

生草葡萄园土壤微生物分布及土壤酶活性研究

龙 妍,惠竹梅,程建梅,庞学良

(西北农林科技大学 葡萄酒学院,陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 为了探讨生草对葡萄园土壤肥力的影响,采集葡萄试验园行间播种高羊茅、紫花苜蓿、白三叶草区域不同土层土样,以清耕土样为对照,对土样中的土壤酶活性和微生物数量分布进行了研究。结果表明,随土层深度的增加,各处理土壤微生物数量及酶活性均呈递减趋势;生草区域土壤微生物总量普遍高于清耕(对照),其中以细菌为主,其数量占土壤微生物总量的90%以上,纤维素分解菌数量最少,占土壤微生物总量的不到1%;紫花苜蓿处理土壤中蔗糖酶、脲酶、磷酸酶、纤维素酶活性是其他3个处理的1.15~2.23,1.10~2.17,1.70~3.21,1.03~1.30倍;过氧化氢酶随土层的变化不明显;经相关分析发现,除过氧化氢酶与土壤微生物未表现出相关性外,其他土壤酶活性与土壤微生物之间绝大部分都呈极显著正相关($P < 0.01$)。由此得出,葡萄园生草可以改善土壤的肥力状况,其中行间播种紫花苜蓿最为适宜。

[关键词] 生草葡萄园;土壤微生物;生态分布;土壤酶活性

[中图分类号] S663.106⁺.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)06-0099-05

Ecological distributing of soil microorganisms and activity of soil enzymes in vineyard green covering

LONG Yan, XI Zhu-mei, CHENG Jian-mei, PANG Xue-liang

(College of Enology, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract : In order to approach the effect of vineyard green covering on soil fertility, the enzyme activities and microorganism of soil in the vineyard covering with Tall fescue (*Festuca arundinacea*), Alfalfa (*Medicagosativa*), White Clover (*Trifolium repens L*) and Cleaning tillage (CK) were studied. The result showed that the amount of soil microorganism and soil enzyme activity both presented the trend of gradual decrease with the increase of the soil layer depth; among the different treatments, the amount of microorganism was more than that under Cleaning tillage (CK) except Actinomyces; bacteria shared the absolute advantage, which made up 90 % of the total amount; the fibrous disaggregate-tire bacterium kept minimum, less than 1 %. The activities of SaA, UrA, Phosphatase, Cellulose in treatment of Alfalfa were 1.15 - 2.23, 1.10 - 2.17, 1.70 - 3.21, 1.03 - 1.30 times higher than the other three treatments, respectively. However, the CAT activity in different treatments showed little difference. Correlation analysis showed that soil enzyme activities were significantly correlated with soil microorganism, except the CAT. With the results analyzed above, it can be learned that soil fertilities can be improved with planting grasses in the vineyard, especially with Alfalfa.

Key words : vineyard green covering; soil microorganisms; ecological distribution; soil enzyme activity

[收稿日期] 2006-11-24

[基金项目] 农业部重点推广项目“黄土高原保护性耕作技术研究”,西北农林科技大学青年科技专项资助项目(06ZR048)

[作者简介] 龙 妍(1979-),女,新疆石河子人,在读硕士,主要从事葡萄生理生态研究。

[通讯作者] 惠竹梅(1969-),女,陕西耀县人,副教授,硕士生导师,主要从事葡萄生理生态研究。E-mail: xzm0209@163.com

土壤中的微生物和酶是土壤生态系统中最活跃的组分,推动着土壤有机质的矿化分解和土壤养分 C、N、P、S 等的循环与转化^[1],并影响到葡萄的生长状况。国内外大量研究和生产实践表明,果园生草栽培能够提高土壤有机质含量,防止水土流失,培肥土壤;调节土壤温度、湿度,改善果园微生态环境;促进果树生长发育,提高果实产量,改善果实品质^[2-8]。近年来,有关香蕉园、苹果园、李园、脐橙园等果园土壤微生物及土壤酶活性的研究较多^[9-12],而对葡萄园土壤微生物、酶活性和肥力状况的研究尚未见报道。因此,本试验通过对不同生草条件下、不同土层的土壤微生物和酶活性的研究,揭示了生草葡萄园土壤微生物的分布以及土壤酶活性的变化,旨在了解生草葡萄园土壤肥力状况,以期葡萄的合理种植和优质生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2006-04~10 在陕西杨凌西北农林科技大学葡萄酒学院葡萄试验园进行。试验园位于北纬 33°17',东经 107°04',海拔高度 514 m,年日照时数 2 163.8 h,无霜期 220 d,年平均降水量 540 mm,试验地土壤为土娄土。栽培品种均为 4 年生欧亚种(*V. vinifera* L.)酿酒葡萄品种赤霞珠(*Cabernet sauvignon*),株行距 1 m×1.5 m。

