

Ekologie

Základní pojmy, populace
(přednáška č. 3, zoočást)

Nejdůležitější abiotické faktory

teplota

Teplota u živočichů (rostlin) ovlivňuje zejména:

- jejich aktivitu
- délku vývoje
- je limitujícím faktorem možnosti výskytu určitého druhu na konkrétním stanovišti (ekologická valence)

Nejdůležitější abiotické faktory teplota jako limitní faktor výskytu druhu

Teplotní existenční rozmezí (ekologická valence)
jednotlivých druhů živočichů jsou značně rozmanitá:

Eurytermní druhy – druhy teplotně nenáročné

Stenotermní druhy – druhy schopné existence jen v úzkém
rozmezí teplot

- teplotně náročné (termofilní)
- středně náročné (mezotermofilní)
- chladnomilné (psychofilní)
- žijící na sněhu a ledu (kryofilní)

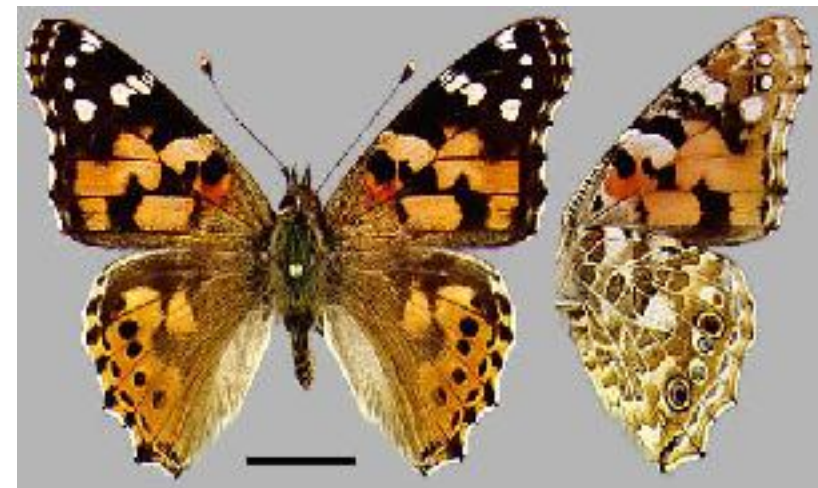
Nejdůležitější abiotické faktory teplota jako limitní faktor výskytu druhu

termofilní druh (u nás schopný přežít pouze ve sklenicích):



Nejdůležitější abiotické faktory teplota jako limitní faktor výskytu druhu

Termofilní druh, který zde není schopen zimovat:



Babochka kopřivová – poslední
silná migrační vlna na našem
území byla v roce 2010

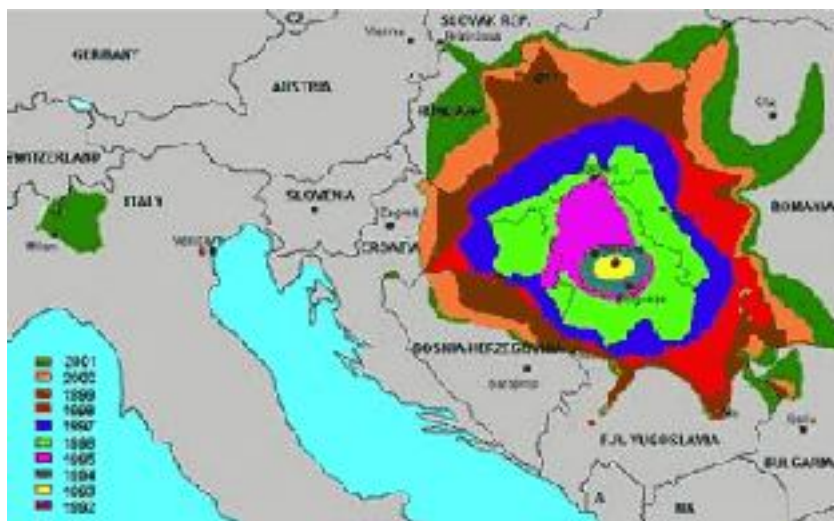
Nejdůležitější abiotické faktory teplota jako limitní faktor výskytu druhu

Termofilní druh, který zde není schopen zimovat venku:



Nejdůležitější abiotické faktory teplota jako limitní faktor výskytu druhu

termofilní druh (které se k nám dostal v posledních letech):

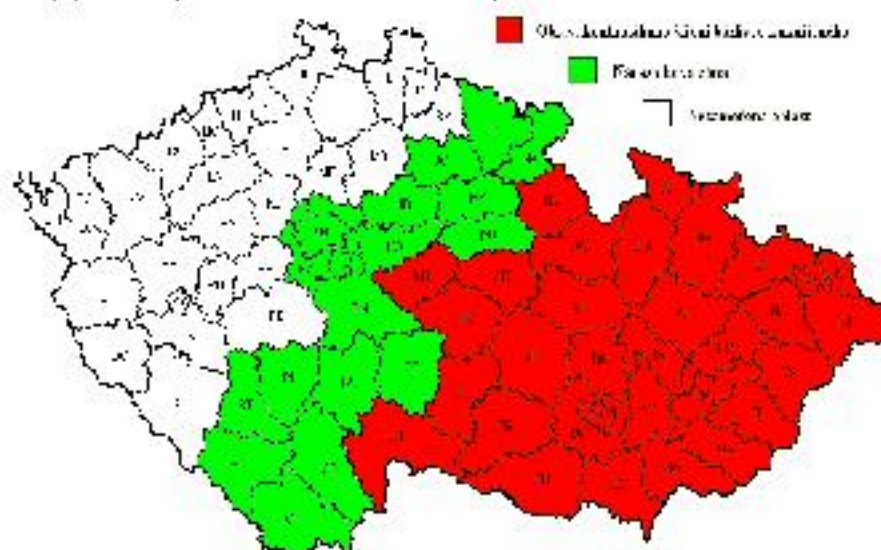


Nejdůležitější abiotické faktory teplota jako limitní faktor výskytu druhu

mezotermofilní druh (které se k nám dostal v posledních letech):

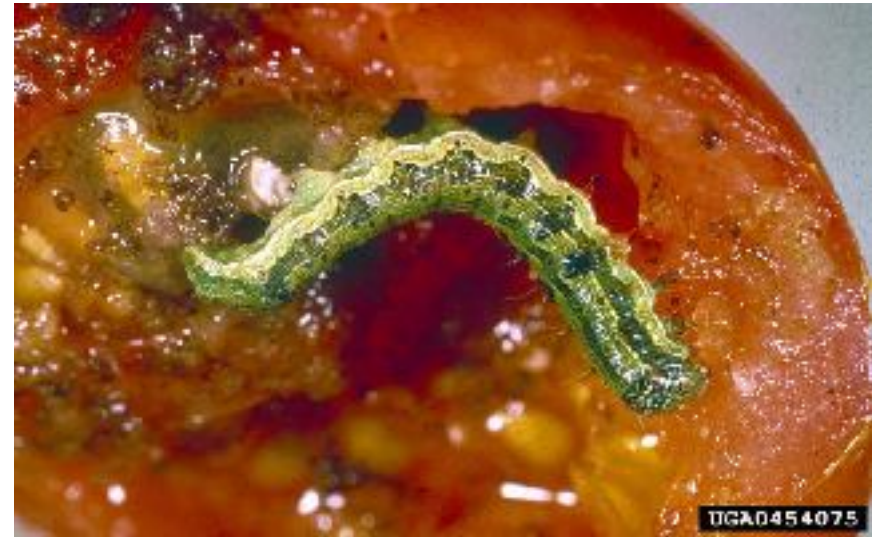


Zóny vymezené ke zpaměti bázilivce kukuřičného v ČR pro rok 2011



Nejdůležitější abiotické faktory teplota jako limitní faktor výskytu druhu

termofilní druh (které se k nám dostal v posledních letech):



Nejdůležitější abiotické faktory teplota jako limitní faktor výskytu druhu

Kryofilní druhy žijící u nás:



Nejdůležitější abiotické faktory

teplota jako limitní faktor výskytu druhu

Kryofilní druhy žijící u nás:



Několik druhů
chvostoskoků



Nejdůležitější abiotické faktory teplota

Allenovo pravidlo: Homoitermní živočichové vyskytující se v chladných oblastech mají kratší tělní výrůstky (uši, nos, nohy, ocas) než jejich rasy nebo příbuzné druhy v oblastech teplejších (při jejich menší délce se relativně zmenšuje povrch těla a snižují se tepelné ztráty).

Fenek berberský (*Fennecus zerda*) → naše liška obecná (*Vulpes vulpes*) → severská liška (*Alopex lagopus*)



Nejdůležitější abiotické faktory

teplota

Bergmannovo pravidlo: se věnuje tělesné stavbě příbuzných živočichů žijících v odlišných klimatických podmínkách a uplatňuje se u teplokrevných obratlovců. Toto pravidlo říká, že druhy a poddruhy žijící v chladnějších oblastech jsou zpravidla větší a mohutnější než jejich příbuzní z nižších zeměpisných šířek. Důvodem rozdílu ve velikosti je poměr mezi objemem a povrchem těla jednotlivých taxonů. Větší živočich má menší poměr povrchu těla vůči objemu a tím menší tepelné ztráty na jednotku hmotnosti. Pravdivost Bergmanova pravidla můžeme nejlépe pozorovat u medvědů, poddruhů tygra, tučňáků apod.

Sibiřský poddruh tygra ussurijského je výrazně větší než rasy ze Sundských ostrovů

Příčinou menší velikosti ras v teplejších oblastech může ale též být rychlejší dospívání a nástup pohlavní zralosti (a tím zastavení růstu).

Bergmann's rule and the geography of mammal body size in the Western Hemisphere

Miguel Á. Rodríguez, Miguel Á. Olalla-Tárraga and Bradford A. Hawkins

ABSTRACT

Aim To describe the geographical pattern of mean body size of the non-volant mammals of the Nearctic and Neotropics and evaluate the influence of five environmental variables that are likely to affect body size gradients.

Results Mean body size increases to the north in the Nearctic and is negatively correlated with temperature. In contrast, across the Neotropics mammals are largest in the tropical and subtropical lowlands and smaller in the Andes, generating a positive correlation with temperature. Finally, body size and temperature are nonlinearly related in both regions, and split-line linear regression found temperature thresholds marking clear shifts in these relationships (Nearctic 10.9 °C; Neotropics 12.6 °C). The increase in body sizes with decreasing temperature is strongest in the northern Nearctic, whereas a decrease in body size in mountains dominates the body size gradients in the warmer parts of both regions.

Main conclusions We confirm previous work finding strong broad-scale Bergmann trends in cold macroclimates but not in warmer areas. For the latter regions (i.e. the southern Nearctic and the Neotropics), our analyses also suggest that both local and broad-scale patterns of mammal body size variation are influenced in part by the strong mesoscale climatic gradients existing in mountainous areas. A likely explanation is that reduced habitat sizes in mountains limit the presence of larger-sized mammals.

Fosterovo pravidlo

Toto pravidlo se zabývá vznikem zakrslých forem živočichů na izolovaných místech. Je pravděpodobné, že vedle geografické izolace hrály při vzniku trpasličích forem určitou roli i nepříznivé klimatické (teplotní?) vlivy. Například na středomořských ostrovech (Malta, Kypr, Kréta, Sardinie...) žil v posledních dobách ledových trpasličí slon *Palaeoloxodon falconeri*, který dosahoval výšky v lopatkách pouze 0,9 m. Vedle tohoto slona žili ve stejné době na těchto ostrovech také trpasličí jeleni, hroši a jiní savci.



Glogerovo pravidlo

Konstatuje, že teplokrevní živočichové mají směrem na sever tmavší zbarvení srsti, kůže nebo peří. Touto adaptací snižují své albedo, což je schopnost odrážet nebo naopak pohlcovat sluneční záření. Světlé povrchy (např. čerstvě napadlý sníh) mají albedo velké a odráží většinu dopadající energie. Tmavě zbarvené plochy pohlcují velké procento energie ze slunečního záření a tím se oteplují.

Platnost tohoto pravidla má řadu výjimek (lední medvěd apod.). Mnozí živočichové upřednostnili před výhodnějším hospodařením s teplem maskování.

Hesseho pravidlo

Hesseho pravidlo říká, že teplokrevní živočichové žijící v vyšších zeměpisných šířkách nebo ve vyšších nadmořských výškách mají oproti druhům z teplejších oblastí větší srdce. Tato morfologická adaptace jim umožňuje rychlejší cirkulaci krve a tím zmírňuje její ochlazování v okrajových partiích těla.

