Univerzita Karlova v Praze
Pedagogická fakulta
Katedra biologie a ekologické výchovy

Diplomová práce

Vliv vlastností lokality a velikosti populace na růst rostlin

Martina Hadincová
Obor: Bi - Rv

Vedoucí práce: doc. PhDr. Petr Dostál, CSc.
Konzultant: Zuzana Munzbergová, Ph.D.

2007

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala zcela samostatně jen s použitím literatury uvedené v seznamu a souhlasím s využitím poznatků v této práci za předpokladu řádné citace.

Martina Hadincová

Poděkování

Vedoucímu diplomové práce doc. PhDr. Petru Dostálovi,CSc. za ochotu a vstřícnost, konzultantovi Zuzaně Můnzbergové, Ph. D. za mimořádnou pomoc v průběhu celé práce a za přínosné konzultace při analýzách dat a v neposlední řadě mým rodičům.

Obsah:

1. Úvod 4

2. Charakteristika druhu a lokalit 7

2.1 Charakteristika studovaného druhu 7

2. 2 Charakteristika jednotlivých lokalit 8

3. Metodika 10

3.1 Sběr dat a materiálu 10

3. 2 Experiment 10

3. 3 Měření maximální kapilární kapacity půdy 11

3. 4 Zjišťování ploidie pomocí průtokové cytometrie 13

3. 5 Kalibrace na biomasu 15

3. 6 Statistické zpracování 15

4. Výsledky 16

5. Diskuse 20

6. Závěr 22

7. Seznam literatury 23

8. Přílohy 25

8. 1 Grafy 25

8. 2 Mapy 32

8.2 Fotografie 35

1. Úvod

Vlivem dnešního většího a většího vlivu člověka na krajinu dostává většina území mozaikovitější strukturu a dochází k fragmentaci stanovišť populací některých druhů. Tím se tyto populace stávají menšími a hlavně od sebe vzdálenějšími.

Dnes se má za to, že velikost populací je to nejdůležitější, co ovlivňuje pravděpodobnost vymření populací. Malé populace jsou vystaveny většímu riziku vymření než velké. Jakékoli vlastnosti snižující velikost populace budou totiž zvyšovat pravděpodobnost vymření. Velikost populace zde může být jak počet jedinců, tak rozloha jejich areálu rozšíření a pro obě veličiny platí, že čím jsou menší, tím je pravděpodobnost vymření větší (Zrzavý et al., 2004).

Mechanismů, které způsobují ohrožení malých populací je několik. Jednak malá velikost lokální populace a zároveň velká vzdálenost k ostatním populacím má za následek reprodukční izolovanost. Díky tomu výměna pylu probíhá převážně mezi jedinci téže populace. Zároveň velmi malé populace mají kvůli malému počtu jedinců ještě omezenější výměnu genetické informace v rámci své populace a tím je snižována její genetická variabilita. Předpoklad je, že na to má návaznost menší vitalita a reprodukční schopnosti jedinců takovýchto populací. Tento dlouhodobý stav by pravděpodobně vedl k vymizení této populace v krajině (Ouborg et al.,1991). Podobný efekt může způsobit u malých populací například i nedostatek opylovačů (Kolb, 2005).

Vliv velikosti populace na pravděpodobnost vymření je zřejmě spíše statistické povahy a vyplývá z toho, že populace i druhy vymírají vždy v důsledku proměnlivosti prostředí Početnost populací v důsledku proměnlivosti prostředí v čase kolísá a u malých populací je zvýšená pravděpodobnost, že náhodně klesne až k nule. K úplnému zániku malých populací pak postačí relativně malá lokální změna a tyto malé změny jsou zároveň častější než změny velké (Zrzavý et al., 2004).
Pro rostliny jako sesilní organismy, které se nemohou pohybovat ani se nemohou před vnějšími vlivy prostředí schovat je významným procesem disturbance neboli narušení, která je definována jako destrukce biomasy nějakým náhodným výkyvem v přírodních podmínkách jako je například počasí nebo lidský zásah. Tyto změny mohou zasáhnout se stejnou pravděpodobností všechny populace v oblasti bez ohledu na jejich velikost.

Ovšem, k náhodným výkyvům ve struktuře lokální populace, kterou ovlivňují demografické parametry (natalita, mortalita, velikost rostlin, velikost populace) jsou malé populace náchylnější, například když se tato populace bude skládat jenom z několika starých jedinců s nízkou reprodukční schopností (Silvertown et Charlesworth, 2001).

Studium vztahu mezi velikostí populace a úspěšností jejích jedinců se stalo v poslední době předmětem mnoha studií, protože tento vztah je významný pro ochranu vzácných druhů (Hooftman et al., 2003, Kolb, 2005, Morgan, 1999, Munzbergová, 2006, Schmalholz et Kiviniemi, 2007). Výsledky těchto prací mohou být i kontroverzní. Například Kolb (2005) zjistil, že velikost populace u druhu *Phyteama spicatum* má na úspěšnost jedinců pozitivní vliv, Hooftman et al. (2003) zjistili podobný efekt pro *Carex davalliana,* ale opačný pro *Saccisa pratensis.*

Já jsem se rozhodla studovat tyto vztahy pro druh *Aster linosyris.*

Budu se snažit zjistit, zda má vliv lokalita a velikost populace na performanci rostliny na původní lokalitě a na klíčení a růst rostlin v experimentální zahradě a zda existuje vliv vitality mateřské rostliny na klíčení a růst potomků. Tento experiment budu zároveň provádět v bohatém a chudém živinovém prostředí.

Chci konkrétně odpovědět na tyto otázky:

1) Má na celkovou úspěšnost rostliny (performance) na původní lokalitě vliv:
   a) <u>velikost populace</u>,
   b) lokalita,
   c) maximální kapilární kapacita půdy?

2) Má na klíčivost semen vliv:
   a) <u>velikost populace,</u>
   b) lokalita,
   c) maximální kapilární kapacita půdy,
   d) výška mateřské rostliny?

3) Má na růst rostlin vliv:

a) velikost populace,

b) lokalita,

c) maximální kapilární kapacita půdy,

d) výška mateřské rostliny,

e) obsah živin v půdě?

K ověření hypotéz byl vybrán druh *Aster linosyris,* který je příkladem roztříštěnosti populací. Je to ohrožený druh, který se v Cechách hojněji vyskytuje na Žatecku a v Českém středohoří.

Lokality s populací druhu *Aster linosyris* byly vybrány tak, aby byl zachycen co největší rozptyl ve velikosti populace. Na sledovaných lokalitách je od několik desítek jedinců (50) až po mnoho tisíc (22 000). Měření byla provedena na 22 lokalitách. Na všech lokalitách byla odebrána i semena pro zahradní experimenty.

2. Charakteristika druhu a lokalit

2.1 Charakteristika studovaného druhu

Aster linosyris (L.) Bernh. - Hvězdnice zlatovlásek

Hvězdnice zlatovlásek je vytrvalá bylina z čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae)* s tlustým, krátkým, většinou větveným oddenkem. Lodyhy jsou 10 až 50 cm vysoké, přímé nebo krátce vystoupavé, tuhé, lysé, hustě olistěné, rostoucí jednotlivě nebo po několika. K lodyze přitisklé listy mají střídavé postavení, jsou celokrajné, lysé, jednožilné, čárkovitě kopinaté, 30 až 50 mm dlouhé, dolní listy v době květu odumřelé. Úbory jsou většinou četné, mají v průměru 8 až 10 mm, uspořádané do chocholičnaté laty. Jsou tvořeny jasně žlutými, asi 6 mm dlouhými, pouze trubkovitými květy s pěticípou korunou, jazykovité květy skoro vždy chybějí. Zákrov je víceřadý, zákrovní listeny jsou špičaté, 4 mm dlouhé, střechovitě se kryjící.

Kvete od července do října.

Semena jsou opatřena chmýrem, rozšiřují se pomocí větru. Plodem jsou hustě chlupaté nažky, dlouhé kolem 3 mm.

Druh se uvádí jako diploidní (2n=18) nebo hexaploidní (2n=36).

Vyskytuje na výslunných stráních, skalkách, na suchých loukách a pastvinách, v křovinách nebo v lesostepích. Roste na hlinitých, vysýchavých půdách, zásaditých až slabě kyselých, často vápnitých.

U nás se objevuje roztroušeně v teplejších oblastech ve středních a severozápadních Čechách, především na Zatecku a v Českém středohoří, dále na jižní Moravě (termofytikum nebo teplejší oblast mezofytika).

Hvězdnice zlatovlásek patří ke zvláště chráněným druhům naší květeny, je klasifikovaná jako druh ohrožený (C3).

Druh je rozšířen v západní, střední a jižní Evropě kromě Portugalska, na severu je znám až po jižní Skandinávii, východní hranicí rozšíření je JV část evropského Ruska, dále druh můžeme najít v pohoří Kavkaz,

(podle Slavík, B. et Štěpánková, J. (eds.), 2004)

(vyhláška: Zákon č. 114/1992 Sb. a Příloha II. k vyhlášce MŽP ČR č. 395/1992 Sb. citovaná na www stránkách : http://botany.cz/cs/chranene-rostliny)

2.2 Charakteristika jednotlivých lokalit

Velký Vrch - 9.4 km severně od Vršovic, vrch nevulkanického původu s neogenními porcelanity, v nižších polohách s křídovými slínovci.

Kamenná slunce u Hnojnic - Vrch čedičového původu, lkm JV Hnojnice s výskytem křídových slínovců a slínovců s vápenci.

Třtěno - Dle geologické mapy lokalita s křídovými slínovci a vápenci.

Syslík - 0, 5 km V od Třtěna, lokalita s kvartérními sprašemi a sprašovými hlínami.

Krušina - 0,5 km S od Trtěna, křídové slínovce a slínovce s vápenci

Malíč - křídové slínovce s vápenci

Vědlice - křídové vápnité pískovce

Sádek - permské sedimenty

Syslík, Tatinná I a II, Minice, Zálezly, Hořetice, Žíželice, Velichov a Žatec jsou lokality s výskytem kvartérních spraší a sprašových hlín.
(podle Cajz, 1996 a Anonymus, 1967)

Souhrn jednotlivých lokalit a jejich charakteristik a přehled používaných zkratek.

Žatec	7nt	5°0
Název lokality	Pouzivana zkratka	tkíhad velikosti populace - počet jedinců na lokalitě
Hořetice	Hoř	2 300
Kamenná slunce u Hnojnice	Slu	368
Krušina	Kru	1200
Malíč	Mal	2 500
Malíč z.	MalZ	110
Minice	Min	22 000
Sádek	Sád	200
Syslík I	Sys	16 000
Syslík II	Sys B	8 500
Tatinná I	Tat	4 500
Tatinná II	TP	11 000
Třtěno I	Tř	15 000
Třtěno II	TřH	58
Vědlice	Věd	750
Velichov	Vel	150
Velký vrch Vršovic	Vrš	311
Velký vrch Vršovic s.	Vrš S	165
Zálezly	Zál	750
Žíželice	Zíž	1120
Žíželice s.	ZížS	500
Žíželice v.	Zíž V	3100

Zakreslení do mapy viz.Obr.l až 5.

3. Metodika

3.1 Sběr dat a materiálu

Na všech 22 lokalitách jsem zvolila 20 mateřských rostlin (druhu *Aster linosyris),* u kterých jsem provedla měření výšky rostliny a určení počtu úborů a následně odebrala všechna semínka. Aby bylo dosaženo nezávislého výběru, byla každá konkrétní lokalita rozdělena několika pomyslnými osami, podél kterých byla vždy odebírána každá x-tá rostlina s ohledem na velikost populace. Toto terénní měření a odběr materiálu byly prováděny v říjnu 2004.