1.2 试验设计

试验共设 4 个处理:(1)清耕(对照);(2)行间播种白三叶草(*White clover*, *Trifolium repens* L.)海发(Haifa),产地澳大利亚;(3)行间播种高羊茅(*Tall fescue*, *Festuca arundinacea* Schreb.)佛浪(Finelawn),产地美国;(4)行间播种紫花苜蓿(*Alfalfa*, *Medicago sativa*)阿尔冈金(Algunjin),产地加拿大。试验草种均购自杨凌金道种业,2005 年春季人工播种,生草区均采用葡萄植株行间生草,行内清耕,草带宽 1.0 m。每处理重复 3 次,共 12 个小区,小区面积为 350 m²。

1.3 样品采集

选择地势基本一致的生草区域采集土样,各处理按对角线取 8 个点,分别采集 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm 土层的土样,分层混合,装入无菌自封袋内带回实验室,立即取新鲜土样测定土壤含水量和微生物的种类及数量,其余土壤风干后过 1 mm 筛,并保存于 4 °C 冰箱,用于测定土壤酶活性。

1.4 测定指标和方法

(1)土壤微生物测定。土壤微生物的数量分析采用稀释平板法。真菌采用马丁氏培养基,细菌采用牛肉膏蛋白胨琼脂培养基,放线菌采用淀粉琼脂培养基,固氮菌采用阿须贝无氮琼脂培养基,纤维素分解菌采用赫奇逊氏培养基,具体方法参照文献[13]进行。细菌培养 3~5 d,真菌、放线菌培养 3~4 d,固氮菌培养 5~7 d,纤维素分解菌培养 7~9 d。

(2)土壤酶活性测定。蔗糖酶活性测定采用 3,5-二硝基水杨酸比色法,结果用 1 g 干土中葡萄糖的 mg 数表示;淀粉酶活性测定采用 3,5-二硝基水杨酸比色法,结果用 1 g 干土中麦芽糖的 mg 数表示;磷酸酶活性测定采用磷酸苯二钠比色法,结果以 1 kg 干土生成 P₂O₅的 mg 数表示;脲酶活性测定采用苯酚钠比色法,结果以 1 g 干土转化生成 NH₃-N 的 mg 数表示;纤维素酶活性测定采用硝基水杨酸比色法,结果以 1 kg 土壤生成葡萄糖的 mg 表示;过氧化氢酶活性测定采用高锰酸钾滴定法,结果以 1 g 干土所消耗 KMnO₄的 mL 数表示。具体方法参照文献[14]进行。各测试均设 3 次重复,并分别设无机质对照和无土壤对照。

1.5 数据处理

数据处理采用 Excel 和 DPS 软件完成。

2 结果与分析

2.1 行间生草对土壤微生物分布的影响

由表 1 可知,除清耕(对照)区 20~40 cm 土层细菌数量略高于 0~20 cm 外,细菌、真菌、放线菌、固氮菌和纤维素分解菌都主要集中在 0~20 cm 土层,并随土层深度增加微生物数量迅速减少。这与前人在其他作物上的研究结果基本一致^[15-17]。一般认为,0~60 cm 土层为细菌的高密分布区,0~20 cm 土层为真菌和放线菌的高密分布区^[16],这与微生物各自的生理特性有关,同时也说明 0~20 cm 土层中充分的营养及适宜的土壤表层水、热和通气状况,有利于各类微生物的生长和繁殖。

由表 1 还可知,4 个处理中细菌所占比例最大,占土壤微生物总量的 90%以上,纤维素分解菌所占比例最少,占土壤微生物总量的 1%。土壤微生物总量在不同土层的平均数依次为:白三叶草>高羊茅>紫花苜蓿>清耕。在 4 个处理中,细菌在不同土层的平均数依次为:白三叶草>高羊茅>紫花苜蓿>清耕,可见土壤有机物的分解和转化主要靠细菌类微生物来完成;真菌和固氮菌的平均数为:紫花苜