Hopkinsův zákon (též bioklimatologický princip)

Toto ekologické pravidlo konstatuje, že začátek jednotlivých biologických událostí, jakými jsou například kvetení nebo rozmnožování, se časově posouvá v závislosti na průměrné teplotě, která v dané oblasti figuruje. Směrem na sever, na východ a do vyšších nadmořských výšek se tyto biologické události opoždějí. Časový posun o čtyři dny odpovídá přibližně změně o jeden stupeň zeměpisné šířky, o pět stupňů východní délky a asi o 400 výškových metrů v horách.

Renschovo pravidlo

formuluje skutečnost, že hustota a délka srsti savců se se vzrůstající teplotou prostředí zmenšuje. V teplejších oblastech nepotřebují savci (ani jiní živočichové) tak dokonalou tepelnou izolaci, a proto je zbytečné investovat do mohutného kožichu.

Nejdůležitější abiotické faktory

teplota jako regulátor aktivity a klidových stavů

U poikilothermních organismů vyvolávají výkyvy teplot přímo změny v intenzitě jejich metabolismu a ovlivňují tedy i jejich aktivitu.

U homoitermních živočichů je úspěšná termoregulace závislá především na dostatku potravy (je energeticky náročná – zdroje). Jsou-li výkyvy teplot v určitých mezích (ekologické valence daného druhu), aktivita druhu nemusí být jimi ovlivněna.

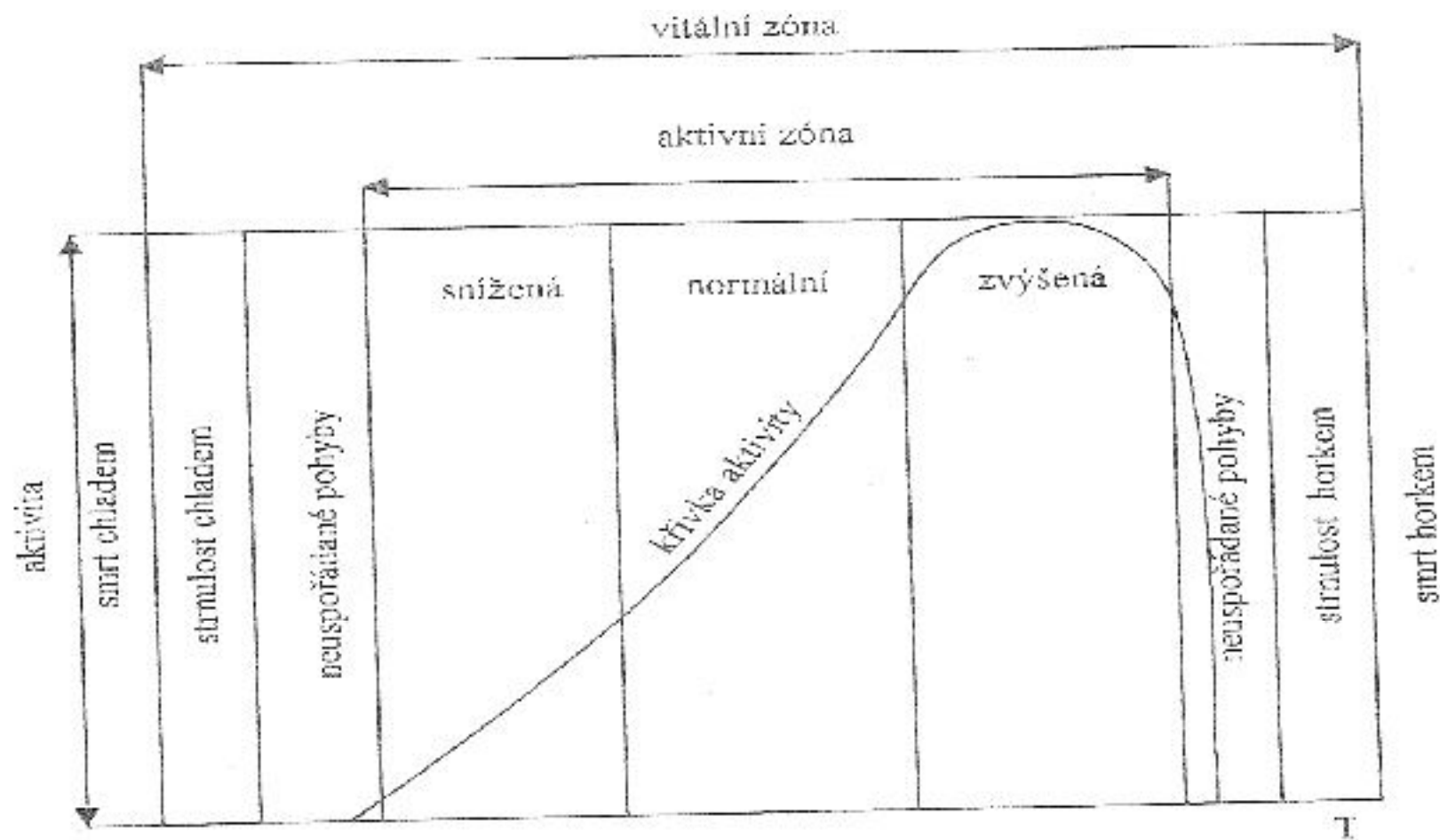
Nástup nepříznivých teplot (příliš nízké nebo naopak) vyvolá:

- stěhování do příznivějších oblastí
- upadnutí do strnulosti (**zimní spánek = hibernace, letní spánek = estivace**)

Hibernace (estivace) je typická především pro poikilothermní organismy. Hibernují (estivují) ale i některé druhy homoitermních živočichů. U homoitermů může být hibernace spojena s aktivním zvyšováním a snižováním teploty → heterothermní druhy (plch, sysel, křeček, svišť, ježek, letouni, z ptáků lelek)

Nejdůležitější abiotické faktory

teplota jako regulátor aktivity a klidových stavů



Obr. 8 Grafické znázornění závislosti aktivity na teplotě u poikilotermního druhu živočicha

Nejdůležitější abiotické faktory

vliv teploty na délku vývoje

U poikilothermních živočichů se zvyšuje intenzita metabolismu se zvyšující se teplotou – urychluje se tak ontogeneze (zkracuje se její délka).

Platí zde vztah:

$$S = (T - K) \cdot D,$$

K – nulový bod vývoje, teplota, při níž se vývoj zastavuje

T – aktuální teplota

D – doba vývoje

S – suma efektivních teplot pro populaci určitého druhu v určité oblasti

Využívá se v rostlinolékařství pro signalizaci výskytu živočišných škůdců (zejména škodlivého hmyzu). Hodnoty **S** a **K** jsou pro určité druhy známé (stanovené)



Teplotní nároky a sumy efektivních teplot stanovené pro **dřepčíka olejkového** (podle Šedivého, 2000)

Počátek nalétávání dospělců do porostů	Suma efektivních teplot (SEF) potřebná pro zahájení období kladení vajíček (předpokladem je také dostatečný úživný žír)	Suma efektivních teplot (SEF) potřebná pro zahájení období líhnutí larev
konec léta, teploty nad 20°C	41°C	200°C
SEF (kladení): sčítají se hodnoty (°C) převyšující průměrnou denní teplotu 7°C; je-li prům. denní teplota např. 9°C, přičtou se za tento den 2°C.		
SEF (líhnutí): sčítají se hodnoty (°C) převyšující průměrnou denní teplotu 4°C; je-li prům. denní teplota např. 9°C, přičte se za tento den 5°C.		

Na podobném principu je založena i signalizace ochrany porostů hrachu proti obaleči hrachovému (*Cydia nigricana*) → původce červivosti semen hrachu

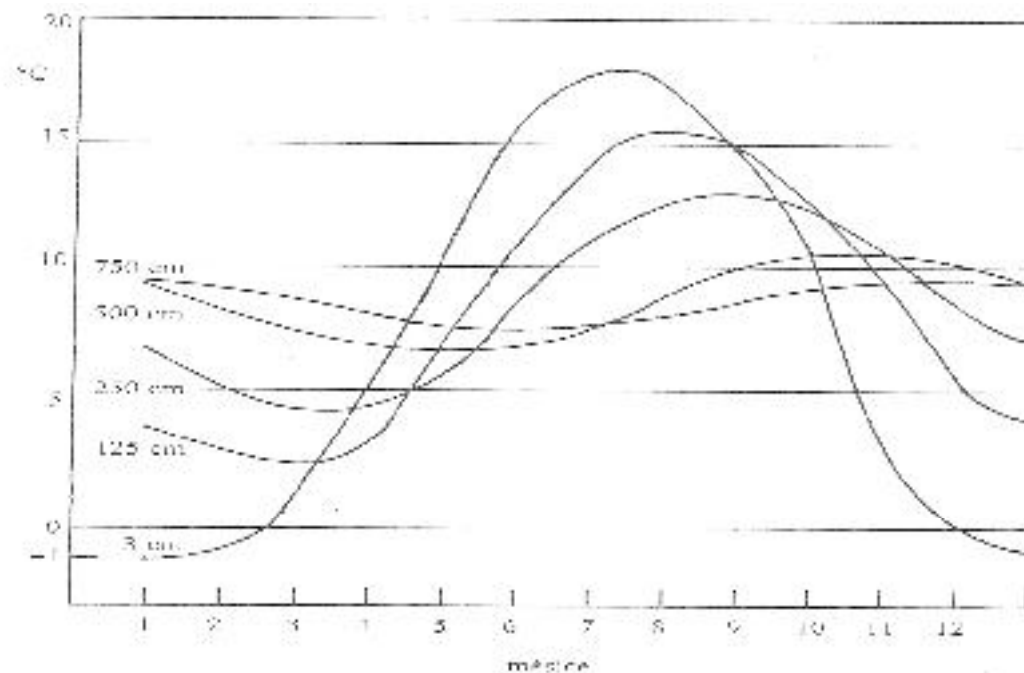


Monitoruje se letová aktivita samců pomocí feromonových lapáků DELTASTOP CN. Zaznamenává se počet ulovených samců ve dvou lapácích umístěných v porostu nejlépe dvakrát týdně. Hodnotí se počet nově nalétlých samců (= přírůstek samců) ve dvou lapácích dohromady vztažený na 1 den letové aktivity. Den letové aktivity je takový den, kdy teplota v době mezi 16.30 – 19.30 hod. dosáhla 18°C. Chladnější dny se nepočítají. Je-li zaznamenán přírůstek 6 – 10 samců ve dvou lapácích dohromady přepočtený na 1 den letové aktivity, je nutné zvažovat insekticidní aplikaci. Larvy se začnou hromadně líhnout za 7 – 14 dní (dle teploty na lokalitě) od zaznamenání prahové letové aktivity.

Nejdůležitější abiotické faktory teploty v půdě

Teplota má zásadní vliv na život **edafonu** i na biologické a chemické procesy probíhající v půdě.

Tepelné vlastnosti půdy jsou dány: půdním druhem, pórovitostí, vlhkostí, obsahem humusu, vegetačním krytem → tepelná kapacita a vodivost půdy



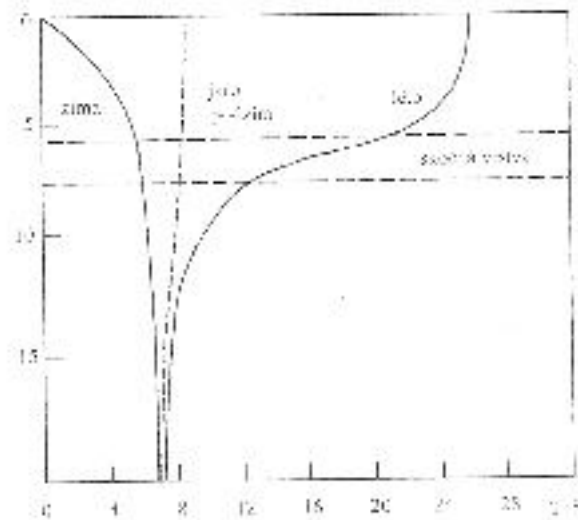
Obr. 9 Změny teploty v různých hloubkách půdy v průběhu roku. Podle Hraňáka, v Lososa a kol., 1986.

Nejdůležitější abiotické faktory teploty ve vodě (jako životním prostředí)

Teplota má při srovnání se vzduchem a půdou vysokou tepelnou kapacitu (je potřeba relativně velké množství energie na změnu její teploty) a její tepelná vodivost je nízká.