Všechna sesbíraná semínka jednotlivých rostlin jsem spočítala a zároveň roztřídila do dvou kategorií podle vyvinutosti semen. Úbory obsahovaly velké množství malých nevyvinutých semínek a menší procento vyvinutých. V některých případech nebyla žádná vyvinutá semena. Pro kontrolu jsem vytvořila kategorii „polovyvinutých" semen, která ovšem neměla velké zastoupení. Později při klíčení se potvrdilo, že tato kategorie spadá do nevyvinutých semen.
Semena byla počítána a tříděna během zimy 2005.

3.2 Experiment

Experimentální zahrada a skleník Botanického ústavu v Průhonicích

Z každé lokality byla vysázena semena z deseti mateřských rostlin a to z prvních deseti rostlin, u kterých bylo vyvinuto alespoň deset semínek. Do květináče o průměru 15 cm jsem zasela deset semen od jedné mateřské rostliny. Pokud mateřská rostlina vyprodukovala více než deset potencionálně reprodukčně schopných semen, byla vyseta do dalšího květináče pro případ nevyklíčených semen prvních deseti prvního květináče. Deset prvních vysetých semen bylo vybráno náhodně z celkového počtu vyvinutých semen jedné mateřské rostliny. Výsev se uskutečnil na jaře 2005, pokus probíhal ve skleníku Botanického ústavu Průhonicích.

Během jarních měsíců byl pokus pravidelně pozorován a byl zaznamenáván průběh klíčení semen. Byly vidět znatelné rozdíly v klíčivosti u jednotlivých lokalit.

V červnu 2005 byly semenáčky přesazeny v podobě malých růžic do samostatných květináčů a celkový počet byl rozdělen napůl do dvou skupin, které se lišily v obsahu živin substrátu.
V ideálním stavu byly přesazovány dva semenáče od jedné mateřské rostliny na chudší substrát a dva semenáče na bohatší. Zároveň byly květináče přemístěny ze skleníku do venkovního areálu, kde se dále mladé rostliny zalévaly vodou s dvojím obsahem živin podle toho, na jakém substrátu rostly. Vodou s vyšším obsahem dusíku se zalévaly semenáče rostoucí z bohatšího substrátu a naopak.
Květináčů s mladými rostlinami bylo 185.

Zbylé semenáče z kontrolních květináčů se ponechaly na pozdější kalibraci biomasy.

Na podzim 2005 se měřením opět kontroloval stav rostlin. Byly patrné rozdíly mezi jedinci rostoucími v chudší půdě a jedinci rostoucími v bohatší půdě.

3.3 Měření maximální kapilární kapacity půdy pomocí Kopeckého válečků

Půda má schopnost přijímat vodu a schopnost vodu držet, což se dá vyjádřit vodní kapacitou. Kapilární vodní kapacita odpovídá obsahu vody drženého v půdě působením kapilární adheze a povrchového napětí menisků v kapilárních průlinách a proti působení zemské tíže. O kapilární vodě předpokládáme, že se udrží v půdě po delší dobu než voda gravitační a že provlhčuje stejnoměrně nízké sloupce půdy.
Maximální kapilární kapacita půdy odpovídá maximálnímu množství vody, které může být vázáno v kapilárních pórech. Maximální kapilární kapacita podle V. Nováka odpovídá množství vody, které se nasaje kapilárním zdvihem do půdy přes mokrý filtrační papír a zůstane v ní zadrženo po odsání na suchém filtračním papíře (Klika et al.,1954).

Na daných lokalitách byly odebrány půdní vzorky do kovových Kopeckého válečků, na každé lokalitě po sedmi vzorcích. Vzorky půdy se výrazně lišily. Odběr půdy byl prováděn v říjnu 2005.
Zbytek stanovení probíhal laboratorně.

Kopeckého válečky se zeminou jsem postavila na obrácenou Petriho misku, přes kterou byl položen filtrační papír, jehož konce byly ponořeny do vody v misce (ve fotomisce). Přibližně za 24 hodin půda kapilárně nasaje vodu přes filtrační papír. Díky němu se omezuje zbytečné přesycení vodou do pórů nekapilárních a získáme nasycení převážně silami kapilárními. Úplné prosycení vodou nastává ve chvíli, kdy se povrch půdy začne lesknout. Nyní se váleček položí na několikrát přeložený suchý filtrační papír a krátkou dobu se nechá odsát přebytečná nekapilární voda. Takto odstátý váleček jsem velmi přesně zvážila a vložila na 24 hodin do pece a vysušila při teplotě 105°C. Po vyjmutí válečku z pece jsem váleček opět zvážila. Je důležité provádět vážení hned, aby vysušená půda neabsorbovala vzdušnou vlhkost.
Nesmí se zapomenout zvážit též prázdný kovový váleček, který je nutno odečíst od obou navážených hodnot. Zjistila jsem tedy čistou hmotnost půdy po nasycení vodou a čistou hmotnost absolutně suché půdy. Tyto hodnoty jsou základem pro výpočet maximální kapilární kapacity.
Výpočet objemové kapilární kapacity:
$(Z, - Z_2)/V \times 100$

Zi - hmotnost půdy nasycené vodou
Z2 - hmotnost půdy absolutně suché
V- objem válečku, u Kopeckého válečku lOOcm
Výsledek uváděn v jednotkách g/cm^3,
(podle Kubíková, 1971)

3.4 Zjišťování stupně ploidie druhu *Aster linosyris* pomocí průtokové cytometrie

Polyploidizace je dlouhodobě známá jako důležitý proces ve vývoji cévnatých rostlin. Je běžným fenoménem, vyskytuje se ve výskytu 47-70% druhů krytosemenných rostlin (Mandáková et Miinzbergová, 2006). Jeden rostlinný druh je tedy často tvořen populacemi s rozdílnými ploidemi, tzv. víceploidní taxony. Polyploidní typy na rozdíl od těch diploidních, jejichž buňky obsahují dvě kopie každého chromozómu, mají chromozómovou sádku zmnoženou a tedy obsahují více než dvě kopie téhož chromozómu. U druhu *Aster linosyris* a *Aster amelus* byly prokázány dva různé cytotypy, konkrétně diploidní a hexaploidní jedinci.

Vzhledem k velké variabilitě ve sledovaných parametrech rostlin v mém experimentu bylo usuzováno, že by se mohlo jednat o dva různé cytotypy.

Ke zjištění ploidie jedinců mého pokusu byla použita metoda průtokové cytometrie. Její velkou výhodou je, že tento postup pro stanovení počtu chromozómových řad je velice rychlý díky jednoduché přípravě vzorků a velké rychlosti analýz cytometrem. Další výhodou je, že se nedestruuje zkoumaný jedinec, protože k analýze je třeba jen malý vzorek rostliny.

Princip průtokové cytometrie

Průtoková cytometrie (v Angličtině *Flow cytometry)* je moderní metodou, která má v mnoha biologických oborech široké možnosti využití jako je například stanovení obsahu jaderné DNA, analýza buněčného cyklu a určení ploidie, takže patří v současnosti mezi velmi používané metody a to mnoha biologických oborech (Suda, 2007).

Celý mechanismus průtokové cytometrie je poměrně složitý. Vše je založeno na principu zaznamenávání vybraných optických vlastností jednotlivých buněk nebo jakýchkoliv částic, kdy nejčastější používanou optickou vlastností je intenzita

fluorescence. Je nutné před vlastním měřením obarvit dvoušroubovici DNA studovaného vzorku fluorescenčním barvivem (fluorochromem). Ozáříme-li fluorescenční barvivo světlem vhodné vlnové délky, dojde k jeho excitaci, přechodu elektronů na vyšší energetickou hladinu. Tento stav je nestabilní a elektrony se vzápětí vrací zpět do původního základního neexcitovaného stavu. Přechod elektronů je doprovázen uvolněním tepelné a světelné energie - zmíněná fluorescence, kterou lze pomocí průtokového cytometru změřit. Optická soustava cytometru (sada zrcadel a filtrů) zachytí fluorescenci a dále ji převede pomocí fotonásobičů na pulsy elektrického proudu (elektrické náboje). Po zesílení signálu a dalším jeho zpracování dochází k digitalizaci a uchování dat v počítači cytometru v podobě histogramu, který zobrazuje relativní intenzitu fluorescence jednotlivých izolovaných částic. (Suda,2007).

Aby byla stanovena ploidie studovaného druhu správně, je nezbytné používat standardy, což je materiál se známým počtem chromozómů zapsaný do databáze cytometru. Výsledek získáme na základě porovnávání intenzity fluoroscence analyzovaného vzorku a standardu.

Příprava suspenze jader

Ze zkoumané rostliny se odebere kousek čerstvého neporušeného pletiva zhruba o velikosti lcm2. Ten se vloží do Petriho misky s hypotonickým izolačním roztokem a s fluorescenčním barvivem a pomocí ostré žiletky se rozseká na velmi jemnou drť. Po několika minutách, které jsou potřebné k dostatečnému obarvení jaderné DNA, se vzniklá suspenze přefiltruje, aby se odstranily zbytky pletiv a roztok izolovaných jader se vloží do cytometru. Samotné cytometrické měření fluoroscence je velmi rychlé, analyzovat lze i několik stovek jader za jednu sekundu.
Výstupem z cytometru je histogram, který ukáže o jaký stupeň ploidie jde.

Tímto postupem byly zanalyzovány všechny rostliny mého experimentu. Jedním cytometrickým měřením byl vždy zjištěn stav deseti rostlin.

3.5 Kalibrace na biomasu

Základním ukazatelem růstu rostliny v čase je vyprodukovaná hmota jedince neboli biomasa. Taje výsledkem základních růstových charakteristik rostliny jako je výška, počet květenství, popřípadě velikost přízemní růžice.

Přímo lze biomasu zjistit pouze destruktivní metodou odběrem biomasy, jejím vysušením a zvážením. V mém případě toto nebylo možné, protože rostliny jsem potřebovala sledovat i v dalších sezonách. Bez parametru biomasa bych se při pozdějším analyzování dat neobešla, použila jsem proto nepřímou metodu ke stanovení hodnoty biomasy pomocí samostatného pomocného pokusu. Ten vychází z předpokladu, že lze jednoduchým způsobem vypočítat vztah jednotlivých růstových charakteristik rostliny neboli pomocných proměnných tzv. prediktorů ku výsledné hodnotě biomasy - cílové proměnné. Vztah mezi prediktory a cílovou proměnnou vyjádřím regresní rovnicí (Miinzbergová et Herben, 2002).

Tento pomocný pokus je určený pouze pro zmíněný výpočet tohoto vztahu, tedy na něm mohu aplikovat destruktivní metodu odběru biomasy. To znamená, že u určitého počtu jedinců, u tzv. kalibračního souboru, změřím všechny potřebné prediktory a následně rostlinu odeberu, vysuším v sušárně při teplotě 60°C a zvážím s přesností na 5 desetinných míst. Ze získaných údajů vypočítám již zmíněnou regresní rovnici, kterou pak mohu aplikovat na všechny ostatní rostoucí rostliny v mém pokusu.

Ke zjištění regresní rovnice jsem použila program Statistika 6.0.

3.6 Statistické zpracování

Všechna data z různých měření byla zadávána do tabulek do počítače. Tabulky byly zpracovávány v programu Microsoft Excel.

Ke statistickým analýzám byly používány programy S-plus a Statistika 6.0.

Zda byla použita log-lineární regrese typu Poisson či jednoduchá lineární regrese záviselo na rozložení dat analyzovaných souborů. Bylo vždy nutné zjistit pomocí histogramů (program Statistika 6.0), zda se jedná o normální rozdělení hodnot. Pokud

data nemají normální rozdělení je aplikována log-lineární regrese. V mých studovaných souborech se často objevovaly nulové hodnoty, proto byl tento typ regrese často využíván. Všechny grafy byly zpracovány v programu statistika 6.0.

