Myslivost v Českých zemích z r. 1945 se dočítáme, že sice v r. 1935 bylo v Českých zemích uloveno 442 kusů černé zvěře, ale pouze 22 kusů bylo uloveno ve volné přírodě a to se ještě jednalo o zvěř přicházející do Čech ze Slovenska a Bavorska. Zvěř vyhubená ve volnosti byla díky šlechtě chována pouze v oborách, ke zvratu došlo až během druhé světové války, při které byly poničeny oborní ploty, a černá zvěř uniká. Přibližně od roku 1950 počet divokých prasat v Česku rapidně vzrůstá (Gailer a Dungel 2002). V současné době patří prase divoké z hlediska škod na zemědělských plodinách i mysliveckého hospodaření mezi nejvýznamnější druhy. V  r. 2017 bylo dosaženo historicky největšího odstřelu, kdy bylo uloveno 229 182 ks divokých prasat. Obdobná situace nastala také u některých zdomácnělých druhů jako je např. muflon evropský (*Ovis orientalis musimon*), daněk skvrnitý (*Dama dama*) nebo jelen sika (*Cervus nippon*). Jejichž početnost obdobně, jako u černé zvěře, narůstá především v lokalitách vázaných na intenzivně obhospodařované zemědělské oblasti (Štrobach a kol. 2020).

Podobná situace je také zaznamenána u nutrie říční (*Myocastor coypus*), která je typickým příkladem toho jak se z hospodářského zvířete stal kosmopolitně invazivní druh. Nutrie říční pocházející z jižní Ameriky si v naší krajině nalezla vhodné podmínky k životu. První záznamy o odlovu nutrie říční v ČR se začínají v mysliveckých statistikách objevovat až v roce 2003, ve kterém bylo odloveno 158 nutrií, ale už v roce 2016 byla překonána hranice odlovu 6000 kusů. Nutrie poškozuje veškeré pěstované plodiny od zeleniny přes řepku, řepu cukrovou až po obilniny. Významné je i poškozování břehových porostů nížinných toků a podpora eroze při budování nor (Štrobach a Mikulka 2019b).

Podle současných trendů ve vývoji populací v zemědělské krajině přežijí ty druhy, které mají širokou ekologickou valenci ke stanovištním podmínkám a kterým změny v zemědělské krajině vyhovují, např. dochází k invazím a expanzím teplomilných druhů plevelů jako je bytel metlatý (*Kochia scoparia*), ambrozie peřenolistá (*Ambrosia artemisiifolia*), mračňák Thephrastův (*Abutilon theophrasti*) a dalších (Štrobach a Mikulka 2014). Některé druhy na zemědělské půdě nacházejí příhodné životní podmínky, které jinde nemají, pronikají sem, zdárně se zde množí a mohou se stát významnými škůdci nebo plevely. Příkladem je současná expanze mrvky myší ocásek (*Vulpia myuros*) na orné půdě, která je odolná k většině účinných látek herbicidů, a u které proto dochází k masivnímu šíření (Mikulka a Štrobach 2016).

Celkově lze říci, že je nesporné, že mnoho dalších skupin organizmů ubývá, nahrazují je nové, čímž se mění druhová skladba populací v zemědělské krajině (Meyer 2014, Nieto a kol. 2014, Brühl a kol. 2015, Hallmann a kol. 2018, Feindt a kol. 2018, Sánchez-Bayo a Wyckhuys 2019).

Ke značné ztrátě biodiversity také dochází na úrovni celých přirozených nebo polopřirozených společenstev. Například v Německu ze 14 typů biotopů závislých na otevřené krajině jsou z 80% ohrožovány poškozováním zemědělskou činnosti (Finck a kol. 2017).

Obecně lze říci, že původní druhy ustupují a nahrazují je nové, více agresivnější, hůře regulovatelné, které v zemědělství snižují výnosy, komplikují sklizeň, znehodnocují produkty a jsou mezihostiteli škůdců i chorob, přičemž na to mnohdy současné systémy pěstování plodin nejsou připraveny.