Teplota tekoucích vod je závislá především na slunečním záření a charakteru toku (nedochází zde k příliš výrazným teplotním gradientům)

Teplota stojatých vod podléhá denním a zejména sezónním změnám, směrem do hloubky se mění.



Obr. III - Teplota v různých hloubkách vod (vysvětlení v textu)

Na podzim a na jaře
dojde k vyrovnání
teplot v celém
vodním sloupci →
promíchá se vodní
masa (a v ní
rozpuštěné látky)

Nejdůležitější abiotické faktory vlhkost

Zdrojem vody (příčinou vlhkosti) v prostředí (vzduch, půda) jsou atmosferické srážky + povrchový přítok + podzemní přítok

Vlhkost vzduchu ovlivňují: teplota, proudění vzduchu, vegetační kryt, charakter zemského povrchu

Vlhkost půdy je navíc určována jejími vlastnostmi: druh, typ, obsah humusu, pórovitost, vodní kapacita, podloží, hladina spodní vody a další)

Vlhkost může být pro organismy limitujícím faktorem výskytu, ovlivňuje jejich aktivitu, rozmnožování i vývoj.

Rozlišují se:

Absolutní vlhkost vzduchu: množství vodní páry v jednotkovém objemu vzduchu ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)

Relativní vlhkost vzduchu (%): poměr mezi okamžitou a maximálně dosažitelnou vlhkostí vzduchu při dané teplotě

Nejdůležitější abiotické faktory

vlhkost

Rosný bod: (teplota rosného bodu) je teplota, při které je vzduch maximálně nasycen vodními parami (relativní vlhkost dosáhne 100 %). Pokud teplota klesne pod tento bod, nastává kondenzace. Teplota rosného bodu je různá pro různé absolutní vlhkosti vzduchu: čím více je vodní páry ve vzduchu, tím vyšší je teplota rosného bodu, čili tím vyšší teplotu musí vzduch (a pára) mít, aby pára nekondenzovala. Naopak pokud je ve vzduchu vodní páry jen velmi málo, může být vzduch chladnější, aniž pára zkondenzuje.

Teplota vzduchu [°C]	Relativní vlhkost vzduchu										
	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	98%	100%
-18	-17,6	-16,6	-15,7	-14,7	-13,9	-13,2	-12,5	-11,8	-11,2	-10,6	-10
-15	-12,9	-11,8	-10,8	-9,9	-9,1	-8,4	-7,8	-7,2	-6,7	-6,2	-5,6
-10	-6,1	-4,8	-3,6	-2,7	-1,9	-1,1	-0,5	-0,1	-0,5	-0,9	-1,3
-12	6,5	5,8	5,1	4,4	3,7	3,1	2,5	1,9	1,4	0,9	0,3
-14	-4,8	-3,7	-2,7	-1,8	-0,9	-0,1	0,5	1,1	1,6	2,1	2,6
-16	-1,2	-0,1	0,8	1,7	2,6	3,5	4,4	5,3	6,2	7,1	8,0
-18	1,5	0,4	1,3	2,2	3,1	4,0	4,9	5,8	6,7	7,6	8,5
-10	4,1	3,1	4,0	4,9	5,8	6,7	7,6	8,5	9,4	10,3	11,2
-12	1,5	0,4	1,3	2,2	3,1	4,0	4,9	5,8	6,7	7,6	8,5
-14	4,1	3,1	4,0	4,9	5,8	6,7	7,6	8,5	9,4	10,3	11,2
-16	1,5	0,4	1,3	2,2	3,1	4,0	4,9	5,8	6,7	7,6	8,5
-18	4,1	3,1	4,0	4,9	5,8	6,7	7,6	8,5	9,4	10,3	11,2
-20	6,5	5,8	5,1	4,4	3,7	3,1	2,5	1,9	1,4	0,9	0,3
-22	11,1	10,3	9,5	8,7	7,9	7,1	6,3	5,5	4,7	3,9	3,1
-25	11,8	11,0	10,2	9,4	8,6	7,8	7,0	6,2	5,4	4,6	3,8
-30	16,5	15,7	14,9	14,1	13,3	12,5	11,7	10,9	10,1	9,3	8,5
-35	22,0	21,2	20,4	19,6	18,8	18,0	17,2	16,4	15,6	14,8	14,0
-40	27,6	26,8	26,0	25,2	24,4	23,6	22,8	22,0	21,2	20,4	19,6

Rosný bod v °C	Vnímání u člověka	Rel. vlhkost (při 32,2 °C)
>24 °C	Těžko snesitelné dusno, problémy s dýcháním u citlivějších	>62 %
21 - 24 °C	Velmi nepohodlné vlhko a dusno	52 % - 60 %
18 - 21 °C	Nepohodlné pro citlivější, ještě snesitelné pro ostatní	44 % - 52 %
16 - 18 °C	Pro většinu přijatelné, citlivější cítí větší vlhkost	37 % - 46 %
13 - 16 °C	Dobře snesitelné	31 % - 41 %
10 - 12 °C	Příjemné až ideální	31 % - 37 %
<10 °C	Suché pro citlivější, přijatelné pro ostatní	30%

Nejdůležitější abiotické faktory

vlhkost půdy jako prostředí

Vlhkost půdy je **navíc** určována jejími vlastnostmi: druh, typ, obsah humusu, pórovitost, vodní kapacita, podloží, hladina spodní vody a další)

Voda v půdě:

- gravitační voda → podzemní voda
- kapilární voda – voda dostupná kořenům rostlin a edafonu
- adsorpční voda - je hygroskopicky nebo osmoticky vázaná na povrchu půdních částic (obvykle pro půdní organismy nedostupná

Vlhkost půdy (vyjádřená absolutně, relativně) $\leftrightarrow$ dostupnost vody pro organismy

Vodní potenciál půdy

Nejdůležitější abiotické faktory vlhkost půdy jako prostředí

Vodní potenciál půdy (J.kg^{-1} ; Mpa) :energie, kterou půda poutá vodu, vztažená na jednotku vody (hmotnost, objem, nebo tíhu). Přesněji je to práce, kterou je třeba vložit na dodání čisté vody do daného místa v půdě. Hodnota vodního potenciálu půdy závisí mj. na vlhkosti půdy (viz též retenční křivka). Rozdíly vodního potenciálu mezi různými místy v půdě určují směr a spolu s infiltrací ovlivňují rychlost pohybu vody v půdě.

Voda se pohybuje z místa vyššího na místo nižšího vodního potenciálu → důležité pro příjem vody rostlinami

Čistá voda – vodní potenciál nulový

Se zvyšováním obsahu rozpuštěných látek v půdě a s vazbou vody na půdní částice vodní potenciál klesá do záporných hodnot

Nejdůležitější abiotické faktory

Tolerance organismů k vlhkosti

Druhy euryhygrické a stenohygrické

Stenohygrické druhy:

- vlhkomilné (hygrofilní)
- se středními nároky (mezofilní)
- suchomilné (xerofilní)

Nejdůležitější abiotické faktory

Tolerance organismů k vlhkosti

Hygrofilní druhy: ve vodě se vyvíjející druhy hmyzu, většina půdních druhů hmyzu, všechny druhy obojživelníků



jepice



tiplice



muchnice



Nejdůležitější abiotické faktory

Tolerance organismů k vlhkosti

Mezofilní druhy: většina druhů hmyzu žijících a žijících se na fyloplánu



dřeňovka šťovíkové



Mnoho druhů nočních (můrovité) a denních motýlů

Nejdůležitější abiotické faktory

Tolerance organismů k vlhkosti

Xerofilní druhy: většina herbivorních druhů hmyzu s bodavě savým ústním ústrojím



Sviluška chmelová (*T. urticae*)

Nejdůležitější abiotické faktory

Tolerance organismů k vlhkosti

Xerofilní druhy: většina herbivorních druhů hmyzu a roztočů s bodavě savým ústním ústrojím

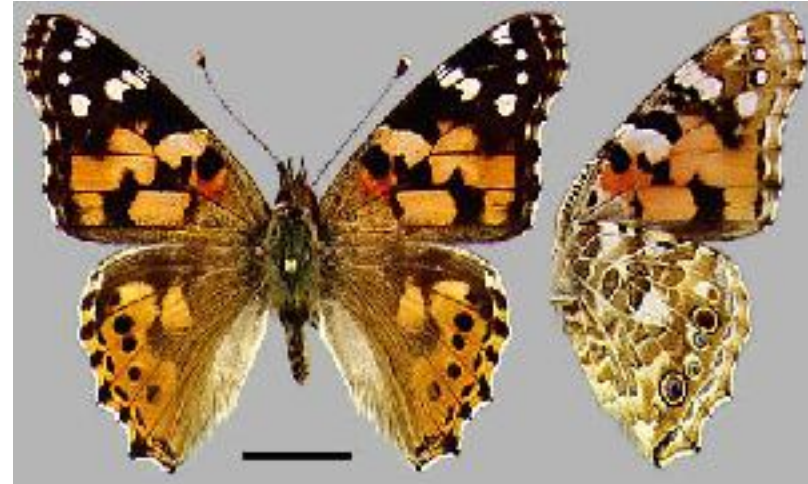


Malá kolonie mšice vojtěškové (*Aphis craccivora*) + vajíčko pestřenky

Nejdůležitější abiotické faktory

Kombinace úzké tolerance organismů k teplotě a vlhkosti

např. Xerothermofilní druhy:



Nejdůležitější abiotické faktory

Vliv vlhkosti na aktivitu a vývoj

Aktivita a vůbec různé další projevy živočichů jsou vlhkostí výrazně ovlivněny:

- Denní aktivita komárů, muchniček, pakomárců, obojživelníků, suchozemských plžů
- Impulsy k vyhledávání jiného stanoviště, hostitele...
- Impulsy k líhnutí vajíček nebo kukel

- Vlhkost působí často v součinnosti s teplotou (a dalšími abiotickými faktory) → komplexní vliv



Vlnovník kmínový
(*Aceria carvi*) – zrání
a usychání hostitelské
rstliny indukuje u
roztočů začátek
migrace směrem
nahoru k rostlinnému
vrcholu

Nejdůležitější abiotické faktory atmosferický tlak, proudění vzduchu

Tlak → druhy eurybarní a stenobarní

Rozdíly v citlivosti na atmosferický tlak mezi: Poikilotermní živočichové x homoitermní živočichové

Proudění vzduchu:

- V horizontálním směru (advekce)
- Ve vertikálním směru (konvekce)

Vliv na:

Orientaci živočichů (šíření pachových signálů)

Vyvolává morfologické změny

Umožňuje přemísťování a šíření organismů

Působí větrnou erozi

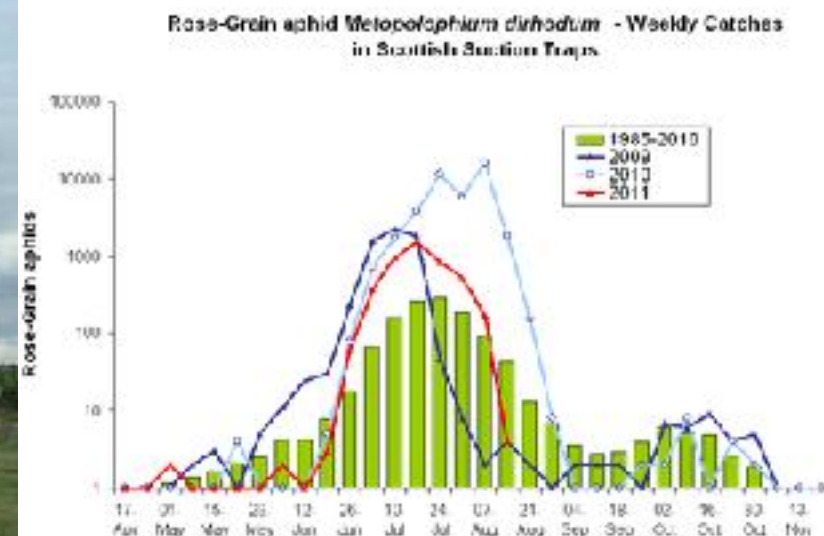
Urychluje vysychání půdy

Nejdůležitější abiotické faktory proudění vzduchu



Píd'alka podzimní (*Operophtera brumata*) – morfologická adaptace u samic – brachypterie, apterie

Nejdůležitější abiotické faktory proudění vzduchu



Řada menších druhů hmyzu se šíří navelké vzdálenosti pasivně, pomocí větrných proudů

Další důležité abiotické faktory

Počasí a podnebí – makroklima, mikroklima

Oheň – disturbance (negativní, pozitivní vlivy)

