

紫色土不同土体的土壤养分和酶活性特征*

成文¹⁾ 何毓蓉

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都, 610041)

提 要 对紫色土未培肥和培肥的不同土体, 在小麦生育期内土壤养分和酶活性的动态测定结果表明: 未培肥土体的全氮、有效磷、蔗糖酶、碱性磷酸酶有明显变化。尤其是砂土在改变为不同质地的土体后, 上述土壤养分和酶活性都有所提高。培肥土体的土壤有机质、全氮、有效钾明显增加, 土壤酶活性增强。砂土培肥的效果最显著。所以改变土体质地, 并加以培肥, 有助于提高土壤肥力, 防治紫色土退化。

关键词 紫色土 土体 养分 酶活性 土壤肥力

现对紫色土不同土体的土壤养分和酶活性特征进行研究和讨论, 以给提高紫色土肥力、防治其退化提供科学依据。

一、材料与方法

供试土样与模拟试验同参考文献[1]所述的相应内容。

测定项目如下:

在小麦分蘖期(1992-01-07)和收获期(1992-05-09)内, 分别取上下两层土体, 用来测定: 碱解氮、有效磷、有效钾、全氮、全磷、全钾、有机质和 pH 值, 过氧化氢酶、脲酶、蔗糖酶、碱性磷酸酶四种土壤酶的活性。

测定养分用常规法^[2,3]。

测定过氧化氢酶用 Kappen 容量法^[4,5], 酶活性以 0.1 摩高锰酸钾毫升/(克·20 分)表示; 脲酶用比色法^[5], 酶活性以氨态氮毫克/(克·日)表示, 测定时砂土称量 4 克, 壤土称量 1 克; 蔗糖酶用比色法^[5], 酶活性以葡萄糖毫克/(克·日)表示, 测定时砂土称量 5 克, 壤土称量 1 克; 碱性磷酸酶用磷酸苯二钠比色法^[5], 酶活性以酚毫克/(克·日)表示, 因供试土样系石灰性紫色土, 呈碱性, 故用其来反映磷酸酶活性。