**Faktory ovlivňující biodiversitu**

Obecně má současná zemědělská praxe negativní dopad na biodiversitu v zemědělské krajině. Příčin ovlivňujících biodiversitu existuje celá řada. Mezi hlavní faktory zemědělské činnosti, které ovlivňují biodiversitu patří vliv střídání plodin, vliv zpracování půdy, vliv výživy rostlin a vliv pesticidů. Významné změny biodiversity ve spojení se zemědělskou činností jsou spojovány se změnami přirozených stanovišť jako je odlesnění a změny vodního režimu půd.

*Změny stanovištních podmínek*

Změny stanovištních podmínek, kterým původní druhy nemohou přizpůsobit svoje životní potřeby, jsou hlavním faktorem, proč v zemědělských oblastech dochází ke snižování biodiversity. Jak je zřejmé z některých studií z celosvětového pohledu byl pokles hmyzích populací zapříčiněn změnami stanovišť, znečištěním prostředí, ale i změnami klimatu (Sanchez-Bayo a Wyckhuys 2019). Většina změn stanovišť byla způsobena intenzivním zemědělstvím, jehož současným negativem je střídání omezeného počtu plodin a zvětšením ploch pozemků osetých jednou plodinou. Proto došlo ke ztrátě okrajového efektu polí, které byly bohaté na hmyzí a plevelová společenstva. Vlivem těchto změn došlo sice k efektivnější regulaci plevelů, a zvýšení efektivity práce, ale zároveň došlo ke ztrátě stanovišť a potravní nabídky pro řadu živočichů vázaných na zemědělskou krajinu (Boatman a kol. 2004). Příkladem je ovlivnění potravní nabídky u kuřat kurovitých ptáků jako je koroptev polní, nebo křepelka polní (*Coturnix coturnix*), které potřebují ke zdárnému vývoji živočišnou bílkovinu, kterou jsou právě škůdci polních plodin. Bez tohoto druhu potravy jsou kuřata nedostatečně vyvinutá a stávají se proto také snadnou kořistí predátorů nebo rychleji podléhají chorobám (Štrobach a kol. 2020).

Významný vliv na změny stanovištních podmínek v souvislosti se zemědělskou činností měli meliorace především vlivem odvodnění půd. K největšímu rozmachu meliorací v dějinách Českých zemích došlo ve druhé polovině 20. století. Celkem bylo v České republice odvodněno zhruba 1,2 milionu hektarů půdy a skoro 700 000 hektaru bylo odvoděno ve velice krátké době po roce 1945. Tento proces, který zúrodnil řadu oblastí a umožnil obhospodařování řady zemědělských pozemků, přináší i řadu negativ v oblasti biodiversity. Který souvisí s poklesem početnosti řady živočišných i rostlinných druhů. Některé druhy z krajiny nenávratně mizí pryč. Nejmarkantněji byly zasaženy populace obojživelníků a plazů v souvislosti s eliminací vodních a suchozemských stanovišť (ztráta ploch vhodných k rozmnožování, přezimování a omezení migračních tras) (Baker a kol. 2013).

*Vliv zpracování půdy*

Zpracování půdy stále patří mezi základní a nejvýraznější opatření ovlivňující biodiversitu na orné půdě. Zpracování půdy můžeme rozdělit na orbu, která může mít různé podoby v závislosti na hloubce, počtu kultivačních prací a použitých strojích. U orby dochází k převrácení vrstvy ornice. Odlišné je redukované zpracování půdy, které může mít několik podob, které jsou závislé na množství rostlinných zbytků na povrchu půdy a použitých technologiích. Proto systémy „redukovaného zpracování půdy“ dělíme na dvě skupiny a to na technologie minimálního zpracování půdy, které obsahují omezenou manipulaci s půdou smícháním zbytků rostlin do povrchu půdy a bez zpracování půdy, přičemž plodiny jsou součástí nezpracované půdy, s nebo bez odstranění zbytků plodin z povrchu (Alskaf a kol. 2020).