Obsah plynů (vzduch – půda – voda)

Reakce prostředí (pH) – důležité především pro rostliny (příjem živin z půdy), kyselé deště, druhy euryiontní x stenoiontní (acidofilní – neutrofilní – alkalofilní)

Salinita – důležité pro vodní živočichy, pro suchozemské živočichy zprostředkovaně přes rostliny (**halofilní** druhy preferují slaniska, **halobionti** obývají tyto stanoviště výhradně)

Těžké kovy – živočišné druhy jsou ovlivněny zprostředkovaně přes rostliny

Další důležité abiotické faktory

(**halofilní** druhy preferují **slaniska**, **halobionti** obývají tyto stanoviště výhradně)



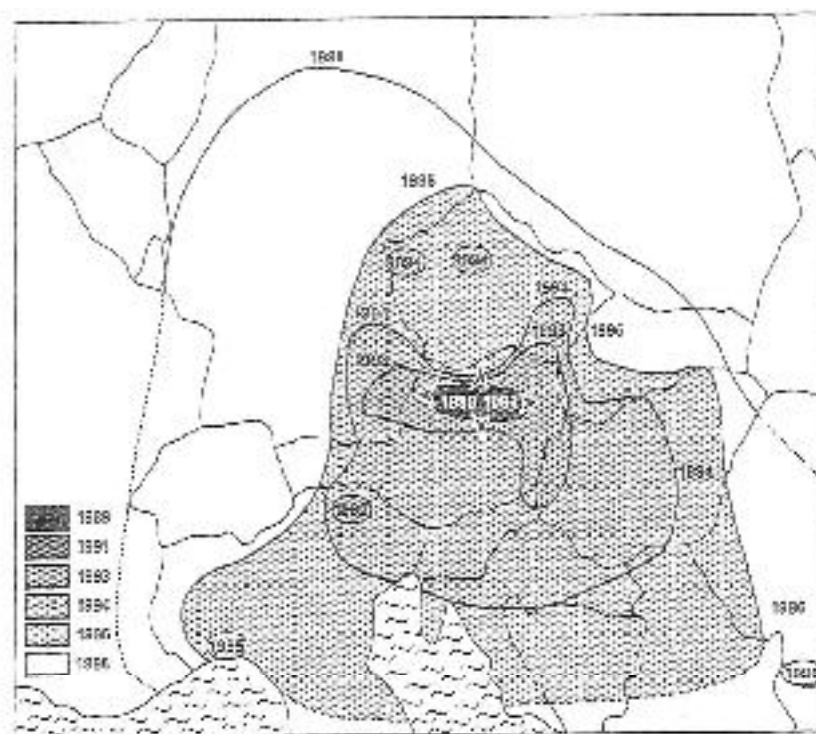
Pouzdrovníček slaništní
(*Coleophora halophilella*)



Antropogenní faktory zemědělství, průmysl a jiné činnosti

Vznik kulturních rostlin a domestikace živočichů

Introdukce a repatriace, invazní druhy



Obr. 20 Šíření klavírního jezeřáka (*Castor fiber*) po jejím zrušení v střední Evropě (zpr. H. Reimack)



Nastudovat kapitoly v Begon et al.:

kap. 1 – Soulad mezi organismy a jejich prostředím

kap. 2 – Podmínky

kap. 3 – Zdroje

(popř. využít i jiné zdroje ke studiu)

- BARTÁK, M. a kol. *Úvod do agroekologie*. Praha: Česká zemědělská univerzita (učební text), 1996, 230 s.
- BEGON, M., HARPER, J. L. a TOWNSEND, C. R. *Ekologie: jedinci, populace a společenstva*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1997, 949 s.
- BERGER, J. *Ekologie*. Učebnice pro gymnázia a střední odborné školy. České Budějovice: Kopp, 1998, 200 s.
- DUVIGNEAUD, P. *Ekologická syntéza*. Praha: Academia, 1988, 414 s.
- DYKYJOVÁ, D. a kol. *Metody studia ekosystémů*. Praha: Academia, 1989, 691 s.
- FREYE, H. A. *Humanökologie*. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1986, 433 s.
- * GAISLER, J. *Zoologie obratlovců*. Praha: Academia, 1983, 534 s.
- HENDRYCH, R. *Fytogeografie*. Praha: SPN, 1984, 220 s.
- HORNÍK, S., BUZEK, L., MIČIAN, L., PECH, J. a TRNKA, P. *Fyzická geografie II*. Praha: SPN, 1986, 320 s.
- JENÍK, J. *Ekosystémy (Úvod do organizace zonálních a azonálních biotů)*. Praha: Univerzita Karlova, 1995, 136 s.
- KÜHNELT, W. *Grundriss der Ökologie*. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1970, 443 s.
- LAŠTŮVKA, Z. sen. *Koexistence a kompetice vyšších rostlin*. Praha: Academia, 1986, 207 s.
- * LAŠTŮVKA, Z., GAISLER, J., KREJČOVÁ, P. a PELIKÁN, J. *Zoologie pro zemědělce a lesníky*. Brno: Konvoj, 1996, 266 s.
- LAŠTŮVKA, Z. a TENORA, F. *Základy ekologie živočichů*. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1990, 75 s. (Skriptum.)
- LOSOS, B. (ed.). *Cvičení z ekologie živočichů*. Brno: Masarykova univerzita, 1992, 229 s. (Skriptum.)
- * LOSOS, B., GULIČKA, J., LELLÁK J. a PELIKÁN, J. *Ekologie živočichů*. Praha: SPN, 1984, 316 s.

- LOSOS, B., KUBÍČEK, F. a ŠEDA, Z. *Základy obecné ekologie*. Brno: Univerzita J. E. Purkyně, 1987, 258 s. (Skriptum.)
- MORAVEC, J. a kol. *Fytocenologie*. Praha: Academia, 1994, 403 s.
- * MÍCHAL, I. *Ekologická stabilita*. Brno: Veronica, 1994, 276 s.
- ODUM, E. P. *Základy ekologie*. Praha: Academia, 1977, 733 s.
- PELIKÁN, J. *Přehled obecné ekologie*. Brno: Vysoká škola veterinární a farmaceutická, 1993, 153 s. (Skriptum.)
- REJMERS, N. F. *Abeceda přírody: Biosféra*. Praha: Horizont, 1985, 168 s.
- * RYCHNOVSKÁ, M. a kol. *Metody studia travinných ekosystémů*. Praha: Academia, 1987, 270 s.
- RYCHNOVSKÁ, M., BALÁTOVÁ, E., ÚLEHLOVÁ, B. a PELIKÁN, J. *Ekologie lučních porostů*. Praha: Academia, 1985, 292 s.
- SCHAEFER, M. a TISCHLER, W. *Ökologie (Wörterbuch)*. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1983, 354 s.
- SCHUBERT, R. (ed.). *Lehrbuch der Ökologie*. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1986, 595 s.
- SCHWERDTFEGGER, F. *Ökologie der Tiere*. Hamburg: Verlag Paul Parey, I. Autökologie, 1977, 460 s.; II. Demökologie, 1968, 448 s.; III. Synökologie, 1975, 452 s.
- SLAVÍKOVÁ, J. *Ekologie rostlin*. Praha: SPN, 1986, 366 s.
- STUGREN, B. *Grundlagen der allgemeinen Ökologie*. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1986, 353 s.
- TISCHLER, W. *Agrarökologie*. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1965, 499 s.
- VLASÁK, P. *Ekologie savců*. Praha: Academia, 1986, 291 s.
- ZLATNÍK, A., PELIKÁN, J. a STOLINA, M. *Základy ekologie*. Praha: SZN, 1973, 281 s.

b) Doplnková literatura a zdroje důležitých informací

- ANDĚRA, M. a SOVÁK, J. *Vyhubená zvířata*. Praha: Aventinum, 1998, 180 s.
- BATZLI, G. O., WHITE, R. G., MACLEAN, S. F., PITELKA, F. A. a COLLIER, B. D. The herbivore based trophic system. In: J. BROWN, P. C. MILLER, L. L. TIESZEN a F. L. BUNNELL (eds), *An Arctic Ecosystem: The coastal tundra at Barrow, Alaska*. Stroudsburg: Dowden, Hutchinson a Ross, 1980, s. 335-410.
- CLOUDSLEY-THOMPSON, J. *Migrace zvířat*. Praha: Albatros, 1988, 127 s.
- GAUSE, G. F. Experimental demonstration of Volterra's periodic oscillation in the numbers of animals. *J. Exp. Biol.*, 1935, 12, s. 44-48.
- GRIME, J. P. *Plant strategies and vegetation processes*. Chichester: Wiley, 1979.
- GULLAND, J. A. The effect of exploitation on the numbers of marine animals. In: P. J. BOER a G. R. GRADWELL (eds), *Dynamics of populations*. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1971, s. 450-468.
- HAECKEL, E. *Generelle Morphologie der Organismen*. II. Band. Allgemeine Entwicklungsgeschichte der Organismen. Berlin: Georg Reimer, 1866, 462 s.
- * HODEC, K., CHYTIL, J., ŠTASTNÝ, K., BEJČEK, V. Ptáci České republiky. *Sylvia*, 1995, 31, s. 97-152.
- HUFFAKER, C. B. Experimental studies on predation: dispersion factors and predator-prey oscillations. *Hilgardia*, 1958, 27, s. 343-383.
- KEITH, L. B. Role of food in hare population cycles. *Oikos*, 1983, 40, s. 385-395.
- † KRATOCHVÍL, J. *Použitá zoologie*. Bezobratlí. 2. vydání. Praha: SZN, 1973, 448 s.
- LAŠTŮVKA, Z. Ergebnisse der synökologischen Analyse der Lepidopterensynusie auf der Experimentalfäche bei Kamenický (V.). *Acta Univ. Agric. (Brno), Fac. Agron.*, 1992, 39, s. 225-229.

- LAŠTŮVKA, Z. a DVOŘÁK, M. Ergebnisse des synökologischen Studiums einiger Lepidopterenfamilien auf der Experimentalfäche bei Kamenický. Übersicht der festgestellten Arten. *Acta Univ. Agric. (Brno), Fac. Agron.*, 1992, 38, s. 205–216.
- PARK, T. Experimental studies of interspecific competition. II. Temperature, humidity and competition in two species of *Tribolium*. *Physiol. Zool.*, 1954, 27, s. 177–238.
- PETR, J., ČERNÝ, V., HRUŠKA, L. a kol. *Tvorba výnosu hlavních polních plodin*. Praha: SZN, 1980, 447 s.
- POVOLNÝ, D. a ŠUSTEK, Z. Několik úvah o živočišné syuantropii a jejích projevech na modelových skupinách Sarcophagidae (Diptera) a Carabidae (Coleoptera). *Acta Univ. Agric. (Brno), Fac. Agron.*, 1985, 33, s. 175–199.
- PREININGER, M. *Energetické hodnocení výrobních procesů v rostlinné výrobě*. Praha: ÚVTIZ, 1987, 32 s.
- TRNKA, P., ROZKOŠNÝ, R., GAISLER, J. a HOUŠKOVÁ, L. Importance of windbreaks for ecological diversity in agricultural landscape. *Ekológia (Bratislava)*, 1990, 9, s. 241–258.
- WALTER, H. *Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung*. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1964 (I), 592 s., 1968 (II), 1001 s.

