

University of South Bohemia in České Budějovice
Faculty of Science

Species pool size and realized species richness affect
productivity differently: A modeling study

RNDr. Thesis

Mgr. Terezie Rychtecká, PhD

České Budějovice
2014

This thesis should be cited as

Rychtecká T., 2014: Species pool size and realized species richness affect productivity differently: A modeling study. RNDr. Thesis, University of South Bohemia, Faculty of Science, České Budějovice, Czech Republic, 12 pp.

Annotation

Current and expected decline in biodiversity have motivated a number of experiments studying how biodiversity affects ecosystem functioning. The positive relationship is usually found in experiments where species pool is manipulated; the relationship between productivity and realized species richness does not show any single trend. We constructed a simple competition model for a plant community based on the classical Lotka-Volterra equations, with randomly generated parameters. We varied the species pool size and intensity of competition (range of competition coefficients). Then, we compared two measures of diversity used as predictors of productivity: (1) the size of the species pool and (2) the realized species richness, i.e. the number of species that remained in the system after competitive exclusion. Simulation results showed that productivity was always positively affected by the size of the species pool. With increasing species pool, both the selection effect and complementarity increase. The relationship between realized species richness and productivity was extremely weak within a set of simulations with a fixed species pool (i.e. where the diversity gradient was caused only by differences in the randomly generated parameters). The relationship between realized species richness and productivity was slightly positive for small species pool sizes and slightly negative for larger species pools. A species with high carrying capacity within the generated set of species usually decreases the chance of other species to survive but increases the productivity of the mixture, leading to negative diversity productivity relationship. On the contrary, presence of highly complementary species (i.e. species with low mutual competition coefficients) increases both, the realized species richness and productivity, leading to positive diversity productivity relationship. These two effects mostly counterbalance each other. These trends are not affected by the competition intensity.

Declaration [in Czech]

Prohlašuji, že svoji rigorózní práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své rigorózní práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky kolektivu a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

České Budějovice, 8. 8. 2014

Mgr. Terezie Rychtecká, PhD

This thesis is based on the following publication

Stachová T, Lep–J (2010) Species pool size and realized species richness affect productivity differently: a modelling study. *Acta Oecologica* 36: 5786586. IF (2012) = 1.62

Co-authors agreement

The co-author Jan Lep– fully acknowledge that Terezie Rychtecká significantly contributed to this publication. Terezie Rychtecká together with Jan Lep– designed the model and analyzed the results. Terezie Rychtecká wrote major part of the publication.

The co-author of the study Jan Lep–, hereby consent to the publication in the RNDr. thesis of Terezie Rychtecká and support this statement with his signature (without academic titles):

Jan Lep–



Species pool size and realized species richness affect productivity differently: A modeling study

Terezie Stachová^{a,*}, Jan Lepš^{a,b}

^aDepartment of Botany, Faculty of Science, University of South Bohemia, Braníšovská 31, 370 05 České Budějovice, Czech Republic

^bInstitute of Entomology, Biology Centre, CAS, Braníšovská 31, 370 05 České Budějovice, Czech Republic

ARTICLE INFO

Article history:

Received 10 May 2010

Accepted 6 September 2010

Available online 2 October 2010

Keywords:

Biodiversity

Ecosystem functioning

diversity–productivity relationship

Simulation model

ABSTRACT

Current and expected decline in biodiversity have motivated a number of experiments studying how biodiversity affects ecosystem functioning. The positive relationship is usually found in experiments where species pool is manipulated; the relationship between productivity and realized species richness does not show any single trend.

We constructed a simple competition model for a plant community based on the classical Lotka–Volterra equations, with randomly generated parameters. We varied the species pool size and intensity of competition (range of competition coefficients). Then, we compared two measures of diversity used as predictors of productivity: (1) the size of the species pool and (2) the realized species richness, i.e. the number of species that remained in the system after competitive exclusion.

Simulation results showed that productivity was always positively affected by the size of the species pool. With increasing species pool, both the selection effect and complementarity increase. The relationship between realized species richness and productivity was extremely weak within a set of simulations with a fixed species pool (i.e. where the diversity gradient was caused only by differences in the randomly generated parameters). The relationship between realized species richness and productivity was slightly positive for small species pool sizes and slightly negative for larger species pools. A species with high carrying capacity within the generated set of species usually decreases the chance of other species to survive but increases the productivity of the mixture, leading to negative diversity productivity relationship. On the contrary, presence of highly complementary species (i.e. species with low mutual competition coefficients) increases both, the realized species richness and productivity, leading to positive diversity productivity relationship. These two effects mostly counterbalance each other. These trends are not affected by the competition intensity.

© 2010 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Abstrakt: V souasnosti dochází k poklesu druhové rozmanitosti a tento fakt byl motivací pro velké množství prací zabývajících se vlivem druhové rozmanitosti (diversity) na fungování ekosystému (produktivitu). Pozitivní vztah mezi diversitou a produktivitou byl obvykle zjištěn v pokusech, kde bylo manipulováno velikostí zásobníku druhů, avšak vztah mezi realizovanou diversitou a produktivitou nevykazoval jednotný trend.

Navrhli jsme jednoduchý kompetiční model rostlinného společenstva pracující na základě klasických Lotka–Volterrových rovnic, s náhodně generovanými vstupními parametry. V tomto modelu jsme změnila velikost zásobníku druhů a intenzitu kompetice mezi druhy (rozsah hodnot kompetičních koeficientů). Následně jsme porovnávali dvě možné definice diversity, které se používají jako prediktory produktivity: 1) velikost zásobníku druhů a 2) realizovanou diversitu, tj. počet druhů, které se udržely ve společenstvu poté, co došlo ke kompetičnímu vyloučení.

Výsledky našich simulací ukázaly, že produktivita byla vždy pozitivně ovlivněna velikostí zásobníku druhů. S rostoucí velikostí zásobníku druhů rostly také selektivní efekt a efekt komplementarity. Vztah mezi realizovanou diversitou a produktivitou byl velmi slabý v rámci simulací s jednotnou velikostí zásobníku druhů (tj. v případě, kdy gradient realizované diversity byl způsoben pouze rozdíly v náhodně generovaných vstupních parametrech modelu). Vztah mezi realizovanou diversitou a produktivitou byl mírně pozitivní pro malé zásobníky druhů a mírně negativní pro velké zásobníky druhů. Druhy s vysokou nosnou kapacitou v rámci generovaného společenstva obvykle snižují účinnost ostatních druhů na periferii, ale zároveň zvyšují produktivitu společenstva, což vede k negativnímu vztahu mezi diversitou a produktivitou. Oproti tomu přítomnost vysoce komplementárních druhů (druhy se vzájemně nízkými kompetičními koeficienty) zvyšuje jak diversitu, tak produktivitu a ve výsledku způsobuje pozitivní vztah mezi diversitou a produktivitou. Tyto dva efekty se z větší části vzájemně vylučují. Pozorované trendy nebyly ovlivněny intenzitou kompetice v modelu.