

土壤生态型及其应用*

杨万勤 王开运

宋光煜

(中国科学院成都生物研究所 成都 610041)(西南农业大学资源与环境学院 重庆 400716)

摘要 阐述了土壤生态型的概念和类型,指出土壤生态型研究对作物育种、土壤资源配置、区域耕作及生态农业建设等具有重要的指导作用。

关键词 土壤生态型 类型 应用

Soil ecotype and its application. YANG Wan-Qin, WANG Kai-Yun (Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041), SONG Guang-Yu (College of Resources and Environment, Southwest Agricultural University, Chongqing 400716), *CJEA*, 2002, 10(1): 38~40

Abstract The concept and types of soil ecotype are elaborated in this paper. Moreover, it is considered that studies on soil ecotype have important directive functions upon crop breeding, soil resource allocation, regional cultivation, and eco-agricultural construction.

Key words Soil ecotype, Type, Application

早在20世纪20年代瑞典遗传生态学家 Turresson G. 就提出了“生态型”(Ecotype)这一术语,他把不同植物种群栽培在相同条件下,在相当长时间里其差异仍继续存在,这表明这些差异是可以遗传的,是基因型的差异,因此他将生态型定义为“1个生态种或分类种对某一特定的生态发生基因型反应而产生的产物”,认为生态型是种内适应于不同生态条件或地理区域的遗传类群,即在不同生境里由于长期受到不同环境条件的影响,生物在生态适应过程中发生了不同种群的变化和分化,形成不同的形态、生理和生态特征且通过遗传固定下来,这样在1个种内就分化出不同的生态型,可见生态型是同1种生物对不同环境条件趋异适应的结果。同一种内的不同生态型,有的可在形态上表现出差异,有的只在生理或生化上有差异,而在形态上并无明显差异,这些差异的形成主要是由生态因素对许多基因选择和控制的结果。根据引起生态型分化的主导因素将生态型可分为气候生态型(Climatic ecotype)、生物生态型(Biological ecotype)和土壤生态型(Soil ecotype)3种类型,其中气候生态型主要是由于长期气候因素影响所形成的生态型;生物生态型是在生物因素(如生殖隔离、竞争等)作用下形成的生态型;土壤生态型则是由于土壤因子影响所形成的生态型^[1]。

1 土壤生态型概念与类型

土壤生态型是土壤生态学的重要研究内容之一,是指由于土壤水分、pH值、矿质元素(N、P、K、Ca、Mg、Fe、Mn、B、S等)及污染物质(重金属污染物质和有机污染物质)的作用,从而使种内的基因型分化所形成的生态型。如牧草鸭茅(*Dactylis glomerata*)由于土壤水分不同而明显呈2个生态型,其生长于河洼地植株旺盛、高大、叶厚、色绿和产量高,而生长在碎石堆上植株矮小、叶小、色淡和产量低,二者在细胞液渗透压等生理方面亦有明显差异^[1]。Clausen等(1940,1945,1948)研究发现,腺毛委陵菜(*Potentilla glandulosa*)中有4个生态型都被定为亚种:Subsp. *typica* (生于海岸),Subsp. *reflexa* (生于旱坡),Subsp. *henseni* (生于湿润草地),Subsp. *nevadensis* (生于高山和亚高山生境),这4个生态型之间虽有形态(如株高、生长习性、叶面积和花序式样)和生理(如季节生长规律、开花时间和抗寒力)的差别,但亚种间多少有些过渡且遗传上基本连续,这有别于其他近缘种,因此Clausen学派把这4个生态型称为气候生态型,但它们实际是空间的和生态的生态型,确切地说是土壤生态型^[1]。

土壤生态型是生物对土壤生态环境趋异适应的结果,根据引起土壤生态型产生的土壤生态因子及其作用的差异(表现型),可将土壤生态型分成不同的类型(见图1)。

* 中国科学院“百人计划”项目(B010108)、云南省与中国科学院合作项目和重庆市科委青年专家基金项目共同资助

收稿日期:2000-07-05 改回日期:2001-08-08

1.1 根据土壤生态因子的直接作用划分

土壤生态型可分为土壤水分生态型 (Soil moisture ecotype)、土壤 pH 生态型 (Soil pH ecotype)、土壤营养生态型 (Soil nutrient ecotype)、土壤盐度生态型 (Soil salinity ecotype) 和土壤污染生态型 (Soil pollution ecotype) 等, 土壤水分生态型是广泛存在的生态型类型, 可分为旱生、中生和湿生类型, 它们是由于土壤水分梯度变化引起的生态型分化。土壤 pH 生态型是由于土壤酸碱度不同而形成的土壤生态型, 如马尾松是我国分布较广的物种之一, 在北纬 $20^{\circ}41' \sim 35^{\circ}51'$, 东经 $103^{\circ} \sim 120^{\circ}$ 区域内除少数高山外几乎均有分布, 但在不同区域内其生长速度、形态特征、生理指标和物候期均不同, 这些差异除与地理位置和气候差异有关外, 更与土壤 pH 差异有关。土壤营养生态型是由于土壤 N、P、K、Ca、Mg 等营养元素丰缺而形成的生态型分化, 其可进一步分为土壤 N、P、K、Ca、Mg、Mn 等生态型。有学者研究低 P 胁迫下小麦根系及地上部分