Adaptace

Přizpůsobení na vnější podmínky, ke kterým u organismů došlo v průběhu evoluce

Většinou se projevují na úrovni druhu, v omezené míře jen na úrovni jednotlivých populací

Vliv prostředí → vývojové změny v určitých populacích (v rámci druhu) → proces speciace (vznik nových druhů)

Co nejsou adaptace:

- Modifikace (ekomorfózy): jedná se pouze o fenotypovou změnu, bezprostřední reakci na působení určitých podmínek, při přechodu do jiného prostředí se ztrácí.
- Aklimatizace: jde o přizpůsobení se organismu na nové podmínky bez zjevných změn

Adaptace

- morfologické



Adaptace

- Fyziologické: většinou jde o fyziologické odchylky od „*normálního stavu*“ u živočichů žijících v extrémních podmínkách



Některé druhy hmyzu (ale třeba také hlodavci) mají schopnost vytvářet vlastní metabolickou vodu (pouštní druhy a druhy živící se na suchém uskladněném materiálu (obilí, mouka))

Adaptace

-etologické: souvisejí s chováním živočichů – zvláštnosti při lovu potravy, specifické chování při vyhledávání úkrytů (nepříznivé podmínky), zvláštnosti při ochraně před predátory

Batesovské mimikry – napodobování druhů s žihadlem (motýli z čeledi nesytkovitých, pestřenky, tesaříci), jedovatých nebo zapáchajících

Nesytka rybízová



Nesytka sršňová

Společný výskyt napodobovaného a napodobujícího během evoluce
Podstatně větší výskyt napodobovaného (vždy neplatí – pestřenky)

Adaptace

Múllerovské mimikry – vzájemné napodobování jedovatých druhů



Vřetenuška čičorečková



běloskvrnák pampeliškový

Oba druhy jsou jedovaté, běloskvrnák se vyskytuje o 2 – 3 týdny dříve a hojněji než vřetenuška → ptáci si na běloskvrnáči ověří jeho nepoživatelnost → později se vyskytující vřetenušky z toho mají profit

Adaptace

Mimeze – napodobování živých nebo neživých objektů (kamínků, větviček, listu apod.), sem patří i krycí zbarvení



Housenka píďalky
(*Boarmia consonaria*)

Adaptace

Výstražné (aposematické) zbarvení: žlutočerné nebo červenočerné, vytvořilo se u mnohých jedovatých druhů



sršeň (*Vespa crabro*)

Adaptace

Ekotypy: morfologicky, fyziologicky a etologicky vyhraněné populace (vrána obecná černá x vrána obecná šedá)

Polymorfismus v rámci populací



Adaptace

Konvergence: jedná se o morfologické adaptace; pod vlivem působení určitých stejných vnějších podmínek se mohou vyvinout podobné morfologické adaptace i u dost odlišných taxonomických skupin organismů (kytovci se podobají tvarem těla rybám)

(konvergentní vs. paralelní evoluce – přednáška 2)

Divergence: jde o opak, pod vlivem různých podmínek může dojít k dost výraznému rozrůznění organismů evolučně značně blízkých (ploutvonožci x šelmy)

Příkladem divergence je i morfologické a funkční rozrůznění (= adaptivní rozrůznění) → Darwin a jeho pěnkav(k)y na ostrovech Galapágy

p. kuželozobá



Darwinovy
pěnkavy resp.
pěnkavky
(*Geospizidae*)

p. malá



p. prostřední



p. kaktusová



Adaptace

Ekologická vikariace: Jedná se o zastupování druhů s podobným funkčním zapojením (podobně se chovajících, s podobnou ekologickou nikou) v různých oblastech.

Krtek obecný (Evropa) x zlatokrt kapský (jižní Afrika) x vakokrt písečný (Austrálie)



Zlatokrt kapský



Vakokrt písečný

POPULACE

Populace

Vymezení, charakteristika a funkce populace

Velikost populace a její určování

Struktura populace

Vztahy uvnitř populace

Dynamika populace

Migralita – stěhování a šíření populace

Vztahy mezi populacemi

Potravní vztahy

Antropogenní ovlivňování početnosti populace

Populace: Vymezení, charakteristika a funkce populace

Jedná se o soubor jedinců téhož druhu na vymezeném území. Mezi jedinci v populaci je možná trvalá výměna genetických informací. Každá populace je dokonale přizpůsobena obývanému prostředí. Toto prostředí může být příčinou určitých adaptací populace (jsou geneticky fixované). Každá populace má tedy specifický genofond (= soubor genetických vloh všech jejích členů)

Populace: Vymezení, charakteristika a funkce populace

Populaci (její genofond) utváří, mění:

- Vnější prostředí (působí jako selekční faktor → adaptace)
- velikost populace
- mutabilita populace
- migralita jedinců - tok genů případně únik genů (*genetic drift*)

Populace: Vymezení, charakteristika a funkce populace

Populace unitárních organismů (většina živočichů)

Populace modulárních organismů (rostliny, houby)

Geneta (klon): populace vzniklá nepohlavní cestou z jediného mateřského jedince

Kormus – soubory jedinců, kteří po nepohlavním rozmnožování zůstávají trvale spojeni (korály)



Unitární organismus

- U každého organismu je forma do značné míry pevně určena (člověk, pes, kočka) stejně jako střídání životních období

Modulární organismy

- Zygota se vyvíjí ve stavební prvek, který pak produkuje další moduly
- Výsledný organismus je téměř vždy rozvětvený a nepohyblivý
- Každý organismus je na rozdíl od unitárního složen z proměnlivého počtu modulů
- Vývojový program není předem dán a silně závisí na jejich interakci s prostředím

Rameta - geneta

- Rameta - modul s předpokladem pro oddělenou existenci
- Geneta – produkt jedné zygoty, genetický jedinec (Kays and Harper 1974)
- U modulárních organismů je vedle a četnosti genet (jedinců) nutné znát počet ramet (počet stébel je často důležitější pro tvorbu výnosu na louce než počet genet)

Populace: Vymezení, charakteristika a funkce populace

Kormusy – soubory jedinců, kteří po nepohlavním rozmnožování zůstávají trvale spojeni (korá

U rostlin se pro to užívá pojem polykormony



Populace: Struktura populace

Prostorová struktura – disperze jedinců

Zastoupení pohlaví

Věková a velikostní struktura

Sociální struktura

Populace: Prostorová struktura – disperze jedinců

Disperze – rozmístění jedinců tvořících populaci na vymezeném území

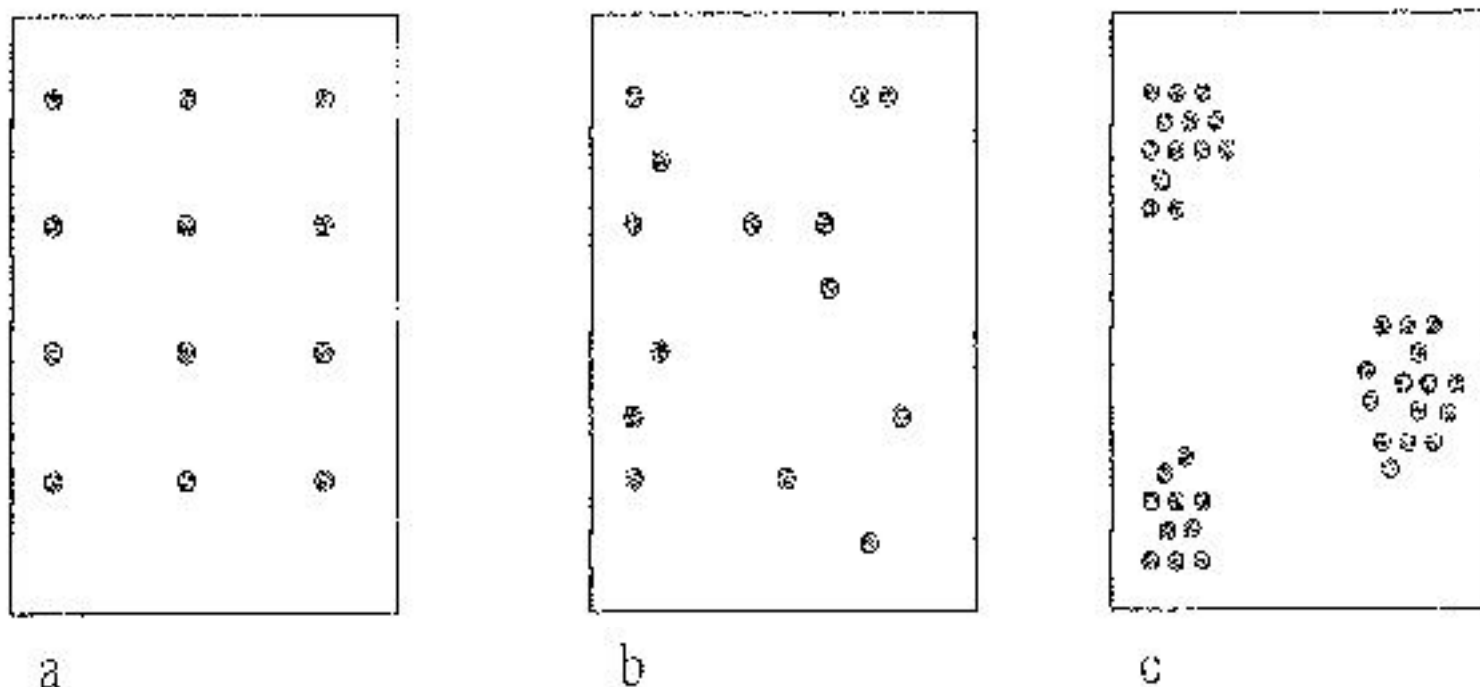
Pravidelná disperze – v přírodních podmínkách vzácná, někdy u teritoriálně žijících živočichů; může být založena uměle (sady, pole)

Náhodná disperze – vyskytuje se u živočichů bez sociálních vazeb často ve stejnorodém prostředí (larvy potemníka v mouce, housenky mola šatního ve skříni), často u jednotlivě žijících parazitů a predátorů (typické pro řadu druhu pavouků). Jinak je vzácná – ve složitějších společenstvech

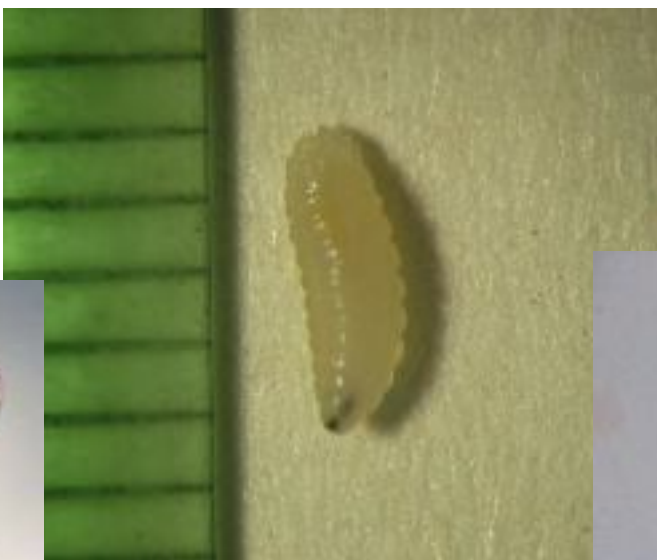
Shloučená disperze – v populacích na určitém území se jedinci obvykle shlukují, důvody jsou různé: sociální chování zvířat, shlukování za účelem reprodukce, v důsledku vegetativního rozmnožování (kormusy korálů), vliv různorodých podmínek prostředí, omezená dostupnost zdrojů (voda, potrava), u hmyzu hrají roli agregační feromony, u predátorů a parazitoidů hraje roli výskyt hostitelských druhů (jdou za kořistí).