Výsledky

Z celkového počtu 22 lokalit vyrostly semenáče pouze z 21 míst, semena z lokality Třtěno II nevyklíčila. Jednalo se o nejmenší lokalitu v mém experimentu.
Dále je v testech analyzováno pouze 21 zbývajících lokalit.

Přítomnost více druhů cytotypů u mých rostlin nebyl potvrzen. Všichni jedinci mají diploidní počet chromozómů.

1) Má na celkovou úspěšnost rostliny (tzv. performance) na původní lokalitě vliv:

a) <u>velikost populace,</u>
b) lokalita,
c) maximální kapilární kapacita půdy?

Pro celkovou úspěšnost rostliny budu dále používat z angličtiny převzatý termín performance. Tímto termínem je vyjádřena vitalita rostliny a úspěšnost v reprodukčním mechanismu.
Statistické testy ukazují průkazný vliv lokality jako celku na všechny závislé proměnné. Počet jedinců na lokalitě (tj. odhad velikosti populace) významně ovlivňuje pouze výšku mateřské rostliny a absolutní i relativní počet semen. Maximální kapilární kapacita půdy měla statisticky průkazný vliv na počet vyvinutých semen a na výšku mateřské rostliny. Výška rostliny prokazatelně ovlivňuje počet vyvinutých semen v úborech a počet úborů.
Tabulky la a lb ukazují statistickou průkaznost vlivu parametrů původní lokality na proměnné charakterizující performance rostliny (počet úborů, počet vyvinutých semen, výška rostliny). Čísla udávají průkaznost testu. Hodnoty <0.05 ukazují výsledky statisticky průkazné na 95% hladině významnosti.

Tabulka la - Závislost počtu úborů a výšky mateřské rostliny na parametrech charakterizujících dané lokality. Čísla ukazují průkaznost testu. Za statisticky průkazné považuji hodnoty <0.05.

parametr	počet úborů	výška mateřské rostliny
lokalita	0.01519677	0.0000000
odhad velikosti populace	0.2772684	0.0006062
max. kapilární kapacita	0.1519540	0.0347156
výška mateřské rostliny	0.0000000	X

Tabulka lb - Závislost vyvinutých semen a jejich poměru k celkovému počtu semen na parametrech daných lokalit. Čísla ukazují průkaznost testu. Za statisticky průkazné považuji hodnoty <0.05.

parametr	počet vyvinutých semen	poměr počtu vyvinutých semen k celkovému počtu
lokalita	1.981793e-009	7.771561e-016
odhad velikosti populace	0.00000012	0.0000014
max.kapilární kapacita	0.00088030	0.0286983
výška mateřské rostliny	0.00004624253	0.05234945

2) Má na klíčivost semen vliv:

a) <u>velikost populace</u>,

b) lokalita,

c) maximální kapilární kapacita půdy,

d) výška mateřské rostliny?

Klíčivost byla reprezentována počtem uchycených semenáčků, tedy počtem nových přízemních růžic a jejich vitalitou. Biomasa spolehlivě odráží vitalitu přízemních růžic, protože je odrazem počtu listů v každé růžici a jejich velikosti. Analýza ukázala, že všechny sledované nezávislé proměnné nejsou parametry původní lokality statisticky průkazně ovlivněny. Průkaznost testů je ukázána v tabulce 2.

Tabulka 2 - Závislost celkového růstu rostliny (biomasy) a počtu přízemních růžic na charakteristikách původní lokality v červnu 2005. Čísla ukazují průkaznost testu. Za statisticky průkazné považuji hodnoty <0.05.

číslo měření	měření 1	měření 1
parametr	biomasa	počet přízemních růžic
lokalita	0.4152834	0.9877643
max.kapilární kapacita	0.8260774	0.9857760
odhad velikosti populace	0.3926706	0.8425415
výška mateřské rostliny	0.3337293	0.5165049

3) Má na růst rostlin vliv:

a) <u>velikost populace,</u>

b) lokalita,

c) maximální kapilární kapacita půdy,

d) výška mateřské rostliny,

e) obsah živin v půdě?

Růst rostlin je vyjádřen biomasou. Dále je testován vliv nezávislých proměnných (vlastnosti lokality) na počet úborů, které jsou také projevem úspěšného růstu rostlin. Zároveň jsou testy závislosti růstu experimentálních jedinců na vlastnostech lokality rozděleny do dvou tabulek, z nichž každá znázorňuje růst v jednom vegetačním období. Měření 2 bylo prováděno v listopadu 2005, měření 3 v září 2006.

Výsledky analýzy ukazují, že v měření 1 i 2 velikost populace ani kapilární kapacita nemají statisticky průkazný vliv na počet úborů a celkovou biomasu rostliny. Nastupuje výrazný vliv bohatosti substrátu v experimentální zahradě na růst rostlin. Vliv interakce maximální kapilární kapacity půdy na původní lokalitě a substrátu v experimentu na obě závislé proměnné nebyl statisticky průkazný.

Testování vlivu výšky mateřské rostliny na sledované závislé parametry ukázalo, že výška mateřské rostliny nemá vliv na biomasu, test však potvrdil průkazný vliv na počet

úborů (i když v roce 2006 již těsně za hranicí průkaznosti). Také výška lodyhy jedinců z experimentu měla průkazný vliv na počet úborů v experimentu.
Průkaznost všech zanalyzovaných testů jsem vyhodnotila vždy jako čistý efekt, to znamená efekt po odečtení vlivu všech faktorů ostatních a jejich interakcí.
Průkaznost testů je ukázána v Tabulce 3 a 4.

Tabulka 3 - Závislost celkového růstu rostliny (biomasy) a počtu úborů na charakteristikách původní lokality v listopadu 2005. Čísla ukazují průkaznost testu. Za statisticky průkazné považuji hodnoty <0.05.

číslo měření	měření 2	měření 2
parametr	biomasa	počet úborů
lokalita	0.0882480	0.0001031
max.kapilární kapacita	0.2716284	0.9996767
odhad velikosti populace	0.9916439	0.1577493
výška lodyhy v experimentu	x	2.268791e-009
výška mateřské rostliny	0.8462334	0.04340702

Tabulka 4 - Závislost celkového růstu rostliny (biomasy) a počtu úborů na charakteristikách původní lokality a substrátu v experimentu v září 2006. Čísla ukazují průkaznost testu. Za statisticky průkazné považuji hodnoty <0.05.

číslo měření	měření 3	měření 3
parametr	biomasa	počet úborů
lokalita	0.0392191	0.0032644
max.kapilární kapacita	0.4752301	0.5555778
odhad velikosti populace	0.6725541	0.8726591
výška lodyhy v experimentu	x	0.0000000
výška mateřské rostliny	0.1412071	0.0556219
substrát	0.0000000	0.0000000
interakce substrátu a max.kap.kapacity	0.5478041	0.6039957

Konkrétně se prokázal pozitivní vliv výšky mateřské rostliny na počet úborů i na počet vyvinutých semen a všech semen jedné rostliny (viz Graf 4, Graf 5,Graf 6), na počet

nevyvinutých semen byl vliv slabší. Čím větší byla výška mateřské rostliny, tím větší byl počet semen v úborech (Graf 4). Také čím byla větší výška rostliny, tím byl i větší počet úborů (Graf 5). Na Grafu 4 jsou vidět nulové hodnoty počtu vyvinutých semen na jedné rostlině, přesto je test vlivu výšky na počet vyvinutých semen statisticky velmi průkazný. Zároveň byla statisticky průkazná velká variabilita ve výšce rostlin na lokalitách (Graf 2).

Čím byla vyšší maximální kapilární kapacita půdy, tím více bylo vyvinutých semen. Podobně průkazný vliv měla maximální kapilární kapacita na výšku mateřské rostliny. U posledního měření na podzim roku 2006 byl statisticky průkazný pozitivní vliv živinové bohatosti substrátu na počet úborů a biomasu (Graf 9 a 10).

Diskuse

Vliv lokality byl při regresních testech ve většině analýz statisticky průkazný ve vztahu ke sledovaným závislým proměnným - absolutní a relativní počet semen, počet úborů, výška mateřské rostliny, biomasa. Zvláště jednalo-li se o hodnoty zjištěné na rostlinách z původní lokality. Zde je vliv vysoce statisticky průkazný (viz. Tab la a lb a grafické vyjádření Graf 1, Graf 2, Graf 3). Výjimku v závislosti na lokalitě tvoří mladé rostliny vyklíčené již v podmínkách pokusu, u nich se naopak nepotvrdily žádné závislosti na charakteristikách původní lokality. V průběhu růstu a zvláště po vytvoření fertilní lodyhy se vliv lokality znovu objevuje. Tedy lokalita má vliv na parametry v rozmnožovacím období jedinců, ne však na vitalitu nefertilních rostlin. Pokud se jednalo o rostliny měřené na podzim v prvním roce pozorování, pak se vliv lokality projevil pouze u počtu úborů těchto rostlin a neobjevil u proměnné biomasa, přestože jsou tyto dvě proměnné pozitivně korelovány. To je způsobeno tím, že biomasa převážně odpovídá objemu přízemních růžic, lodyhy s úbory nebyly téměř zastoupeny. V prvním roce vytvářely rostliny hlavně přízemní růžice, větší počet lodyh a úborů vyrostl až v další sezoně.

Lokalita jako celek v sobě zahrnuje více faktorů ovlivňujících performance rostliny. Já jsem se ve své práci zaměřila pouze na velikost populace a nasákavost půdy vodou a její udržení se v ní. Ve všech testech vlivu lokality se objevila nevysvětlená variabilita

(tzv.Residuals) (Lepš, 1996). To znamená, že na rostliny mají vliv i jiné významné faktory, pravděpodobně bude roli hrát sluneční radiace, dále to mohou být škůdci, konkurenční vztahy rostlin apod. Ty však nebyly náplní mé práce, zaměřila jsem se především na výše zmiňovanou velikost populace a vliv všech vlastností lokality dohromady zahrnující i faktory mnou nezkoumané.

Nejsilnější byl vliv lokality na počet vyvinutých semen, popřípadě na počet semen nevyvinutých nebo na jejich poměr, tzn. celkově na produkci semen, vliv lokality na počet úborů už byl o něco slabší, ale stále statisticky průkazný. Ukázalo se, že lokalita má výraznější efekt na výsledný počet vyvinutých semen než na počet úborů. Prokázala se pozitivní regresní závislost výšky mateřské rostliny na počet úborů i na počet vyvinutých semen a všech semen jedné rostliny (viz Graf 4, Graf 5,Graf 6), na počet nevyvinutých semen byl vliv slabší. Čím větší byla výška mateřské rostliny, tím větší byl počet semen v úborech. Také čím byla větší výška rostliny, tím byl i větší počet úborů. Na Grafu 4 jsou vidět nulové hodnoty počtu vyvinutých semen na jedné rostlině, přesto je test vlivu výšky na počet vyvinutých semen statisticky velmi průkazný. Zároveň byla statisticky průkazná velká variabilita ve výšce rostlin na lokalitách (Graf2).

Velikost populace průkazně ovlivnila počet vyprodukovaných semen, ovšem na počet úborů vliv neměla, tím se znovu potvrzuje, že je především ovlivňována schopnost vytvořit vyvinutá semena než schopnost kvést. Protože reprodukční úspěšnost záleží na investici do semen, ne do produkce co největšího počtu úborů, velikost populace tak přímo ovlivňuje úspěšnost přežívání rostlin na lokalitě. Vliv velikosti populace byl prokázán také na výšku rostliny.