Zpracováním půdy můžeme například ovlivňovat plevelové spektrum na pozemcích. Proto je také zaznamenán stoupající význam jednoletých ozimých trávovitých plevelů, především na orné půdě obhospodařované technologiemi minimálního zpracování půdy s minimálním střídáním ozimů. Mezi nejvýznamnější druhy patří chundelka metlice (*Apera spica-venti*), stále stoupající trend je zaznamenáván u psárky polní (*Alopecurus myosuroides*) nebo lipnice roční (*Poa annua*). Mohutná expanze na zemědělskou půdu byla zaznamenána u druhu mrvka myší ocásek (*Vulpia myuros*), která stále častěji kalamitně zapleveluje celou řadu plodin. Vysoká zaplevelenost ozimých obilnin trávovitými ozimými plevely může podle řady studií snížit výnos až o 50%, monodominantní porosty mrvky myší ocásek mohou ohniskově potlačit i celé plochy porostů různých plodin i plevelů (Štrobach a Mikulka 2019d).

Upouštění od orby a snížená intenzita zpracování půdy (technologie minimálního zpracování půdy) zapříčiňuje rozvoj vytrvalých druhů plevelů, jako je např. pcháč rolní (*Cirsium arvense*), pýr plazivý (*Elytrigia repens*), hrachor hlíznatý (*Lathyrus tuberosus*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*) aj. V minulosti při používání klasického zpracování půdy byl kořenový systém vytrvalých druhů silně poškozován podmítkou a hlubokou orbou. Regenerace byla pomalá. Nové zeslabené výhony zpravidla vyrašily až v jarních měsících, kdy byly ozimy rychlým růstem potlačovány. Při současném minimálním zpracování půdy je kořenový systém poškozován minimálně a segmenty vegetativních diaspor zůstávají v celém profilu zpracované půdy. Proto se regenerující rostliny objevují již krátce po vzejití rostlin ozimů a jsou schopny potlačovat plodiny (Štrobach a Mikulka 2019d).

Dalším faktorem je zpracování půdy, které ovlivňuje změny suchozemských stanovišť. Se změnou půdního prostředí se naruší potravní sítě, což zejména způsobí poškození v půdě žijících organismů (edafonu), jako jsou chvostoskoci, roztoči a žížaly (Tsiafouli a kol. 2015, Marwitz a kol. 2014).

*Pesticidy a hnojení*

S postupným vývojem zemědělství a potřebou zvyšující se produkce potravin, do přirozených procesů, především po druhé světové válce, vstupují uměle vytvořené látky na ochranu rostlin tzv. pesticidy (insekticidy, fungicidy, herbicidy), bez kterých se současné konvenční systémy pěstování rostlin neobejdou. I přes to nejnovější studie ukazují, že ztráty na výnosu u pěti celosvětově nejdůležitějších plodin jako jsou brambory, sójové boby, pšenice, kukuřice a rýže činí vlivem chorob a škůdců 17,2 až 30% v celosvětovém průměru (Savary a kol. 2019). Vysoká míra používaní pesticidů sebou nese znečištění prostředí rezidui pesticidů a vstupy hnojiv (N,P,K) (Sanchez-Bayo a Wyckhuys 2019).

Množství a objem používaných pesticidů v současnosti je často diskutován, a to nejen s ohledem na negativní důsledky pro biodiversitu. V letech 2009 až 2011 byla provedena analýza dat z 946 konvenčních farem ve Francii hospodařících na orné půdě, a bylo zde zjištěno, že požití pesticidů lze snížit o 42% na dvou třetinách farem bez výrazného vlivu na výnos nebo zisk (Lechenet a kol. 2017). Tyto výsledky, které jsou založeny na modelových výpočtech, mohou být ovlivněny mnoha faktory, jako jsou půdně-klimatické poměry, infekční tlak chorob a škůdců, zásoba semen plevelů v půdě, střídání plodin, pěstované odrůdy aj.

Přípravky na ochranu rostlin mají také přímé toxické účinky na necílové organismy a za nepřímý účinek je považován např. nedostatek potravy, odstranění podmínek krytových (absence ochrany před predátory po odstranění porostu) a klidových s nemožností rozmnožovat se. Pro mnohé populace převyšuje použité množství a účinnost látek schopnost zotavit se (Kattwinkel a Liess 2014) a postupně ze zemědělské krajiny mizí. Kombinací účinků přípravků na ochranu rostlin (pesticidů) s environmentálními stresory (nedostatek vody, stres ze sucha atd.) a antropogenními stresory (znečišťující látky, přebytek živin, zhutňování půdy, zúžené střídání plodin atd.) vede k vzájemnému posílení negativních účinků (Goulson a kol. 2015, Liess a kol. 2016, Schäffer a kol. 2016).