某些性状的基因型差异结果表明, P 低效基因型与高效基因型的主要差别在于根部对难溶态磷活化能力的差异。在低 P 胁迫下小麦对 P 利用效率、光合效率、水分利用效率及抗衰老的基因型存在明显差异³⁻⁵¹。另有研究表明, 低 K 胁迫下小麦基因型也出现差异。可以推测, 在不同水平的 N、P、K、Ca、Mg 等营养元素作用下植物基因型会发生分化, 从而形成不同的生态型。土壤污染生态型是由于土壤有机无机污染物引起的土壤生态型, 有机无机污染物包括重金属污染物 (如 Cu、Pb、Hg、Cr、Cd、As 等)、农药、除草剂等。据研究, 生长在铜矿或铅锌矿渣上的种群同与之相邻但未被这些重金属污染的牧场种群相比, 生长于矿渣上的种群能忍受重金属, 但生长在相距仅数米远而未被污染的土壤种群, 如把它栽种在被污染的土壤上即很快死亡。在矿井附近未被污染的土壤上找不到铜耐受型生态型 (Copper-tolerant ecotype)。这就意味着铜耐受型虽在矿渣上的选择比较有利, 但在正常土壤上是不利的。研究还表明, 在 50~100m 长的渐变群 (Cline) 连续分布范围内可找到耐受和非耐受的极端类型。其他研究表明, 剪股颖属 (*Agrostis*)、羊茅属 (*Festuca*) 和黄花草属 (*Anthuraxanthum*) 等禾草的耐受性宗 (Tolerant race) 分别在 Pb、Cu、Zn 集中的矿区土壤上生长良好, 而这些土壤对同种植物内非耐受性宗则是致死的或近于致死的。当不同环境条件 (实质上是土壤污染与否) 相互交错或镶嵌时这些宗就以形成对应的分化镶嵌宗来适应环境¹⁷。土壤盐度生态型是由于土壤盐分水平的差异使生态型分化而产生的土壤生态型, 土壤盐度生态型研究对于利用和改造盐碱地、沼泽地和低洼地具有重要意义。

1.2 根据土壤生态因子的间接作用划分

土壤生态型可分为胁迫 (Stress)、生殖隔离 (Reproductive isolation)、种间竞争 (Interspecific competition) 及种内竞争 (Intraspecific competition) 引起的土壤生态型。胁迫包括水分、盐分、养分、pH 和污染物胁迫等, 这些胁迫作用导致植物产生不同的生态型, 如水稻有干燥地区水稻生态型、陆稻生态型、耐荫生态型、浮水生态型、耐瘠、耐肥、耐盐碱和耐酸等不同生态型。土壤生态因子通过直接作用所形成的土壤生态型还包括土壤水分及矿质元素缺乏而使植物不能正常发育 (如花粉败育), 从而使基因不能正常交流, 最终导致植物基因型的差异, 也有因种内或种间竞争土壤生态位而出现的遗传分化等。

1.3 根据表现型 (Phenotype) 划分

土壤生态型还可分为分子水平、代谢水平、细胞水平和个体水平的生态型, 分子水平的表现型是在同工酶技术的基础上得以深入研究的, 同工酶是基因表达的直接产物, 因而利用同工酶分析能直接判断基因的存在及表达规律。但酶谱不能直接代表基因型, 它仅仅是分子水平的表现型; 代谢水平的表现型, 植物次生代谢产物的质和量除受外界环境影响外, 也受基因控制, 因此通过次生代谢产物的差异可反映基因型差异。Raven P. H.⁵² 研究表明, 罂粟秋牡丹 (*Anemone coronaria*) 中含有天竺葵色素和花翠素的紫红色和紫色花的植物仅限于富含金属的土壤; 细胞水平的表现型是多方面的, 染色体的核型相对稳定, 染色体变异会引起基因型的变化, 在显微镜下可观察到这种变异的存在; 个体水平的表现型一般早期的生态型研究工作主要属于此方面的内容。