Zajímavý je vliv maximální kapilární kapacity na počet vyvinutých semen. Čím byla vyšší maximální kapilární kapacita půdy, tzn. čím více vody je půda schopna po deštích zadržet v půdním profilu, tím více bylo vyvinutých semen. Podobně průkazný vliv měla maximální kapilární kapacita na výšku mateřské rostliny.

U měřená 1 a 2 se analýzy vlivu charakteristik lokalit na počet přízemních růžic, počet úborů ani na biomasu neukázaly statisticky průkazné (viz Tab 2 a Tab 3).

U posledního měření na podzim roku 2006 byl statisticky průkazný vliv živinové bohatosti substrátu na počet úborů a biomasu. Také se ukázal vliv lokality na počet úborů a biomasu.

7. Závěr

Všechny sledované závislé proměnné jako je počet úborů, počet vyprodukovaných semen, vyvinutých i všech semen dohromady a výška rostliny se ukázaly statisticky průkazně ovlivněny lokalitou jako celkem. Více než 95% variability ve sledovaných charakteristikách rostlin na původních lokalitách vysvětlila analýza vlivu velikosti populace na výšku rostliny a počet semen na ní. Test vlivu maximální kapilární kapacity půdy byl statisticky signifikantní opět ve vztahu k výšce rostliny a počtu vyprodukovaných semen, především ve vztahu k vyvinutým semenům. Výška mateřské rostliny ukázala pozitivní vliv na počet vyvinutých i nevyvinutých semen a počet úborů. Je tedy vidět, že vybrané vlastnosti každé jednotlivé lokality významně ovlivňují vitalitu a reprodukční schopnost jejích jedinců.

U mladých rostlin vyklíčených v podmínkách experimentu se nepotvrdil vliv charakteristik daných lokalit na vitalitu těchto rostlin. Ani u starších rostlin setrvávajících v pokusu již druhou vegetační sezonu se analýzy neukázaly statisticky průkazné, šlo-li o vliv velikosti populace a maximální kapilární kapacity půdy. Výjimkou byl test vlivu lokality na biomasu a počet úborů, který byl statisticky průkazný. Dalším významným faktorem ovlivňujícím závislé proměnné byla bohatost substrátu v experimentu, u něhož analýza prokázala statisticky průkazný vliv na vitalitu a reprodukční schopnosti jedinců.

8. Seznam použité literatury

Anonymus (1967): Geologická mapa ČSSR 1: 500 000. Ústřední ústav geologický a Ústřední správa geodézie a kartografie. Praha.

Cajz, V. (1996): České Středohoří. Geologická a přírodovědná mapa 1:100 000. Český geologický ústav. Praha.

Herben, T., Munzbergová, Z. (2002): Zpracování geobotanických dat v příkladech. Část II. Data o populační biologii, http://botany.natur.cuni.cz/pdf/demogr2.pdf

Hooftman, D.,A.,P., van Kleinem, M. et Diemer, M. (2003): Effects of habitat fragmentation on the fitness of two common wetland species, Carex davalliana and Succisa pratensis. Oecologia 134 : 350-359.

Klika, J., Novák, V. et Gregor, A. (1954): Praktikum fytocenologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství. SZN. Praha.

Kubát, K. (ed.) (2002): Klíč ke květeně České republiky. Academia. Praha.

Kubíková, J. (1971): Geobotanické praktikum. SPN. Praha.

Kolb, A. (2005): Reduced reproductive success and offspring survival in fragmented populations of the forest herb Phyteuma spicatum. Journal of Ecology. 93 : 1226-1237.

Lepš, J. (1996): Biostatistika. Jihočeská univerzita. České Budějovice.

Mandáková, T. et Munzbergová, Z. (2006): Distribution and Ecology of Cytotypes of the Aster amellus Aggregates. Annals of Botany 98: 845-856.
in the Czech Republic

MathSoft Inc., 2000 S-PLUS. Professional release 2. Massachusetts.

Morgan, J.,W. (1999): : Effects of population size on seed production and germinability in an endangered, fragmented grassland plant. Conservation Biology. 13 : 266-273.

Munzbergová, Z. (2006): Effect of population size on prospect of species survival. Folia Geobotanica 41: 137-150.

Ouborg, N.,J. et Vantreuren, R. (1995): Variation in fitness-related characters among small and large populations of Salvia pratensis. Journal of Ecology. 83 : 369-380.

Schmalholz, M. et Kiviniemi, K. (2007): Relationship between abundance and fecundity in the endangered grassland annual Euphrasia rostkoviana ssp fennica. Annales Botanici Fennici 44 : 194-203.

Silvertown, J.W. et Charlesworth, D. (2001): Introduction to plant population biology. Blackwell Science. Oxford.

Slavík, B. et Štěpánková, J. (eds.) (2004): Květena České republiky 7. Academia. Praha.
Sedmý svazek tisku připravili Štěpánek, J. et Štěpánková, J.
StatSoft Inc., 2001 STATISTICA (data analyses software). Version 6. Tulsa.
Zrzavý, J., Štorch, D. et Mihulka, S. (2004): Jak se dělá evoluce. Paseka. Praha.

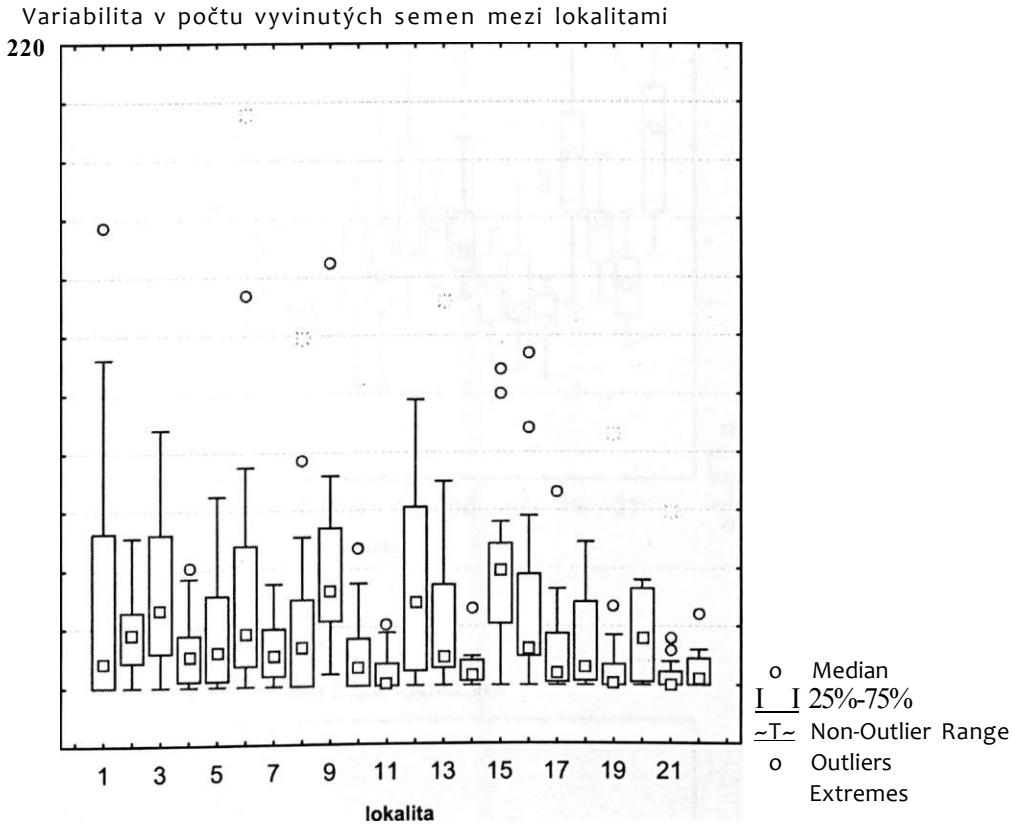
vyhláška: Zákon č. 114/1992 Sb. a Příloha II. k vyhlášce MŽP ČR č. 395/1992 Sb

www stránky:
http://botanv.cz/cs/chranene-rostliny/, září 2007
http://www.ibot.cas.cz/fcm/suda/oresentation/ziva.pdf, září 2007