二、结果和讨论

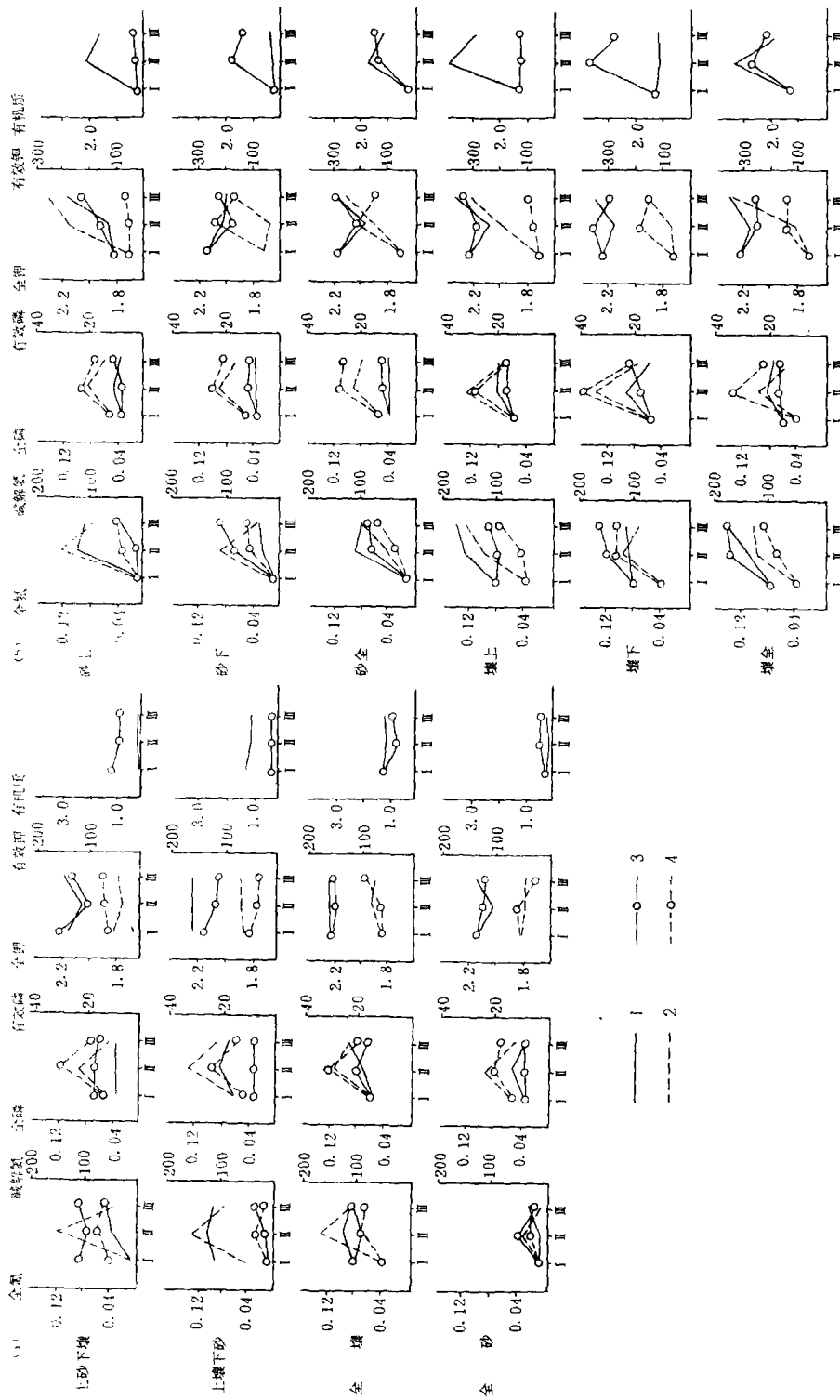
(一)不同土体的土壤养分状况

1. 不同土体的养分动态(附图)

* 四川省应用基础研究专项经费资助项目(项目号: 894090)。

1) 1993年6月硕士研究生毕业, 工作于: 510631, 广州, 华南师范大学化学系。

本文收稿日期: 1993-06-11。



附图 8 小麦生育期内不同土体的养分动态

Figure 8 The nutrient tendency of different pedons during wheat growing period

a. 未施肥土体; b. 培肥土体; c. 收获期; d. 分蘖期; I. 苗期; II. 分蘖期; III. 有效养分; IV. 下层(单位均为毫克/公斤); 砂上、砂下、砂全全分别为砂土上层培肥、砂土全层培肥、壤土全层培肥; 壤上、壤下、壤全全分别为壤土上层培肥、壤土全层培肥、壤土全层培肥。

在整个小麦生育期内土体上下两层土壤养分的动态:就氮素营养而言,全氮虽有波动,但收获期均比苗期有所增长或持平,碱解氮(有效性氮)则都趋升高,氮素变化在上层多比下层大;就磷素营养而言,全磷变化都很小,有效磷则在分蘖期均最高,未培肥土体与培肥土体之间的磷素差异也不显著,这主要与母质来源有关;就钾素营养而言,未培肥土体的变化均较小,而培肥土体的变化则较大,即有机培肥对钾素营养的影响明显;就有机质含量而言,未培肥土体的变化也较小,而培肥土体变化则较大。

2. 未培肥土体对土壤养分的影响

1) 土壤养分贮量

有机质 在未培肥土体中有机质含量是不同的,有机质含量平均值都是全壤>上壤下砂>上砂下壤>全砂。各种土体之间的有机质含量差异较大,变异系数在分蘖期和收获期分别为 48.51 和 52.53(%),即不同土体对有机质含量的影响较大。

全氮 未培肥土体的全氮有一定波动,全氮平均值都是全壤>上壤下砂、上砂下壤>全砂。

全磷 未培肥土体的全磷变化不大,除全壤略有增加外其余三种土体都略有下降,总的趋势是全壤>上壤下砂>上砂下壤>全砂。

全钾 其与质地之间的关系不显著,未培肥土体的全钾差别不大,即不同土体对全钾的影响不大。

2) 土壤养分供应强度

碱解氮 在分蘖期时以全壤>上砂下壤>上壤下砂>全砂,在收获期时以全壤>上壤下砂>上砂下壤>全砂。各种土体间碱解氮差异较大,变异系数在分蘖期和收获期分别为 41.83 和 46.73(%),即不同土体对碱解氮的影响较大。

有效磷 各种土体在整个小麦生育期内对磷的消耗较大,有效磷在收获期明显低于分蘖期。有效磷平均值以全壤最高,全砂最低。变异系数在分蘖期和收获期分别为 13.43 和 29.41(%),即不同土体对有效磷有一定影响,但不如对碱解氮的影响大。

有效钾 各种土体的有效钾变化不大,活化度在分蘖期低,而收获期略高,即小麦在苗期需钾量高,而开花结实阶段需钾量略低,有效钾有所积累,活化度增高。

3. 培肥土体对土壤养分的影响

1) 土壤养分贮量

有机质 壤土和砂土培肥后对有机质含量增加明显。在收获期,与全砂相比,砂土培肥后有机质含量相对增加 237—391%,以砂全增加幅度最大,砂下最小;与全壤相比,壤土培肥后有机质含量相对增加 70.3—78.5%,以壤全增加幅度最大,壤下最小。壤土和砂土培肥后有机质含量在收获期低于分蘖期。