Negativní vliv přípravků na ochranu rostlin na necílové organismy je také ovlivněn kultivačními systémy. V intenzivně využívané zemědělské krajině, kde jsou potravní řetězce narušovány zejména širokospektrálními herbicidy, je jen málo alternativních zdrojů potravy (Schäffer a kol. 2018). Ve srovnání, které přináší polní studie zaměřena na srovnání biodiversity na plochách orné půdy ošetřené glyfosátem a mechanickým zpracováním, bylo zjištěno, že se druhové složení a diversita v přímém srovnání nemění (Koning a kol. 2019).

**Použitá literatura**

AOPKČR. [https://www.zachranneprogramy.cz](https://www.zachranneprogramy.cz/) [online]. [cit. 2020-28-05]. [Dostupné online](https://www.zachranneprogramy.cz/sysel-obecny/biologie-a-ekologie-druhu)

Alskaf K. – Sparkes D.L. - Mooney S.J. - Sjögersten S. - Wilson P. (2020): The uptake of different tillage practices in England. Soil Use and Management. 36: 27-44.

Baker N.,J. - Bancroft B.,A - Garcia T.,S. (2013): A meta-analysis of the effects of pesticides and fertilizers on survival and growth of amphibians. Science of the Total Environment 449, 150-156. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.01.056

Boatman N.,D - Brickle N.,W - Hart J.,D. - Milsom T.,P - Morris A.,J, - Murray A.,W. - Murray K.,A. - Robertson P.,A (2004): Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds. Ibis 146, 131-143.

Brühl C.,A. - Alscher A. - Hahn M. - Berger G. - Bethwell C. - Graef F. - Schmidt T. - Weber B. (2015): Protection of biodiversity in the risk assessment and risk management of pesticides (plant protection products & biocides) with a focus on arthropods, soil organisms and amphibians. Federal Environment Agency, Dessau, Germany.

Esvelt K.,M. - Gemmell N.,J. (2017): Conservation demands safe gene drive. PLoS Biol. 15 (11): e2003850.

Feindt P.,H - Bahrs E. – Engels, E.,M. - Hamm U. - Herdegen M. - Isselstein J. – Schröder, S. – Wätzold, F. – Wolters V. (2018): Für eine Gemeinsame Agrarpolitik, die konsequent zum Erhalt der biologischen Vielfalt beiträgt.

https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ministerium/Beiraete/Biodiversitaet/StellungnahmeAgrarpolitikErhaltbioVielfalt.pdf?blob=publicationFile

Finck P. - Heinze S. - Raths U. - Riecken U. - Ssymank A. (2017): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands: dritte fortgeschriebene Fassung 2017. Edtion ed.: Bundesamt für Naturschutz.

Gailer J. - Dungel J. (2002): Atlas savců České a Slovenské republiky. Praha, Academia.

Goulson D. - Nicholls E - Botías C. - Rotheray E.,L. (2015): Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. Science 347(6229), 1255957.

Hallmann C.,A. - Sorg M. - Jongejans E. - Siepel H. - Hofland N. - Schwan H. - Stenmans W., Müller A. - Sumser H. - Hörren T. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PloS one 12(10), e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809.F>

Hallmann C.,A. - Zeegers T. - van Klink R. - Vermeulen R. - van Wielink P. - Spijkers H. - Jongejans E. (2018): Analysis of insect monitoring data from De Kaaistoep and Drenthe. Reports Animal Ecology and Physiology, 2.

Kaklíková, Z. Pták roku 2018 – sýček obecný [online]. 2018-02-05 [cit. 2018-08-05]. [Dostupné online](https://www.birdlife.cz/ptak-roku-2018-sycek-obecny/)

Kattwinkel M. - Liess M. (2014): Competition matters: Species interactions prolong the longterm effects of pulsed toxicant stress on populations. Environmental Toxicology and Chemistry 33(7), 1458-1465.

Koning L.,A. - de Mol F. - Gerowitt B. (2019): Effects of management by glyphosate or tillage on the weed vegetation in a field experiment. Soil and Tillage Research 186, 79-86.