9. Přílohy

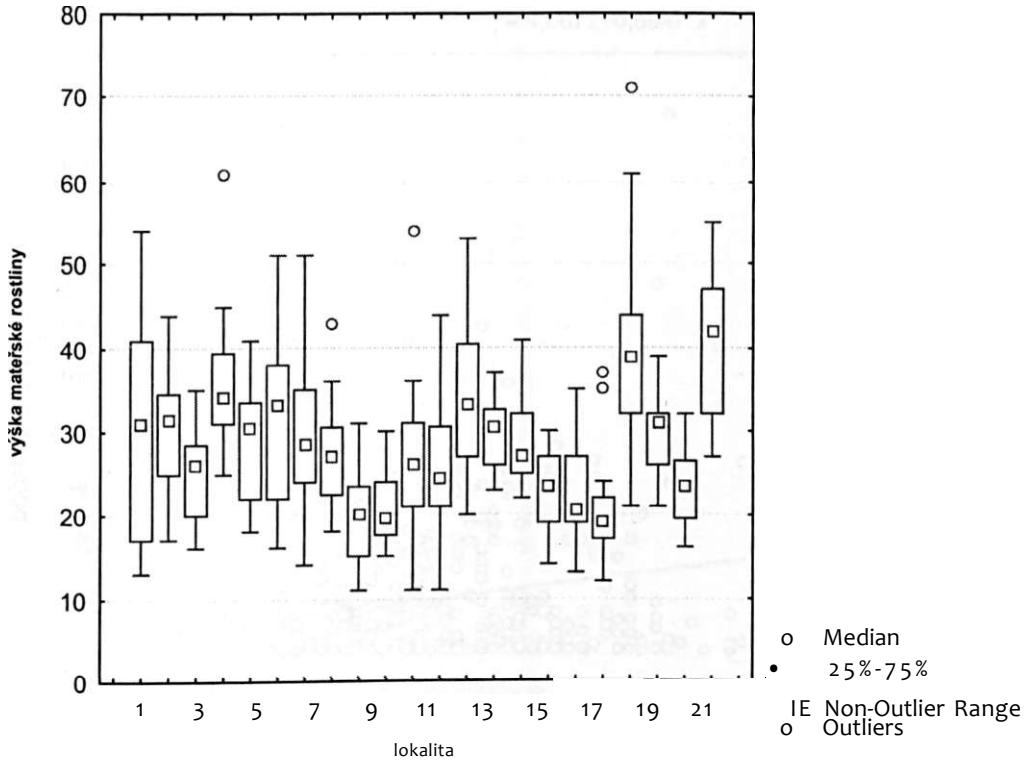
9.1 Grafy

Graf 1



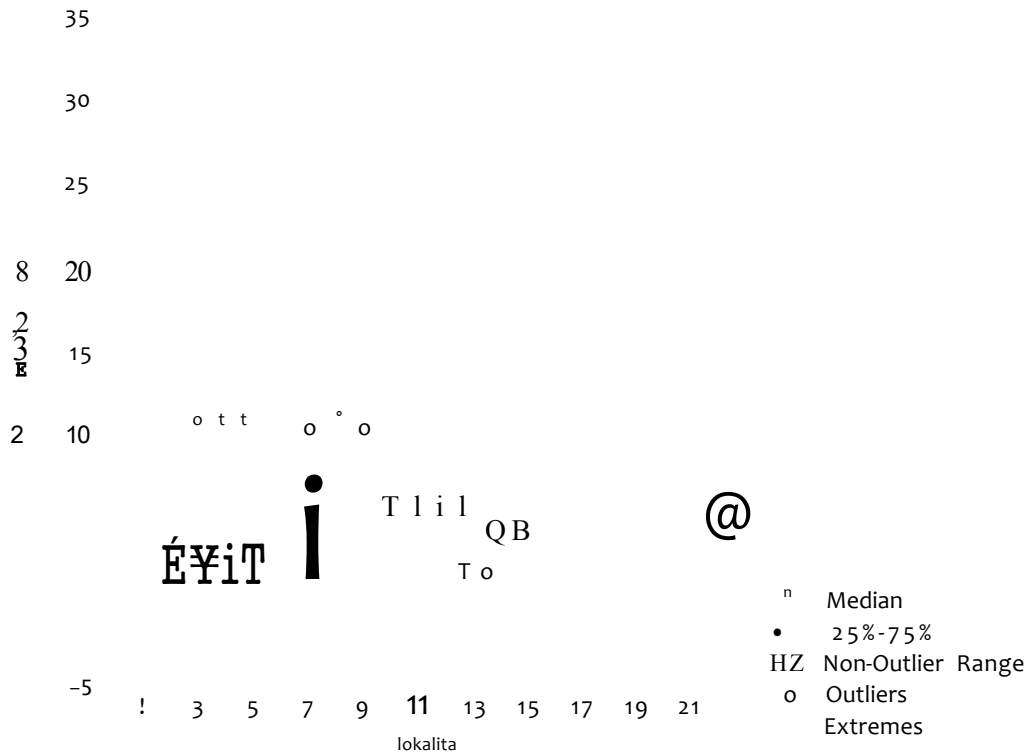
Graf 2

Variabilita výšky mateřské rostliny mezi lokalitami

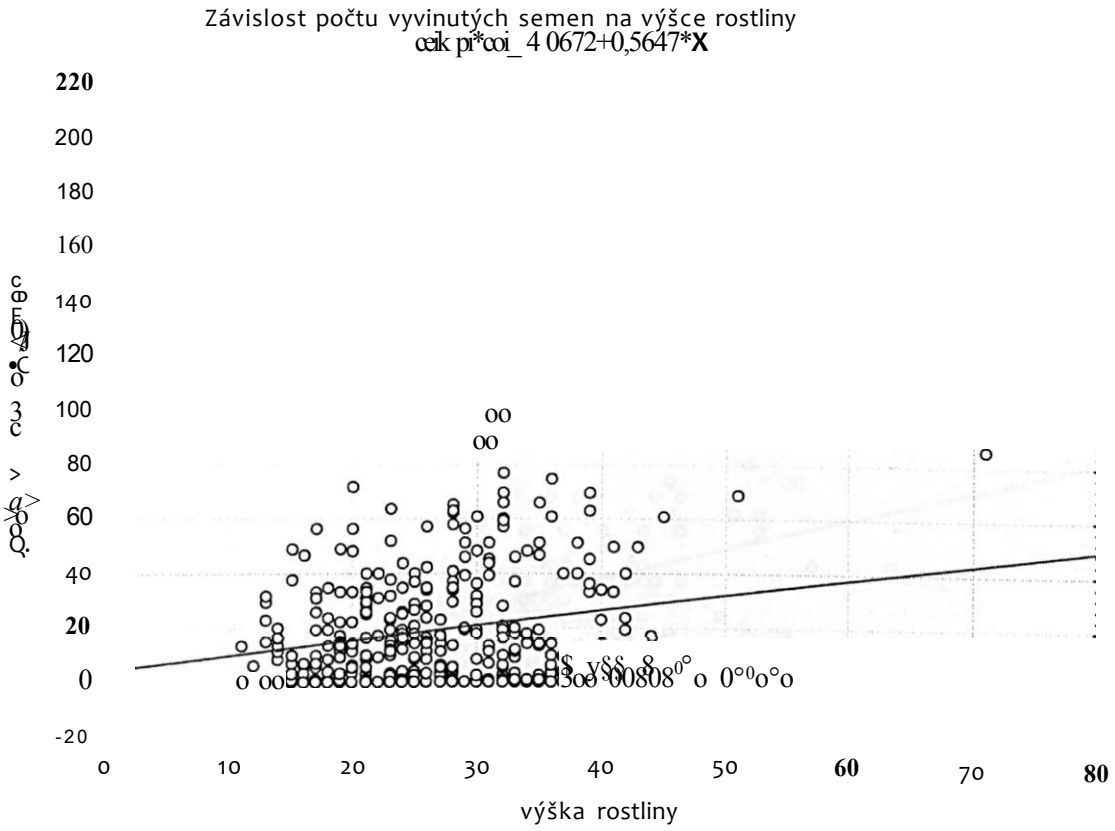


Graf 3

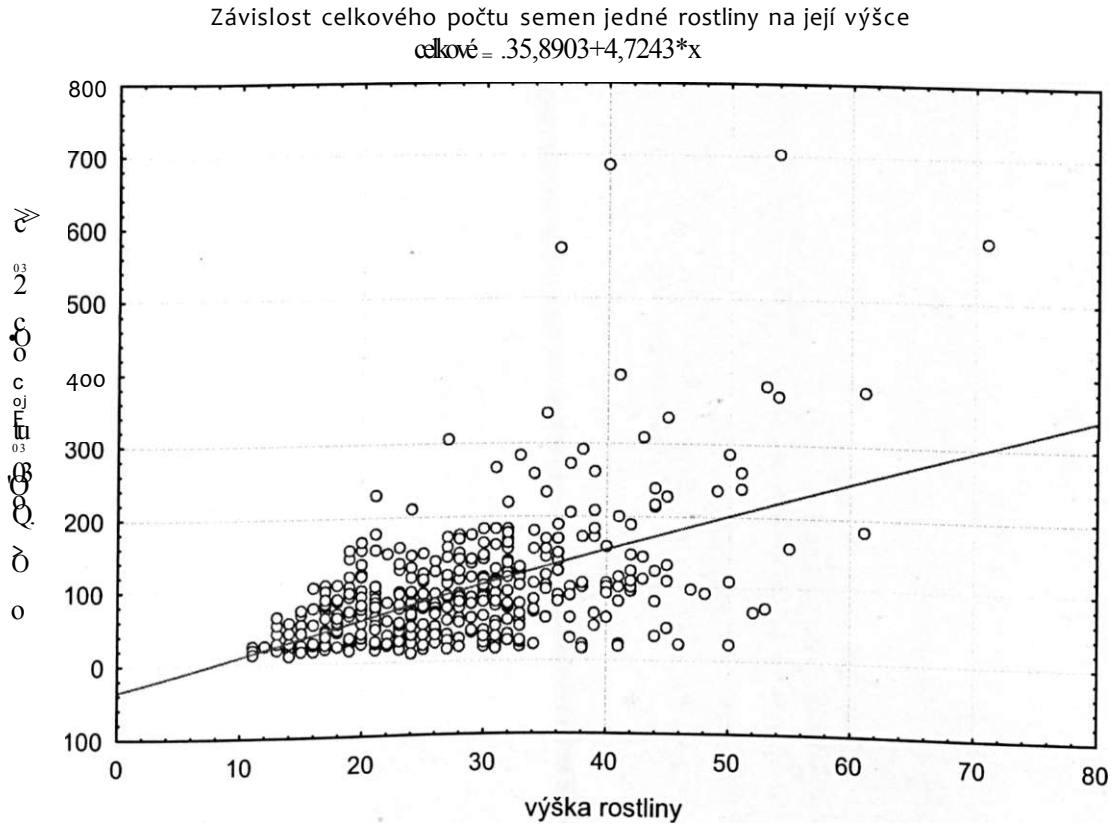
Variabilita v počtu úborů mezi lokalitami



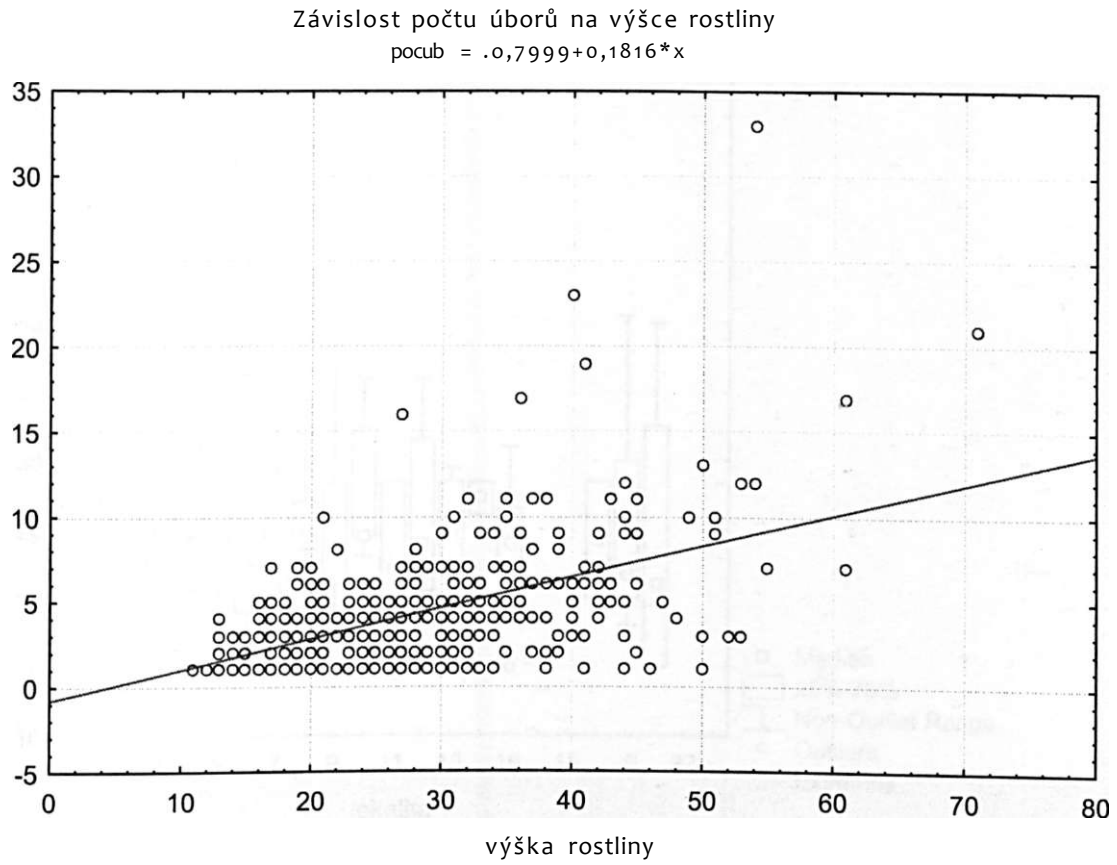
Graf 4


Závislost počtu vyvinutých semen na výšce rostliny
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
-20
0
10
20
30
40
50
60
70
80
výška rostliny