Populace: Prostorová struktura – disperze jedinců

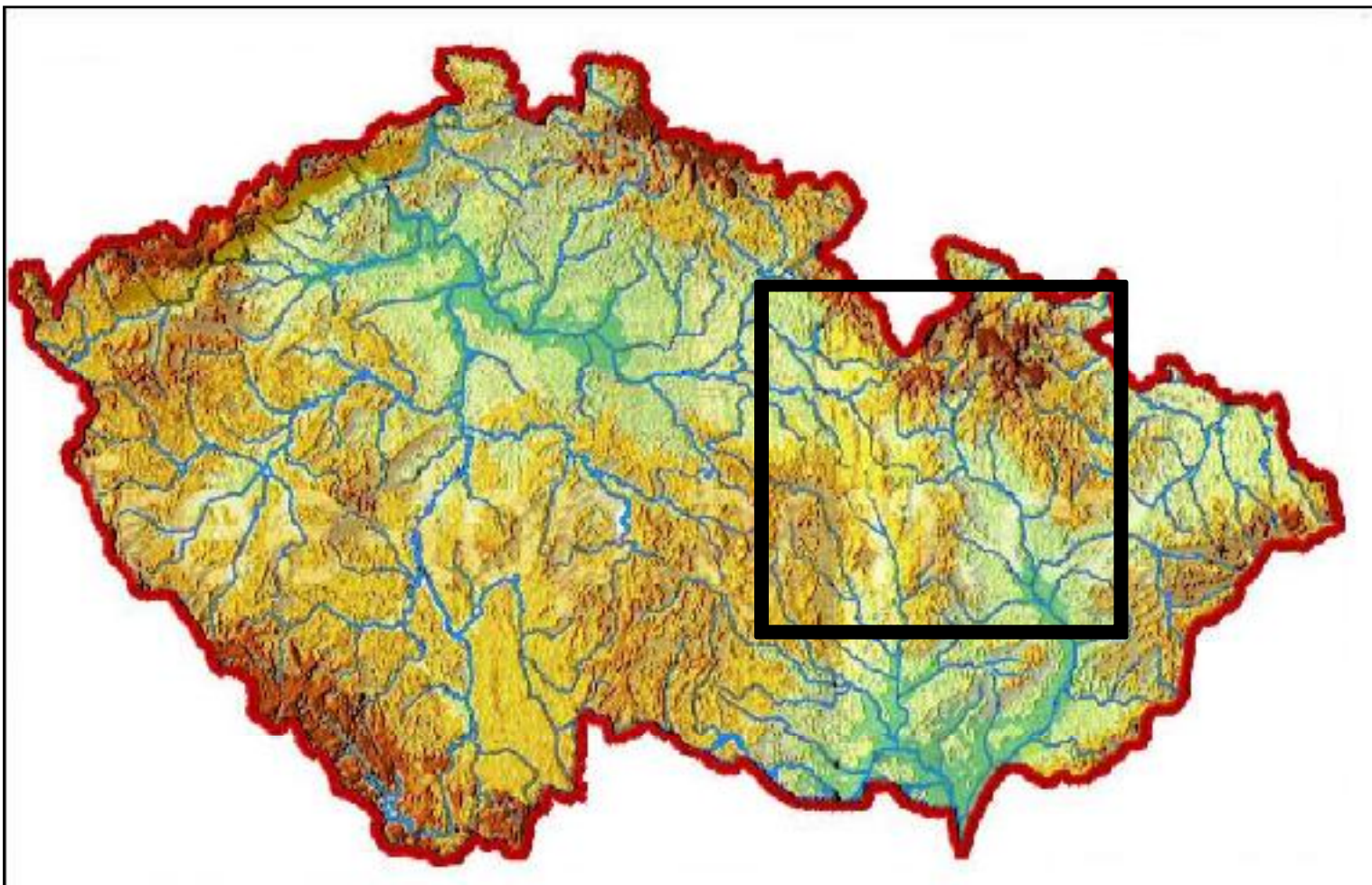
Disperze – pravidelná x náhodná x shloučená



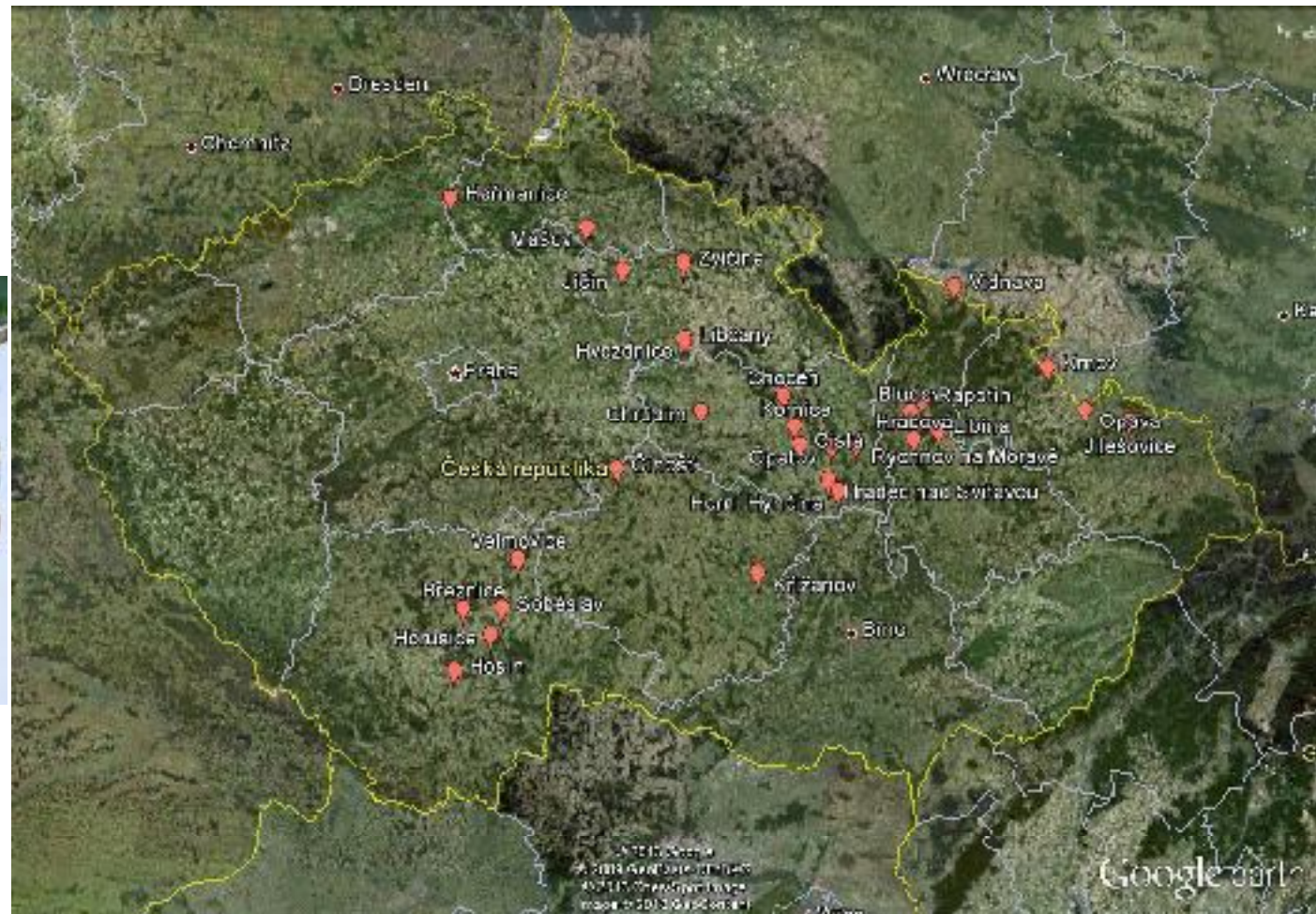
Obr. 27 Disperze (rozміstění) jedinců populace a – pravidelná, b – náhodná, c – shloučená



In the autumns 2011 a 2012:
100 % of winter oil-seed rape fields infested with
Delia radicum larvae

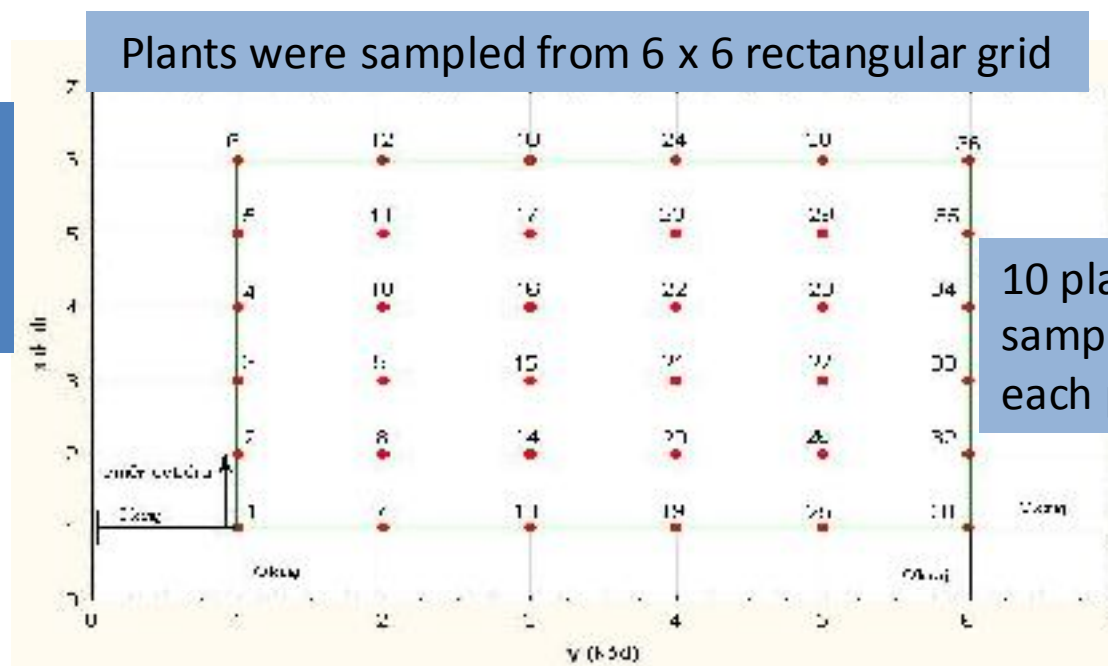


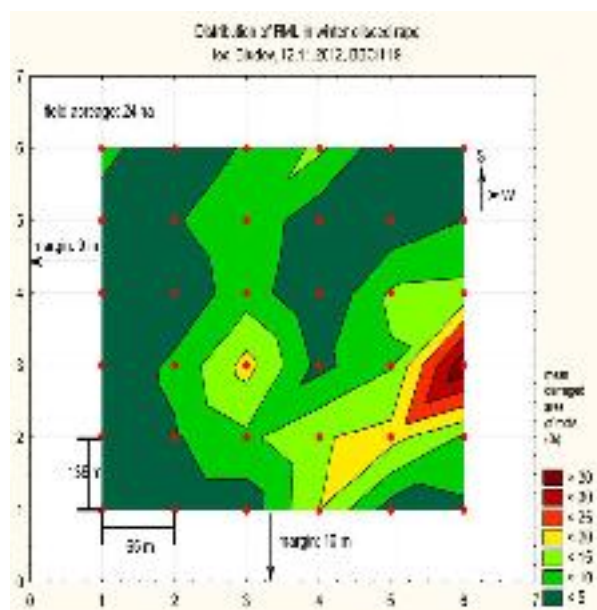
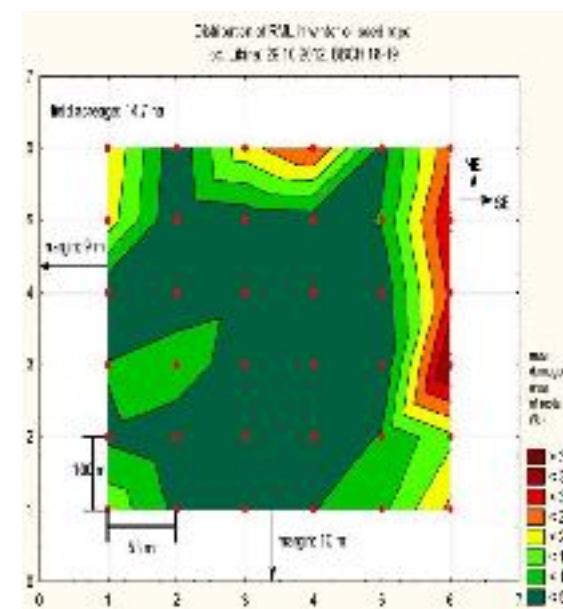
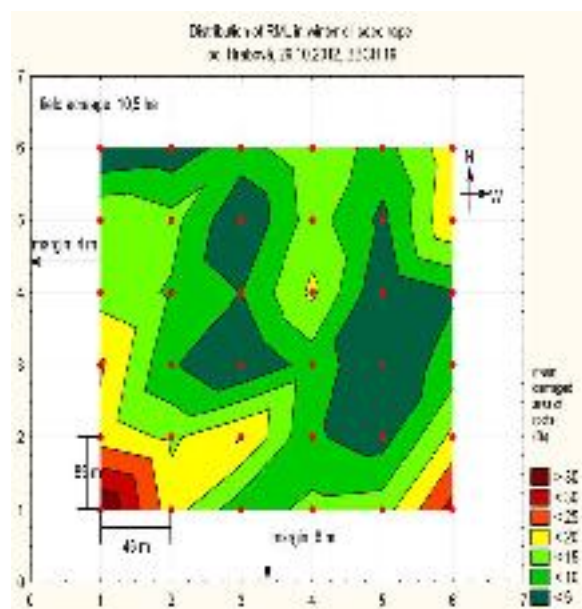
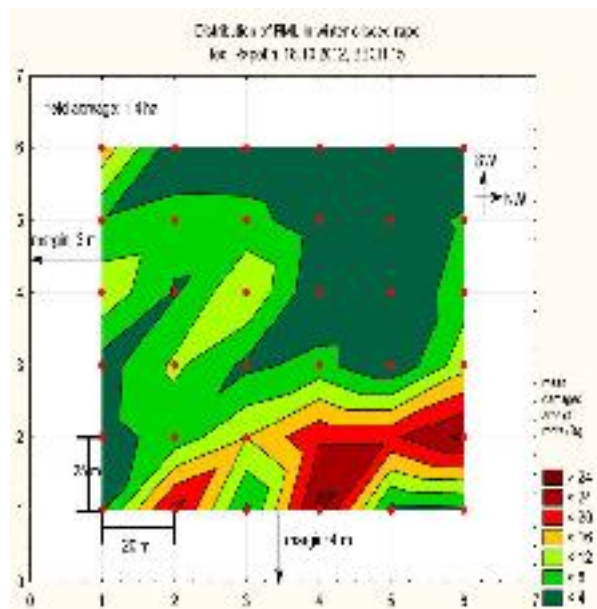
Confirmed occurrence of club-root (*Plasmodiophora brassicae*) symptomatic plants in winter oilseed rape fields in the the Czech Republic course of several last years: 2010 - 2012 (Plachká et al., 2013)