全氮 壤土和砂土培肥后对全氮增加亦明显。在收获期,与全砂相比,砂土培肥后全氮相对增加 163—270%,全氮在收获期比分蘖期有所增加,以砂全增加幅度较大,砂下较小;与全壤相比,壤土培肥后全氮相对增加 39.2—53.5%,全氮在收获期比分蘖期亦有所增加。

全磷 砂土培肥后全磷略有增加。在收获期,与全砂相比,以砂全增加幅度稍大,砂

下稍小,全磷在分蘖期和收获期差别不大;壤土培肥后对全磷影响不同,分蘖期略有增加,而收获期略有下降。

全钾 与全砂、全壤相比,砂土、壤土培肥后全钾变化均不显著,即砂土和壤土培肥后全钾变化不大。

2) 土壤养分供应强度

碱解氮 砂土培肥后增加了碱解氮,分蘖期增加幅度 10.9—57.3 毫克/公斤,收获期增加幅度 25.7—60.1 毫克/公斤。在收获期,与全砂相比,砂土培肥后碱解氮的活化度有所降低。与壤土相比,在分蘖期,壤土培肥后碱解氮略低或持平;在收获期,壤土培肥后碱解氮稍高,增加幅度 14.5—32.7 毫克/公斤;碱解氮的活化度仍有所降低。有机物料培肥的土体碱解氮及其活化度不增加或增加不明显,这主要受微生物活跃、同化氮素的影响。

有效磷 砂土和壤土培肥后对有效磷的影响不大。在收获期,与全砂相比,砂上、砂下两层和全砂培肥后有效磷及磷的活化度较高,增加幅度 2.2—8.9 毫克/公斤;与全壤相比,壤土培肥后有效磷及磷的活化度较低。砂土和壤土培肥后有效磷及磷的活化度都是分蘖期高,收获期低,即器官形成及开花结实这两个阶段是小麦需磷高峰期,有效磷的消耗很大,使其在土体中锐减。

有效钾 砂土和壤土培肥后有效钾猛增。在收获期,与全砂相比,砂土培肥后有效钾相对增加 326.6—403.4%,钾的活化度明显增加(0.34—0.46%),砂上增加较大,砂下增加较小;与全壤相比,壤土培肥后有效钾相对增加 102.3—172.2%,壤全增加较大,壤下增加较小,钾的活化度亦明显增加(0.17—0.35%)。砂土和壤土培肥后有效钾在收获期明显高于分蘖期,钾的活化度也在收获期较高,即小麦在生育后期需钾量减少,有效钾积累量增大。

(二) 不同土体对土壤酶活性的影响

与土壤营养成分和小麦生长发育有关的四种土壤酶是:过氧化氢酶、脲酶、蔗糖酶、碱性磷酸酶。对这四种土壤酶的活性作如下论述。

1. 未培肥土体对土壤酶活性的影响(表 1)

表 1 未培肥土体的土壤酶活性平均值

Table 1 The average values of enzyme activity of the unfertilized pedons

土体	过氧化氢酶 [0.1 摩高锰酸钾毫升/(克·20 分)]			脲 酶 [氮态氮毫克/(克·日)]			蔗 糖 酶 [葡萄糖毫克/(克·日)]			碱性磷酸酶 [酚毫克/(克·日)]		
	分蘖期	收获期	W(%) ¹⁾	分蘖期	收获期	W(%)	分蘖期	收获期	W(%)	分蘖期	收获期	W(%)
上砂下壤	3.67	3.38	-7.90	0.87	0.57	-34.48	12.40	21.86	76.29	1.85	0.69	-62.70
上壤下砂	3.64	3.15	-13.46	0.70	0.62	-11.03	11.93	26.56	122.63	2.04	0.86	-57.84
全 壤	5.20	4.87	-6.35	1.34	1.04	-22.39	20.40	46.82	129.51	2.69	0.91	-66.17
全 砂	2.32	1.60	-31.03	0.23	0.14	-39.13	4.11	8.45	105.60	0.45	0.42	-6.67