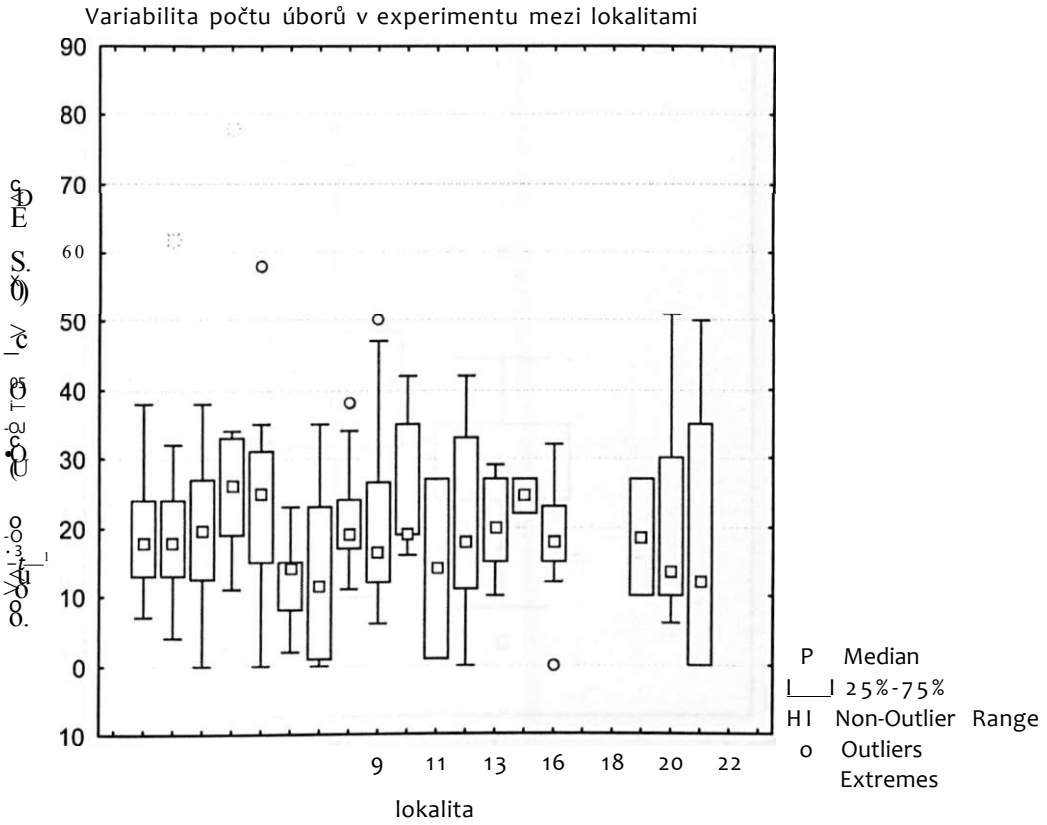
Graf 5


Závislost celkového počtu semen jedné rostliny na její výšce
800
700
600
500
400
300
200
100
0
100
0
10
20
30
40
50
60
70
80
výška rostliny

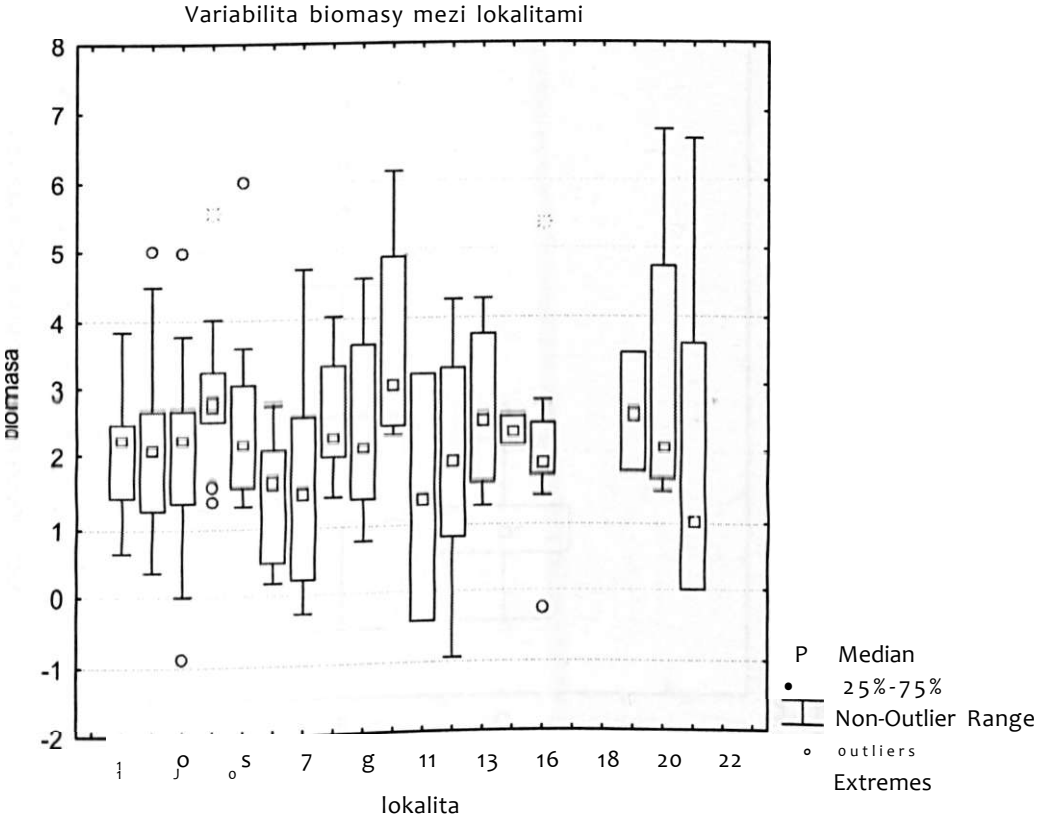
Graf 11


Závislost počtu úborů na výšce rostliny
pocub = .o,7999+o,1816*x
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
0
10
20
30
40
50
60
70
80
výška rostliny