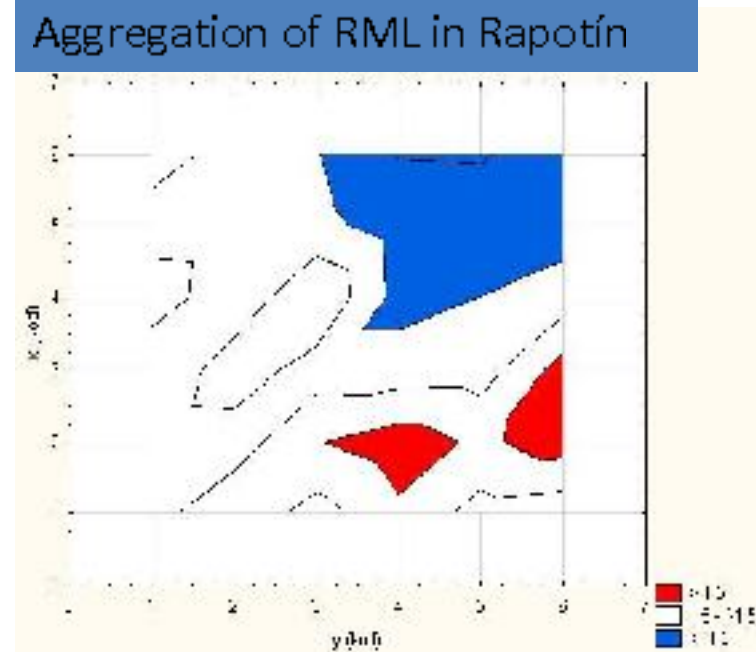
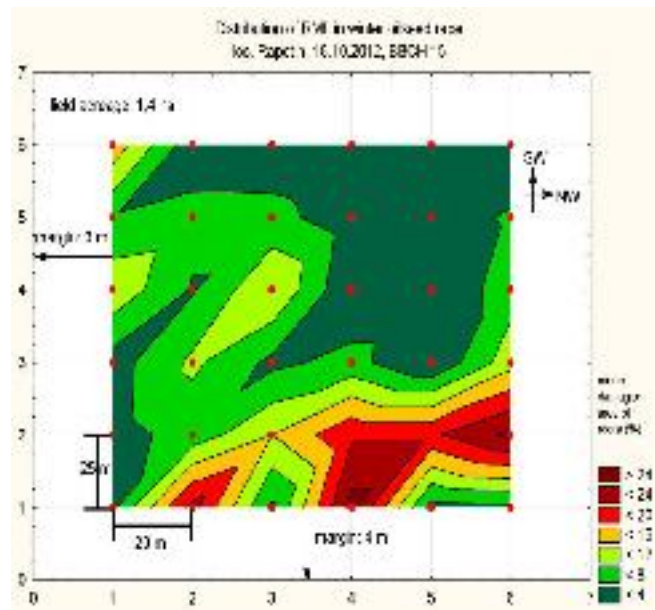
locality, field	Rapotín	Hrabenov	Hrabová	Libina	Bludov	Plinkout
Precipitations, year mean (mm)	705	730	700	696	667	725
Temperatures, year mean (°C)	7,7	7,3	7,8	7,7	7,8	8,2
altitude (m.n.m)	345	362	290	269	306	306
Sampling date	18.10.2012	25.10.2012	29.10.2012	29.10.2012	12.11.2012	12.10.2012
Acreage (ha)	1,4	7,5	10,5	14,7	24	15

Six fields were chosen for more detailed assessments

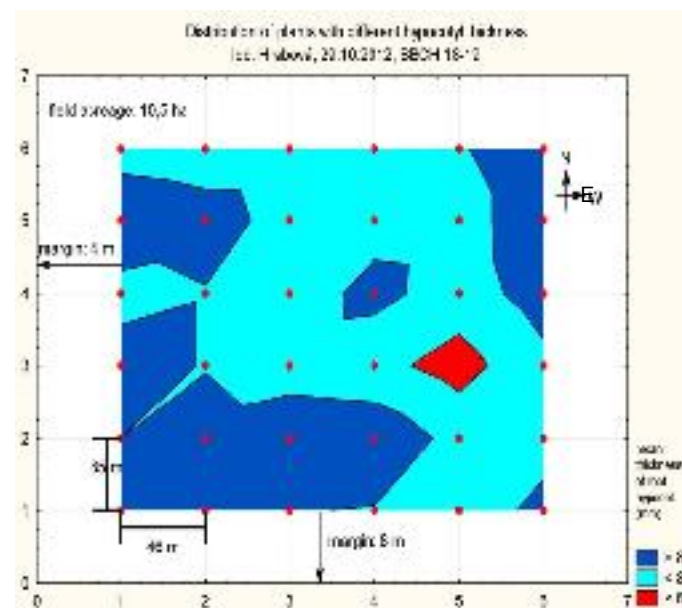
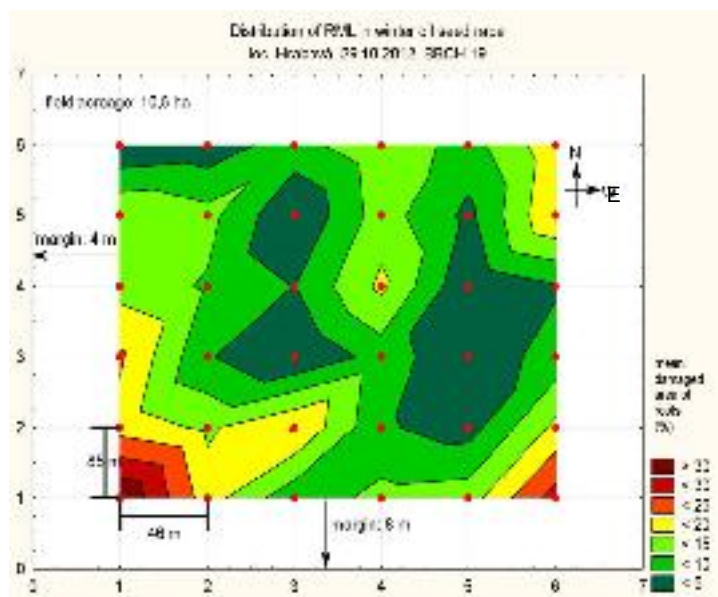




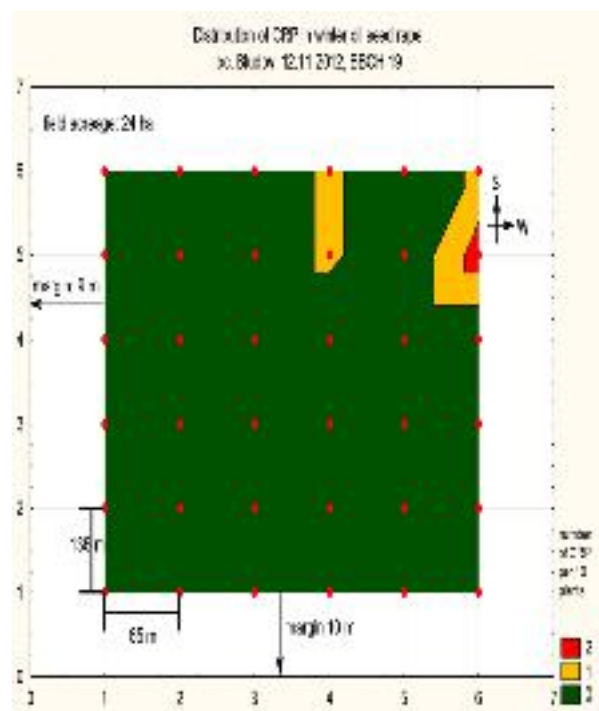
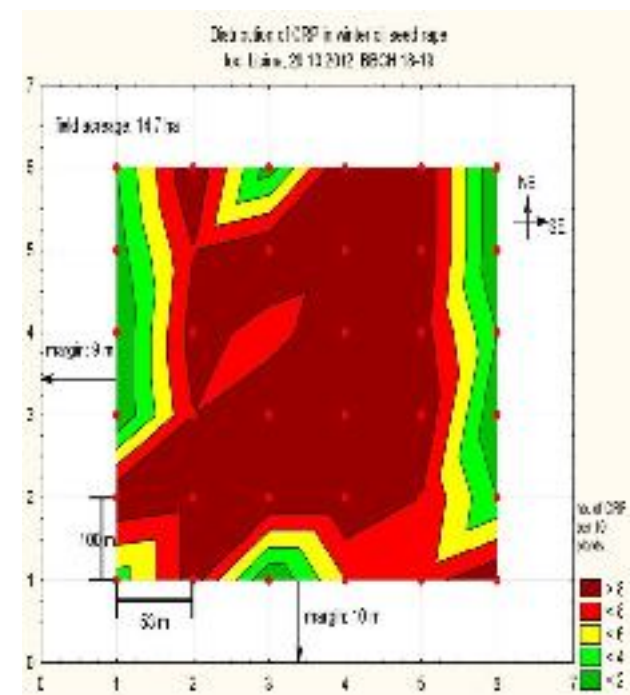
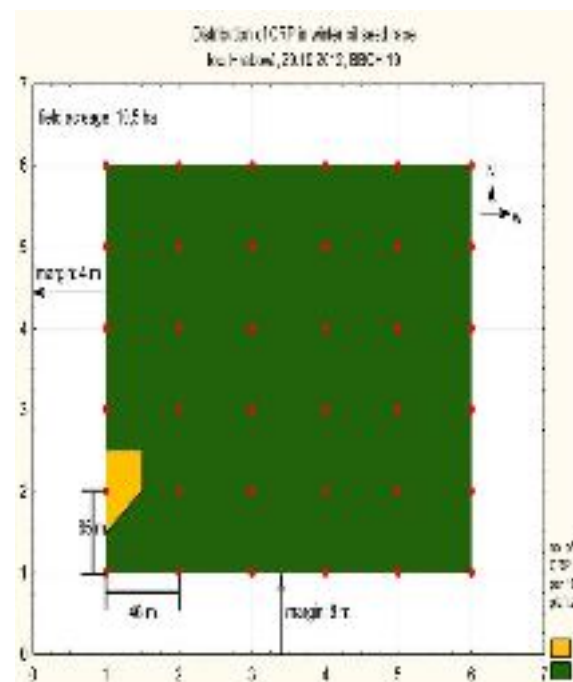
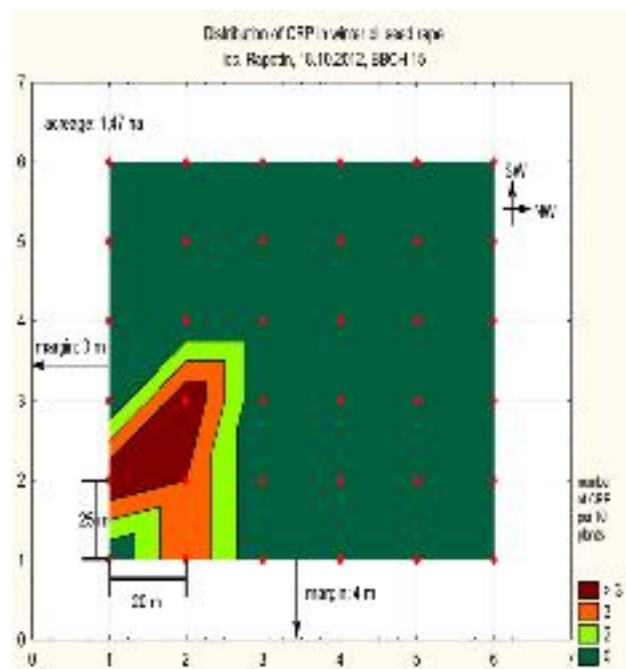
Locality	Mean root area damaged by RML (%)	Mean number of plants infested by RML; max. 360 (%)
Libina	8,79	112 (31,11)
Rapotín	6,91	148 (41,11)
Bludov	6,59	85 (23,61)
Hrabová	10,84	136 (37,77)
Hrabenov	8,18	102 (28,33)
Plinkout	6,68	127 (35,28)