Liess M. - Foit K. - Knillmann S. - Schäfer R.,B. - Liess H.,D. (2016): Predicting the synergy of multiple stress effects. Scientific reports 6, 32965.

Marwitz A. - Ladewig E. - Märländer B. (2014): Response of soil biological activity to common herbicide strategies in sugar beet cultivation. European Journal of Agronomy 54, 97-106.

Meyer S. - Wesche K. - Krause B. - Brütting C. - Hensen I. - Leuschner C. (2014): Diversitätsverluste und floristischer Wandel im Ackerland seit 1950. Natur und Landschaft 89(9), 10.

Mikulka, J. - Štrobach, J. 2016. Mrvka myší ocásek. Nově se šířící plevel na orné půdě. *Agromanuál*, 11(9-10): 16-17.

Nieto A. - Alexander K. (2014): European Red List of Saproxylic Beetles. Publications Office of the European Union, Luxembourg. In.: IUCN Publications Services, (www. iucn.org/publications), 2014.

Sánchez-Bayo F. - Wyckhuys K.,A. (2019): Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. Biological Conservation 232, 8-27.

Savary S. -Willocquet L. - Pethybridge S.,J. - Esker P. - McRoberts N. - Nelson A. (2019): The global burden of pathogens and pests on major food crops. Nature ecology & evolution 3(3), 430. https://doi.org/10.1038/s41559-018-0793-y

Schäffer A. - Amelung W. - Hollert H. - Kaestner M. - Kandeler E - Kruse J. - Miltner A. - Ottermanns R. - Pagel H. - Peth S. (2016): The impact of chemical pollution on the resilience of soils under multiple stresses: a conceptual framework for future research.Science of the Total Environment 568, 1076-1085.

Schäffer A. - Filser J. - Frische T. - Gessner M. - Köck W. - Kratz W. - Liess M. - Nuppenau E. - Roß-Nickoll M. - Schäfer R. (2018): Der stumme Frühling-Zur Notwendigkeit eines umweltverträglichen Pflanzenschutzes. Der stumme Frühling – Zur Notwendigkeit eines umweltverträglichen Pflanzenschutzes. Diskussion Nr. 16. Nationale Akademie der Wissenschaften – Leopoldina, Halle (Saale).

Štefanová M. – Šálek M. Početnost ptáků zemědělské krajiny v podmínkách šetrného a konvenčního hospodaření. Sylvia, 2012, roč. 2012, 48: 25-37.

Štrobach, J. – Mikulka, J. – Kožmín, J. (2020): Prevence škod působených zvěří na zemědělských plodinách. Profi press s. r. o., Praha.

Štrobach J. a Mikulka J. (2015): Chrpa modrá (*Centauera cyanus* L.). Rostlinolékař,(26):1, 15-16.

Štrobach, J. – Mikulka, J. (2019a): Dlouhodobé změny druhového spektra plevelů. Úroda (67)10: 34-37.

Štrobach, J. - Mikulka, J. 2017. Návrat koukolu polního (*Agrostemma githago* L.) na ornou půdu – klíčení, vzcházení a parametry semen. *Úroda*, 65(10): 22-25.

Štrobach, J. – Mikulka, J. (2019b): Nový škůdce - nutrie říční. Úroda (67)3: 34-36.

Štrobach J. - Mikulka J. (2014): Teplomilné plevele v podmínkách České republiky. Rostlinolékař, 25(4):25-28.

Štrobach J. - Mikulka J. (2019c): Vliv zemědělské činnosti na dlouhodobé změny plevelů. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.. Praha.

Štrobach J. – Mikulka J. (2019d): Významné jednoleté ozimé trávy v obilninách. Úroda (67)5: 20-22.

Tsiafouli M.,A - Thébault E. - Sgardelis S.,P - De Ruiter P.,C. - Van Der Putten W.,H - Birkhofer K. - Hemerik L. - De Vries F.,T. - Bardgett R.,D - Brady M.,V. (2015): Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. Global Change Biology 21(2), 973-985.

**Zpracoval**: Ing. Jan Štrobach, Ph.D., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., strobach@vurv.cz