1) $W = [(收获期 - 分蘖期) / 分蘖期] \times 100\%$, 式中均为酶活性平均值。

过氧化氢酶 它在土壤中的主要作用是促进过氧化氢分解,以防止过氧化氢对生

物体的毒害和协调氧化还原过程^[4,5]。由表 1 可见:1)过氧化氢酶活性与质地密切相关,壤土显著高于砂土;2)在小麦生育期内,同类未培肥土体的过氧化氢酶活性渐趋降低,如全砂和全壤在收获期比分蘖期分别低 31.03, 6.35(%);3)土壤酶活性平均值:全壤>上砂下壤、上壤下砂>全砂,变异系数:分蘖期 31.76%,收获期 41.18%,即不同土体对过氧化氢酶活性的影响较大。

蔗糖酶 其能促进蔗糖变成葡萄糖和果糖,加速土壤有机质的分解,对增加土壤易溶性养分起着重要作用,一般地说,土壤肥力越高,蔗糖酶活性越强。它不仅能表征土壤生物活性强度,也可作为评价土壤熟化度和土壤肥力水平的一个指标。

同类土体除质地不同、蔗糖酶活性差异较大外,还随小麦生育期的推移,蔗糖酶活性便显著增加。同时表层蔗糖酶活性变化较大,如上壤下砂表层,比壤土在分蘖期增加了 13.2%,而在收获期比分蘖期又增加了 142.1%;全壤表层比壤土在分蘖期增加了 21.9%,而在收获期比分蘖期又增加 253.6%;上砂下壤表层比砂土在分蘖期增加了 25.4%,而在收获期比分蘖期又增加 113.1%。由表 1 可见,就不同土体的土壤酶活性平均值而言,蔗糖酶活性最高的是全壤,最低的是全砂。

脲酶 它与尿素氮肥水解密切相关,能催化分解尿素,使之形成氨和二氧化碳,对土壤的氮素供应起着一定的作用,并反映了土壤有机氮素状况。由表 1 可见:1)质地不同,脲酶活性就有差异;2)随小麦生育期推移,脲酶活性显著降低,下层脲酶活性变化较大,如上砂下壤下层,比砂土在分蘖期减少了 3.8%,在收获期比分蘖期又减少 34%;上壤下砂下层,比壤土在分蘖期减少了 17.3%,在收获期比分蘖期又减少了 26.7%。各种土体的脲酶活性平均值,以全壤最高,全砂最低。在小麦生育期内全砂脲酶活性变化最大,上壤下砂变化最小,在收获期比分蘖期分别减少 39.13,11.03(%). 各种土体脲酶活性平均值在分蘖期和收获期的变异系数分别为 58.40,62.11(%),即不同土体对脲酶活性的影响很大。

碱性磷酸酶 其对有机磷的矿化作用有明显的影响,可加速土壤有机磷的有效化。不同土体的碱性磷酸酶活性仍随质地不同而异。壤土酶活性变化很大,在收获期明显低于分蘖期。由表 1 可见,各种土体的碱性磷酸酶活性在分蘖期和收获期内是:全壤>上壤下砂>上砂下壤>全砂,即全壤对碱性磷酸酶活性的影响大,而全砂最小。

2. 培肥土体对土壤酶活性的影响(表 2)

表 2 培肥土体的土壤酶活性平均值

Table 2 The average values of enzyme activity of the fertilized pedons

土体	过 氧 化 氢 [0.1摩高锰酸钾毫升/(克·20分)]			脲 酶 [氨态氮毫克/(克·日)]			蔗 糖 酶 [葡萄糖毫克/(克·日)]			碱性磷酸酶 [酚毫克/(克·日)]		
	分蘖期	收获期	W(%) ¹⁾	分蘖期	收获期	W(%)	分蘖期	收获期	W(%)	分蘖期	收获期	W(%)
全砂	2.32	1.60		0.23	0.14		4.11	8.45		0.45	0.42	
砂上	4.43	3.22	101.0	0.52	0.44	214.3	9.53	20.42	141.7	1.62	1.71	311.3
砂下	4.52	2.41	50.6	0.59	0.37	164.3	17.63	21.71	156.9	1.17	1.55	269.0
砂全	5.41	3.36	110.0	0.73	0.67	378.6	13.54	18.22	115.6	1.17	1.55	269.0
全壤	5.20	4.87		1.34	1.04		20.40	46.82		2.69	0.91	
壤上	6.44	5.05	3.7	1.71	1.87	79.8	32.95	73.28	56.5	3.65	3.73	309.9
壤下	6.30	5.03	3.3	0.90	1.97	89.4	35.52	73.61	57.2	3.11	2.46	170.3
壤全	6.60	5.15	5.8	1.35	2.11	102.9	32.58	89.73	91.6	2.51	3.58	293.4

1) W = [(培肥土体(收获期) - 原土(收获期)] / 原土(收获期) × 100%, 式中均为酶活性平均值。

土体培肥后增加了土壤有机质含量,改变了土壤结构和水热状况,对土壤酶活性影响显著.