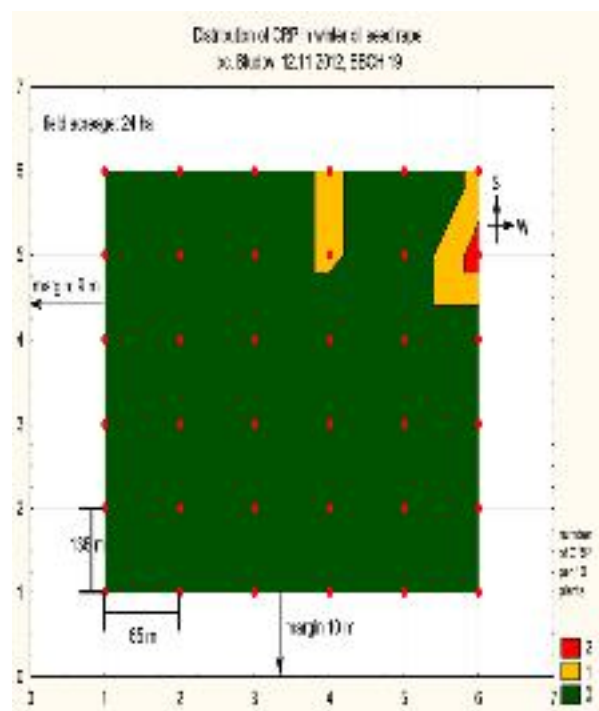
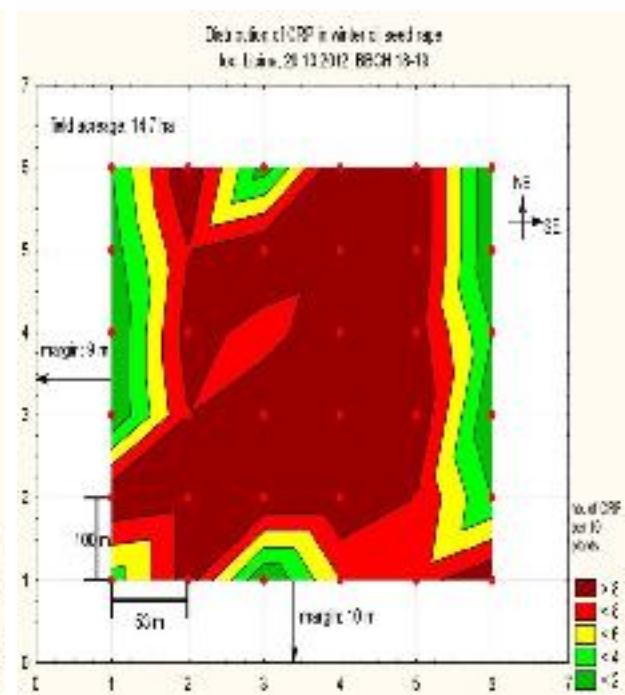
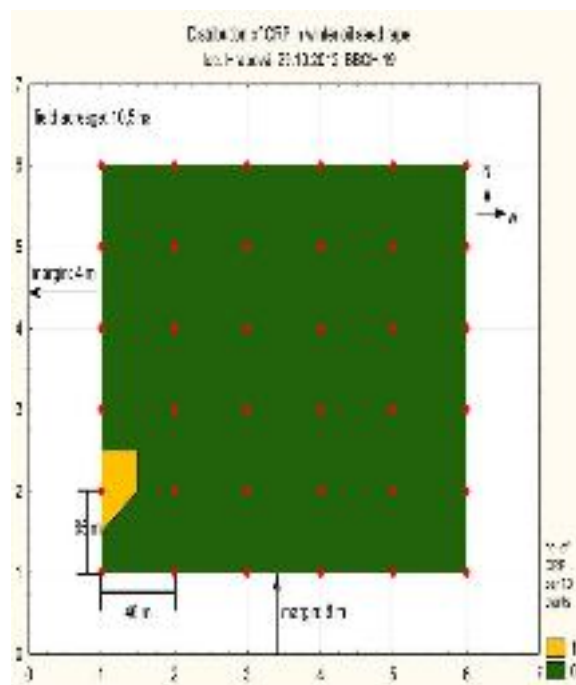
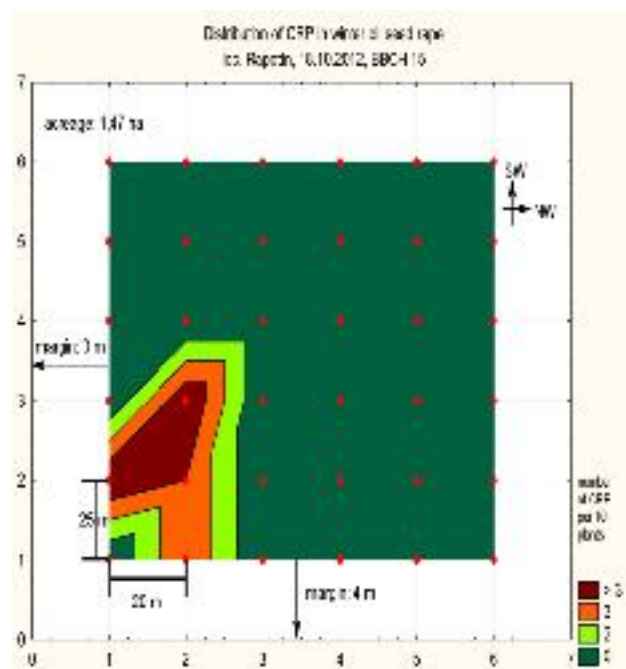
locality (date of plant sampling)	field acreage (ha)	RML	
		Index of aggregation (I_a)	Index of aggregation (J_a)
Rapotín (18.10.)	1,4	1,49	1,06
Hrabenov (25.10.)	7,5	1,21	xxx
Hrabová (29.10.)	10,5	1,45	9,11
Libina (29.10.)	14,7	1,32	8,86
Bludov (12.11.)	24	1,36	1,13
Plinkout (12.11.)	16,2	1,18	xxx



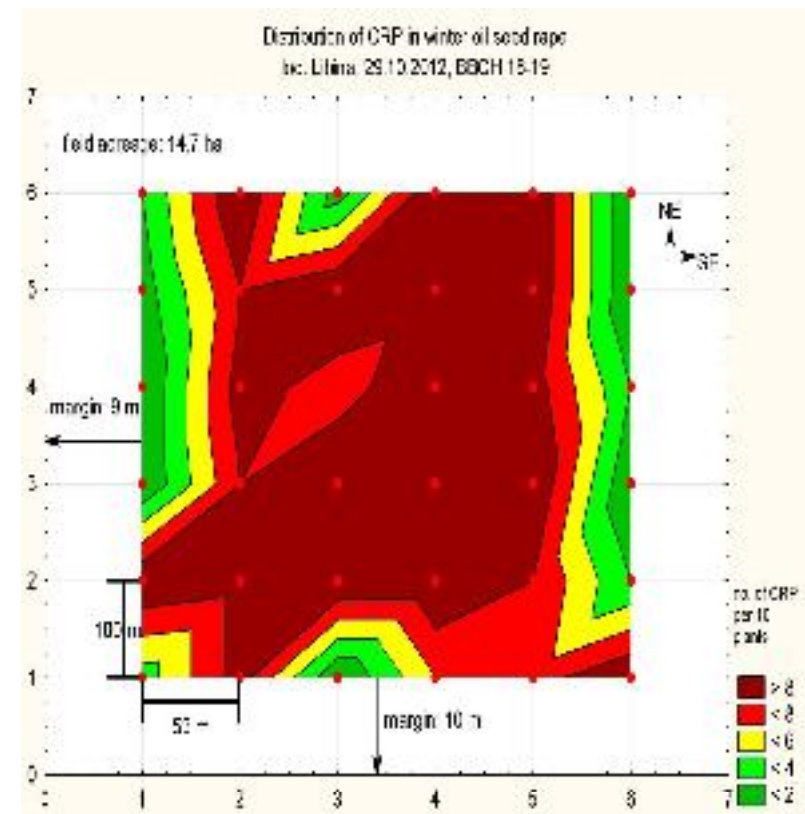
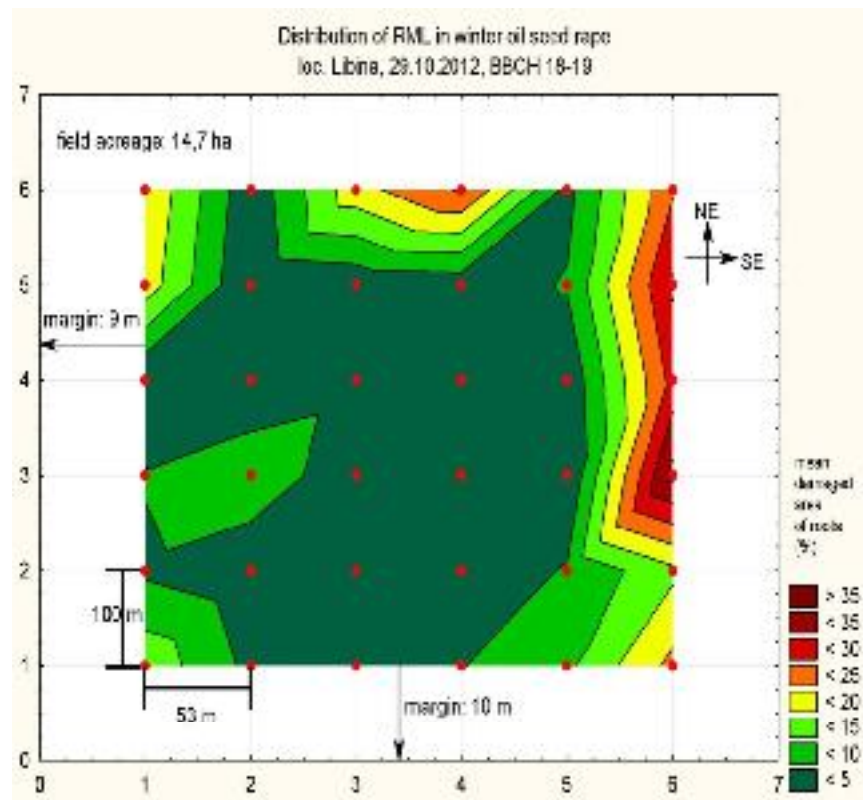
Locality	Mean thickness of hypocotyl (mm)	Correlation (hypocotyl thickness x area damaged by RML) $r(p)^*$	Correlation (hypocotyl thickness x portion of plants infested by RML) $r(p)^*$
Libina	8,21	-0,1659 (0,333)	-0,1018 (0,555)
Rapotín	5,59	0,3787 (0,023)	0,1539 (0,370)
Bludov	8,74	0,2856 (0,091)	0,2438 (0,152)
Hrabová	7,91	0,5889 (0,000)	0,4722 (0,004)
Hrabenov	8,22	0,4823 (0,003)	0,4111 (0,013)
Plinkout	7,93	0,3866 (0,020)	0,0032 (0,985)



Locality	number of places with CRP (max. 36 places per locality)	CRP ²	
		Index of aggregation (I _a)	Index of aggregation (J _a)
Libina	30	2,36	1,02
Rapotín	5	1,38	9,88
Bludov	4	1,56	1,02
Hrabová	1	1,08	xxx



Locality	Correlation (portion of CRP x area damaged by RML) $r(p)^{*1}$	RML x CRP
		Index of asociation (I_m)
Libina	-0,5587 (0,000)	-2,34
Rapotín	-0,2233 (0,671)	1,03
Bludov	-0,0810 (0,919)	1,11
Hrabová	-0,2686 (0,731)	1,06



Locality	mean root area damaged by RML (%)	Mean number of plants infested by RML; max. 360 (%)	Mean thickness of hypocotyl (mm)	Correlation (hypocotyl thickness x area damaged by RML)	Correlation (hypocotyl thickness x portion of plants infested by RML)	number of places with CRP (totally 36 places per locality)	Correlation (portion of CRP x area damaged by RML)	RML x CRP
				r (p)	r (p)		r (p)	Index of association (I _m)
Libina	8,79	112 (31,11)	8,21	-0,1659 (0,333)	-0,1018 (0,555)	30	-0,5587 (0,000)	-2,34