Graf 11

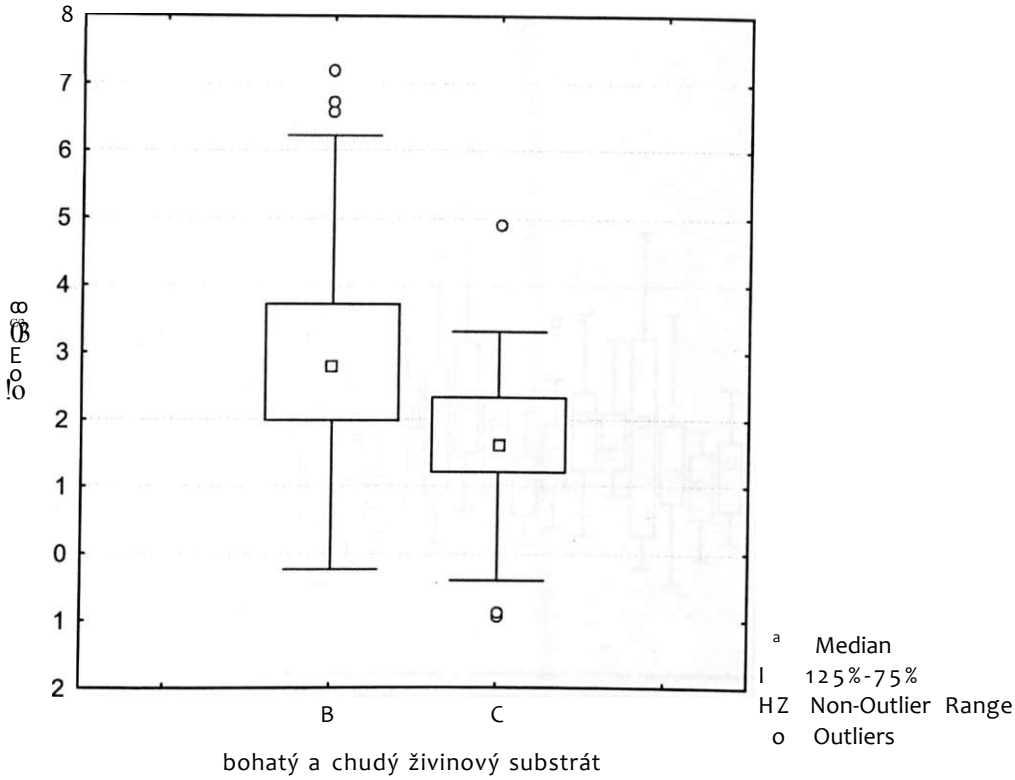


Graf 8



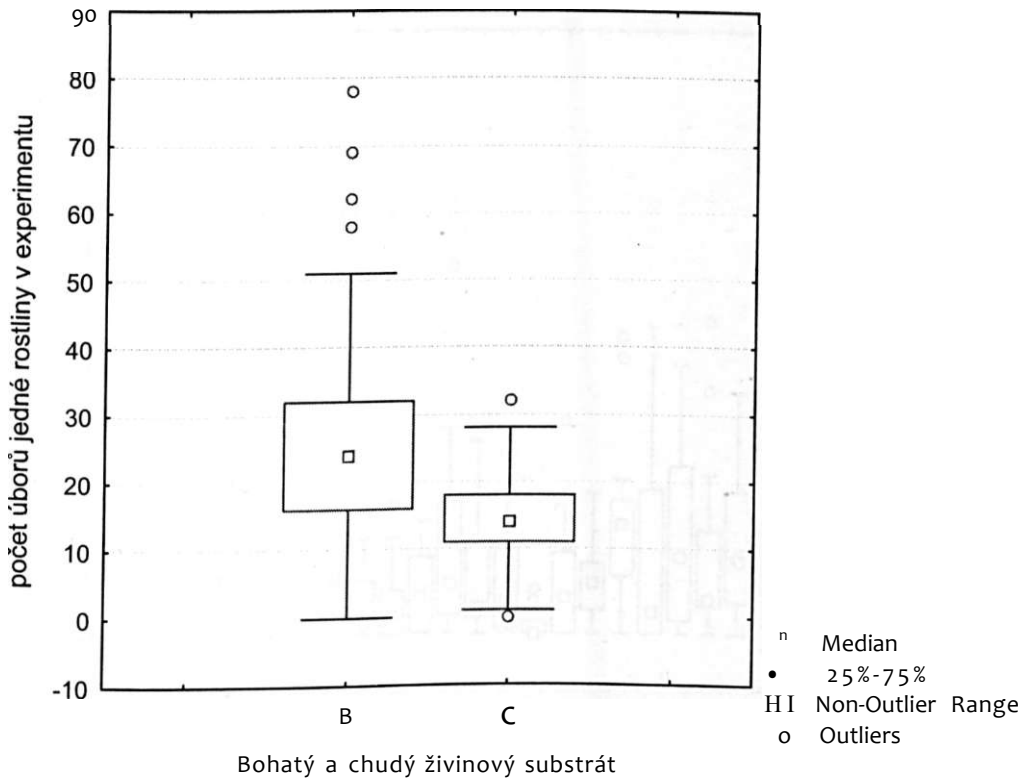
Graf 11

Variabilita biomasy na bohatém a chudém substrátu



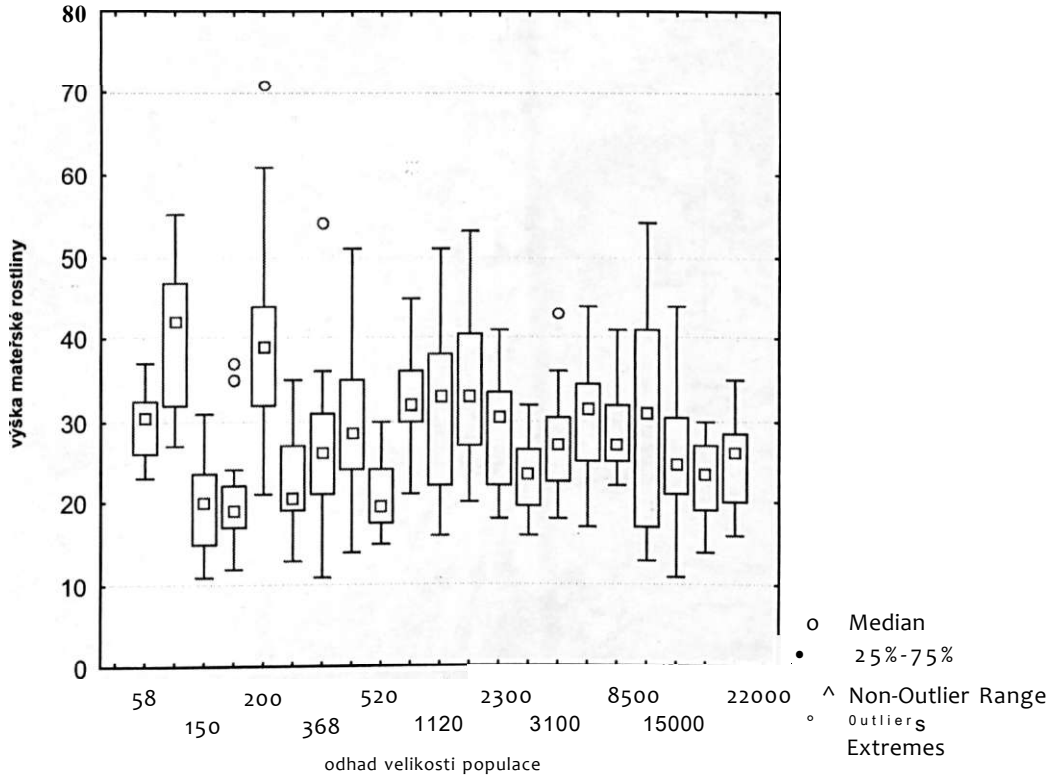
Graf 10

Variabilita počtu úborů na bohatém a chudém substrátu



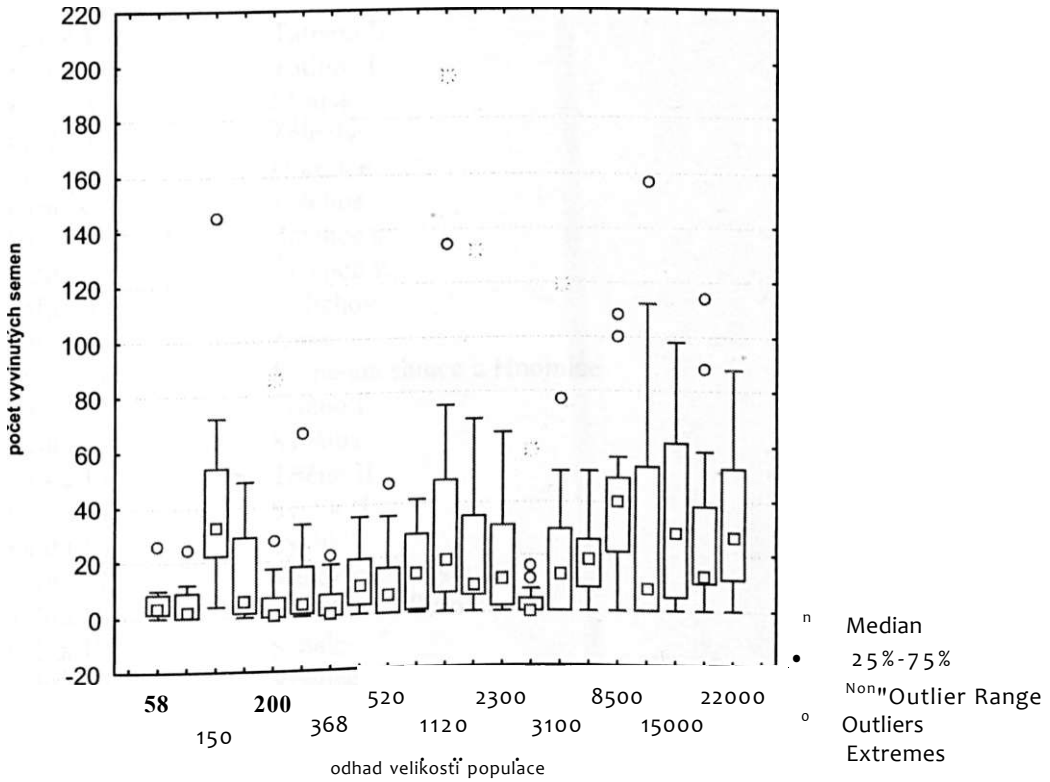
Graf 11

Variabilita výšky rostliny u různě velkých populací



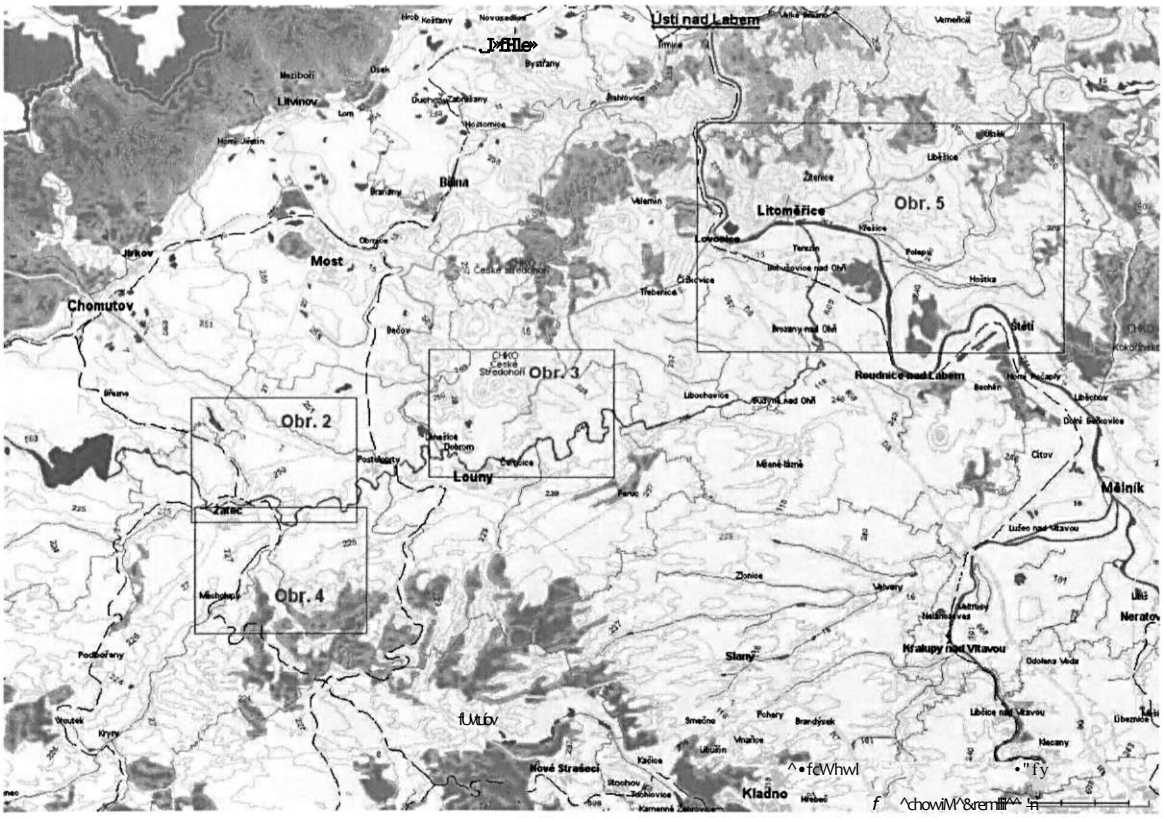
Graf 12

Variabilita počtu vyvinutých semen u různě velkých populací



9. 2 Mapy

Obr. 1

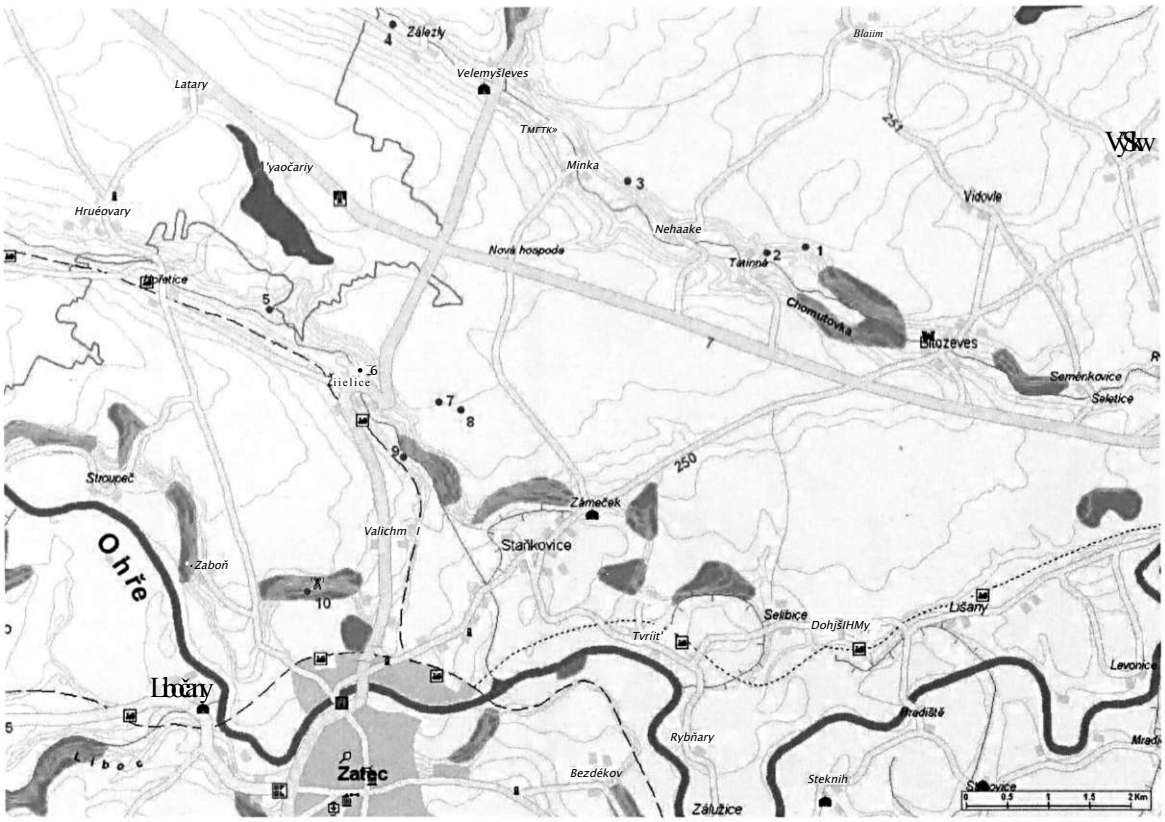


měřítko 1 : 260000

Legenda:

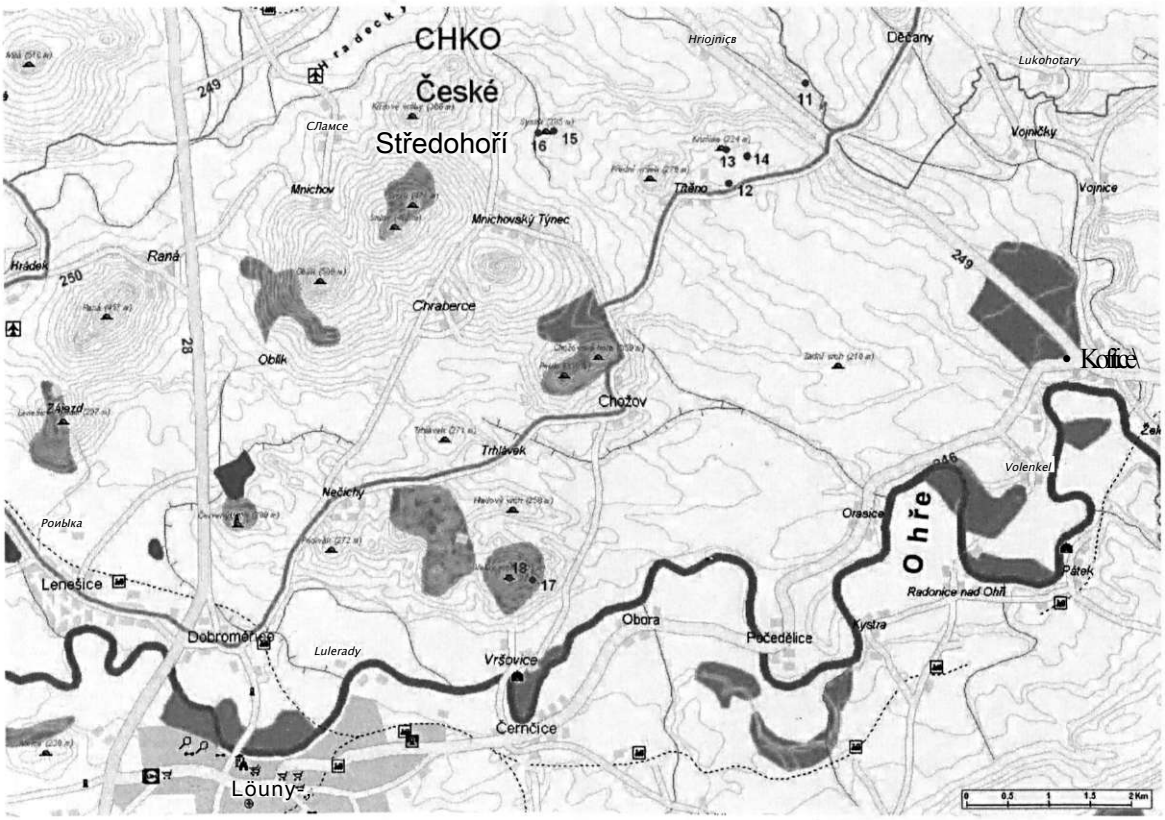
lokalita 1	Tatinná II
lokalita 2	Tatinná I
lokalita 3	Minice
lokalita 4	Zálezly
lokalita 5	Hořetice
lokalita 6	Žíželice
lokalita 7	Zíželice s.
lokalita 8	Žíželice v.
lokalita 9	Velichov
lokalita 10	Zatec
lokalita 11	Kamenná slunce u Hnojnice
lokalita 12	Třtěno I
lokalita 13	Krušina
lokalita 14	Třtěno II
lokalita 15	Syslík II
lokalita 16	Syslíkl
lokalita 17	Velký vrch Vršovic
lokalita 18	Velký vrch Vršovic s.
lokalita 19	Sádek
lokalita 20	Vědlice
lokalita 21	Malíč
lokalita 22	Malíč z.

Obr. 2



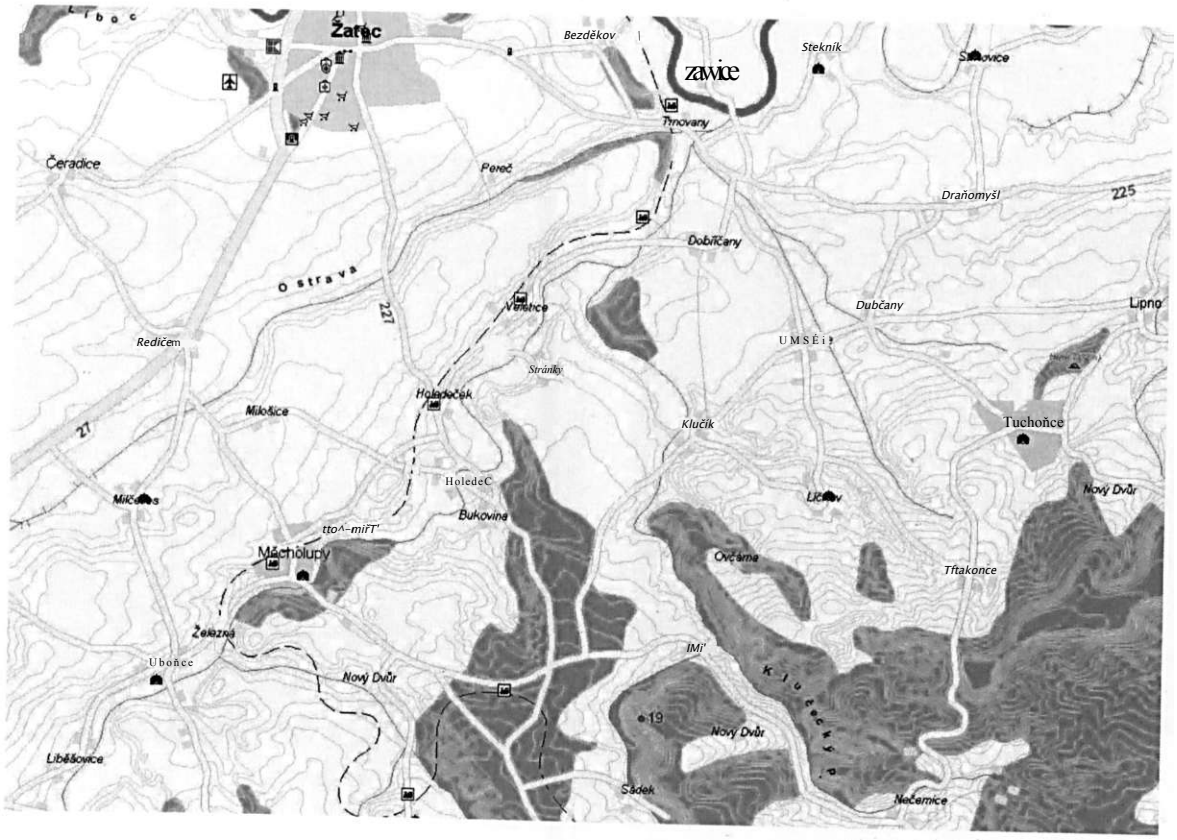
měřítko 1 : 42000

Obr. 3



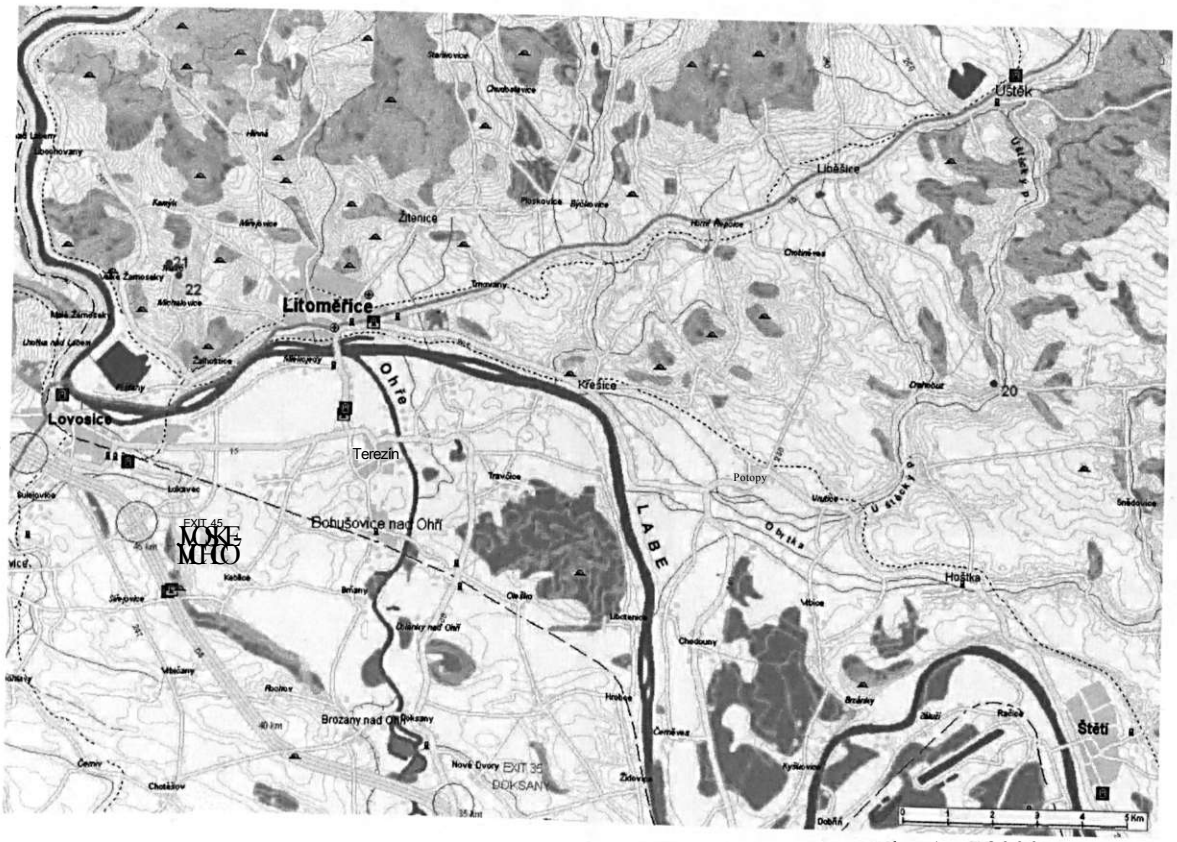
měřítko 1 : 42000

Obr. 4



měřítko 1 :42000

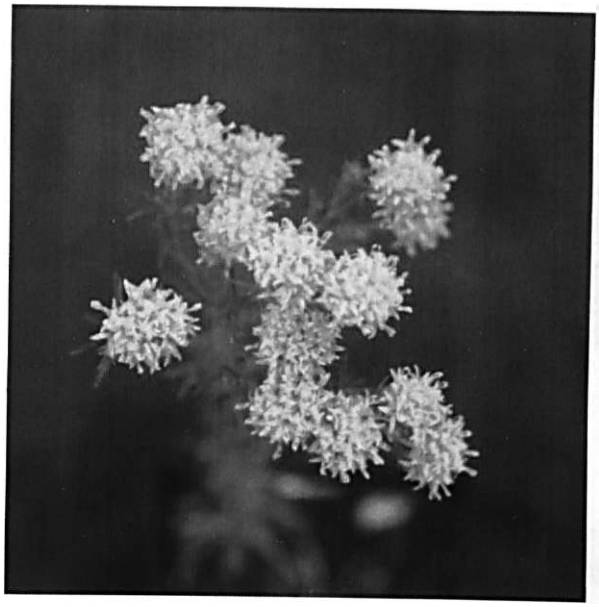
Obr. 5



měřítko 1 : 78000

9. 3 Fotografie

Foto 1



Aster linosyris

Foto 2

Aster linosyris

Foto 3

Aster linosyris

Foto 4

Aster l™osyris

Foto 5

pokus v experimentální zahradě BÚ v Průhonicích (chudý substrát)

Foto 6

pokus ve skleníku BÚ v Průhonicích

Foto 7

Kopeckého válečky

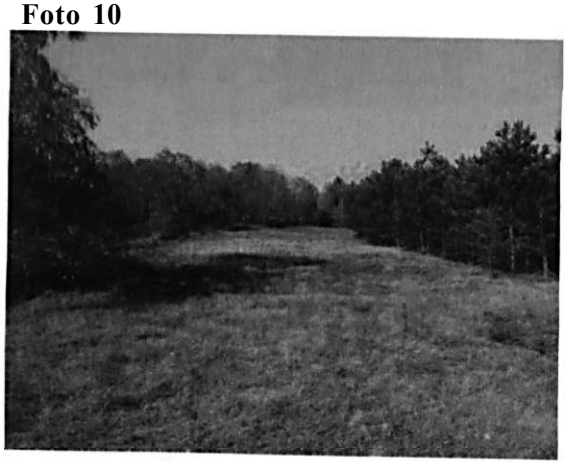
Foto 8

ukázka půd jednotlivých lokalit

Foto 9

Velký vrch Vršovic

Foto 10



Velký vrch Vršovic s.

Foto 11

Kamenná slunce u Hnojnice

Foto 12

Syslík **II**

Foto 13

Třtěno

Foto 14

Žíželice v.