过氧化氢酶 砂土和壤土培肥后对过氧化氢酶活性都有所增加.由表2可见:与壤土相比,砂土培肥后对过氧化氢酶活性的影响较大;与上下两层单独培肥相比,砂全或壤全培肥后对提高过氧化氢酶活性影响要好得多.

脲酶 由表2可见:在收获期,与全砂相比,砂全的脲酶活性增加较大(378.6%),砂下增加较小(164.3%),砂上介于两者之间;与全壤相比,壤全的脲酶活性增加较大(102.9%),壤上增加较小(79.8%).由此可见,砂土培肥后对脲酶活性的影响大于壤土培肥后对脲酶活性的影响.

蔗糖酶 由表2可见:在收获期,砂下培肥后对蔗糖酶活性的影响较大(156.9%),砂全培肥后对蔗糖酶活性的影响较小(115.6%);壤全培肥后对蔗糖酶活性的影响较大(91.6%),壤上培肥后对蔗糖酶活性的影响较小(56.5%).这表明了砂土培肥比壤土培肥对蔗糖酶活性的影响更大.

碱性磷酸酶 由表2可见:在收获期,砂上培肥后对碱性磷酸酶活性的影响较大(314.3%),砂下和砂全培肥的影响相差无几(269.0%);壤上培肥后对碱性磷酸酶活性的影响最大(309.9%),壤下培肥影响最小(170.3%).

上述得知:土体中添加有机质对四种土壤酶活性都有不同程度的提高,其中对碱性磷酸酶活性的影响最大,对蔗糖酶活性、脲酶活性的影响介于两者之间,对过氧化氢酶活性的影响最小,砂土培肥比壤土培肥对酶活性的影响更大.培肥土体比未培肥土体对酶活性的影响要强.

总之,通过改变土体质地层次,培肥土体等途径,有助于增加土壤养分贮量,提高土壤养分供应强度,增加土壤酶活性.从而提高土壤肥力,防治紫色土退化.

参 考 文 献

- [1] 成文、何毓善,1993,紫色土不同土体的水热特征,山地研究,11(2),第119—124页.
- [2] 中国科学院南京土壤研究所,1978,土壤理化分析,上海:上海科学技术出版社,第62—132页.
- [3] 中国土壤学会农业化学专业委员会,1983,土壤农业化学常规分析方法,北京:科学出版社,第67—116页.
- [4] 周礼恺等编,1987,土壤酶学,北京:科学出版社,第167—201页.
- [5] 关松荫等编,1986,土壤酶及其研究方法,北京:农业出版社,第14—70页.

CHARACTERISTICS OF NUTRIENTS AND ENZYME ACTIVITY IN DIFFERENT PEDONS OF PURPLE SOILS

Cheng Wen He Yurong

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*
& *Ministry of Water Conservancy, Chengdu, 610041*)

Abstract

After wheat is planted, soil nutrients and enzyme activity of pedons of different textural solums and different fertilized solums of purple soils have been determined during different wheat growing periods. These results showed as follows:

1. In the pedons of unfertilized and different textural solums, soil total nitrogen contents were higher in wheat harvest time than in wheat seeding period, soil total phosphorus and total potassium contents changed slightly, but available phosphorus contents reached the highest level in stooling stage. The sucrose activity in wheat harvest time and alkaline phosphatase activity in stooling stage were the highest. The changes of activities of hydrogen peroxidase and urease weren't obvious. Soil nutrient contents and enzyme activity varied significantly among different pedons. Soil organic matter, total nitrogen, alkali-hydrolyzable nitrogen, available phosphorus, available potassium and sucrose had the tendency: loam soil > soil with the constitution of solum of loam in upper layer and sand in lower layer > soil with the constitution of solum of sand in upper layer and loam in lower layer > soil with whole solum of sand.

2. Soil nutrient contents of different fertilized solums reached the highest level except potassium in stooling stage. The activities of hydrogen peroxidase and alkaline phosphatase were the highest in stooling stage among soil enzymes, the activities of sucrose and urease were the highest in harvest time. The contents of soil organic matter and total nitrogen and available potassium increased significantly after sandy soils and loam soils were fertilized. At the same time, soil enzyme activities increased, especially, alkaline phosphatase. The fertilization promoted the soil enzyme activities in sandy soils more greatly than in loam soils. These results above indicate that the measures of altering textural solums and fertilizing can improve soil fertility and prevent soils from degradation.

Key words purple soil, pedon, nutrient, enzyme activity, soil fertility