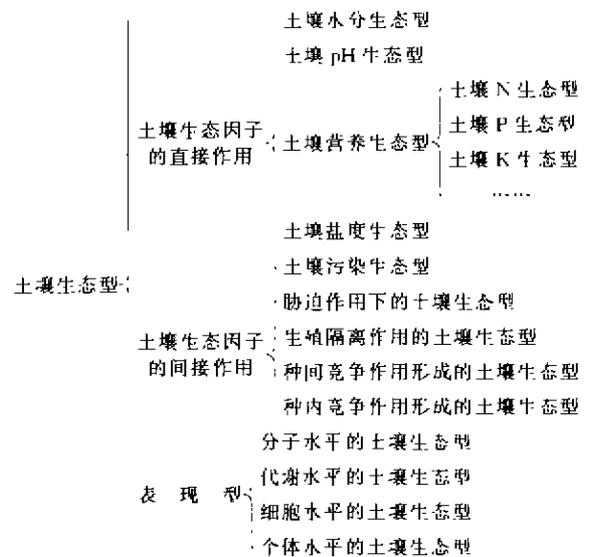


图 1 土壤生态型的分类

Fig 1 Taxonomy of soil ecotype

2 土壤生态型的应用

2.1 土壤生态型与作物育种

利用植物土壤生态型分化可为作物育种提供新的思路,根据土壤水分生态型可选育出抗旱品种、抗涝品种,以便为不同栽培区提供优质高产的条件;利用作物的土壤营养生态型可选育出耐肥、耐瘠、耐低N、P、K的品种;根据基因型对盐度的不同反应可选育出耐盐品种;根据作物的土壤pH生态型可选育出耐酸、耐碱品种;根据作物的土壤污染生态型可选育出不同类型的抗污染品种等,目前已有关于有效利用土壤营养元素的作物育种新技术方面的报道⁵。

2.2 土壤生态型与土壤资源配置

从土壤生态学的角度看,土壤生态型是生物与土壤和环境之间相互作用的产物,即土壤生态型是生物适应于不同土壤生态环境的产物,因此在土壤资源配置时必须充分研究生物的土壤生态型,如在水分不足的土壤以配置干燥地区水稻生态型为宜;在旱坡地上以栽培陆稻生态型为宜;在土壤肥力低的退化土壤上宜配置耐瘠土壤生态型;在土壤肥力高的土壤宜配置耐肥土壤生态型;在盐碱土地地区应配置耐盐土壤生态型为宜;在污灌区以配置耐污染土壤生态型为宜等。只有对不同的土壤资源配置相宜的土壤生态型,才能实现土壤、生物与环境的协调统一,达到作物优质高产的目的。

2.3 土壤生态型与区域耕作

土壤生态型与一定区域的土壤生态环境密切相关,这就要求人类在区域耕作时采用相宜的耕作制度和措施,才能发挥区域土壤资源优势,而与区域耕作方式密切相关的即是土壤生态型。我国北方黄土、黑土、黑钙土地地区由于光照资源丰富,土壤肥沃,但水分不足⁶,故只有选用耐旱生态型,才能使光肥资源得以充分利用。同时采用免耕和秸秆覆盖技术可减少地面蒸发,利用埋灌、滴灌技术等有效利用有限的水资源,才能实现作物的优质高产高效。盐碱地耕作方式如采用耐盐生态型,对减少因洗盐和排盐等工程措施造成的巨大工程投入和保护区域土壤生态平衡具有重要的生产实践意义。

2.4 土壤生态型与生态农业建设

生态农业的核心思想是整体、协调原则,根本目标是追求农业的优质、高产、高效和低耗目的,最终达到生态、经济和社会三大效益的统一。土壤生态型是生物对土壤趋异适应的产物,从基因水平上体现了土壤生态学中关于土壤、生物和环境是统一体的思想,因此在不同区域进行生态农业建设时,为达到生物与土壤之间的整体性和协调性,必须合理选择适宜的作物土壤生态型;为达到作物的高产目的,必须选择具高产基因的土壤生态型;为达到高效和低耗目的,必须对不同土壤生态型进行合理配置,以实现土壤生态型之间的协调统一;为达到优质目的,必须根据土壤品质生态位,选择与特殊土壤生态位相适应的土壤生态型,也可根据土壤品质生态型(具有与优质相关的基因型)选择与栽培特殊的经济植物。还可根据基因型对土壤反应的不同,施用与品质基因相关的矿质元素等,土壤生态型的研究对促进生态农业建设具有重要指导作用。

3 小 结

土壤生态型是生物对土壤生态环境长期趋异适应的结果。根据引起生态型分化的土壤生态因子作用及土壤生态型的表现型,可划分出不同的土壤生态型。土壤生态型的产生与气候、生物因素有关,但土壤生态因子是直接因素。土壤生态型的研究对指导作物育种、土壤资源配置、区域耕作及促进生态农业建设等生产实践具有重要意义。

参 考 文 献

- 1 蔡晓明,尚玉昌编著.普通生态学(下册).北京:北京大学出版社,1995.51~52
- 2 陈家宽,杨 继.植物进化生物学.武汉:武汉大学出版社,1994
- 3 刘国栋,李继云,李振声.低磷胁迫下小麦地上部某些性状的基因型差异.土壤学报,1998,35(2):235~242
- 4 刘国栋,李继云,李振声.低磷胁迫下小麦根系反应的基因型差异.植物营养与肥料学报,1996(3):8~17
- 5 李继云,李振声,王培田等.有效利用土壤营养元素的作物育种新技术研究.中国科学(B辑),1995,25(1):41~47
- 6 胡春胜.土壤质量诊断与评价理化指征及其应用.生态农业研究,1999,7(3):16~18
- 7 Antonicovs J, Bradshaw A. D. Evolution in closely adjacent plant populations. III. Clinal pattern at a niche boundary. Heredity, 1970, 25: 349
- 8 Rason P. H. Future directions in plant biology. In Solbrig O. L. et al. (eds.) Topics in Plant Population Biology. New York: Columbia University Press, 1979. 461~481