荷 > 白三叶草 > 高羊茅 > 清耕;而放线菌为:清耕 > 白三叶草 > 紫花苜蓿 > 高羊茅。

表 1 行间生草对不同土层土壤微生物数量的影响

Table 1 Amounts of soil microorganism in different soil layers (×10 ⁴ ·g ⁻¹)							
处理 Treatments	土层/cm Soil layer	细菌 Bacteria	真菌 Fungi	放线菌 Actinomyces	固氮菌 Nitrogen germ	纤维素分解菌 Fibrous disaggre- tire bacterium	微生物总量 Total amount of microbes
清耕(对照) Cleaning till- age (CK)	0~20	9 010.33	2.57	765.12	77.23	1.93	9 857.18
	20~40	10 284.49	1.59	80.63	41.90	0.57	10 409.18
	40~60	73.40	0.12	8.04	4.79	0.12	86.47
	平均 Average	6 456.07	1.43	284.60	41.31	0.87	6 784.28
	0~20	50 205.68	8.26	616.45	546.54	4.77	51 381.70
白三叶草 White clover	20~40	1 865.40	1.87	57.21	50.37	0.34	1 975.19
	40~60	83.03	0.12	2.25	7.02	0.10	92.52
	平均 Average	17 384.70	3.42	225.30	201.31	1.74	17 816.47
	0~20	48 055.94	3.69	105.85	303.51	2.52	48 471.51
	20~40	1 436.76	0.51	41.24	58.73	0.36	1 537.60
高羊茅 Tall fescue	40~60	35.65	0.24	3.57	1.84	0.13	41.43
	平均 Average	16 509.45	1.48	50.22	121.36	1.00	16 683.51
	0~20	24 740.96	12.07	386.28	528.37	1.35	25 669.03
	20~40	2 669.42	2.37	45.59	75.03	0.77	2 793.18
	40~60	95.12	0.12	3.19	23.25	0.12	121.80
紫花苜蓿 Alfalfa	平均 Average	9 168.50	4.85	145.02	208.88	0.75	9 528.00

2.2 行间生草对土壤酶活性的影响

由表 2 可知,葡萄园行间播种白三叶草、高羊茅和紫花苜蓿,除在白三叶草处理中蔗糖酶活性表现为 40~60 cm > 0~20 cm > 20~40 cm 和在紫花苜蓿处理中淀粉酶表现为 0~20 cm > 40~60 cm > 20~40 cm 外,在其他处理中不同土层土壤蔗糖酶、纤维素酶、脲酶、磷酸酶、淀粉酶的活性强度依次表

现为 0~20 cm > 20~40 cm > 40~60 cm,而过氧化氢酶活性随土层的变化不明显。清耕区除蔗糖酶活性表现为 20~40 cm > 0~20 cm 外,其他土壤酶活性强度变化与葡萄园行间生草的变化趋势一致。表明近表层土壤是动、植物残体和微生物密集的区域,由于该区域酶的作用底物被加强,从而使酶活性增大。

表 2 行间生草对不同土层土壤酶活性的影响

Table 2 Comparison of soil enzyme activity in different soil layers							
处理 Treatments	土层/cm Soil layer	蔗糖酶/ (mg·g ⁻¹) SaA	过氧化氢酶/ (mL·g ⁻¹) CAT	纤维素酶/ (mg·kg ⁻¹) Cellulose	脲酶/ (mg·g ⁻¹) UrA	磷酸酶/ (mg·kg ⁻¹) Pho	淀粉酶/ (mg·g ⁻¹) Amylase
清耕(对照) Cleaning till- age (CK)	0~20	2.478	6.600	80.5	1.959	15.86	2.173
	20~40	3.073	6.600	63.0	1.526	13.38	1.494
	40~60	1.170	6.900	1.9	0.449	7.86	0.996
	平均 Average	2.240	6.700	48.5	1.311	12.37	1.554
	0~20	4.380	6.800	70.1	2.179	14.96	1.738
白三叶草 White clover	20~40	1.432	6.800	44.8	1.372	9.27	0.879
	40~60	4.452	6.900	29.9	0.090	5.17	0.741
	平均 Average	3.421	6.833	48.3	1.214	9.80	1.119
	0~20	1.812	6.700	41.9	1.625	14.58	2.215
	20~40	0.861	6.600	26.6	0.411	9.84	2.056
高羊茅 Tall fescue	40~60	0.790	6.800	4.9	0.044	7.05	0.725
	平均 Average	1.154	6.700	24.5	0.693	10.49	1.665
	0~20	4.428	7.000	97.4	3.343	15.93	1.038
	20~40	1.955	6.900	60.4	2.223	11.19	0.327
	40~60	1.337	6.900	1.9	1.112	11.04	0.555
紫花苜蓿 Alfalfa	平均 Average	2.573	6.933	53.2	2.226	12.72	0.640

脲酶、蔗糖酶、淀粉酶、磷酸酶和纤维素酶是土壤中的几种主要水解酶类。从表 3 可见,不同生草处理时土壤酶活性存在一定差异。

脲酶是催化尿素水解的惟一酶,脲酶活性的变化与土壤氮素状况及土壤理化性状有关^[18]。行间播种紫花苜蓿使脲酶活性明显高于其他 3 个处理,脲酶活性的增强有利于土壤有机态氮向有效氮的转化,提高土壤氮素供应水平。蔗糖酶是参与土壤有机碳循环的重要酶,3 种生草处理中,播种紫花苜蓿和白三叶草处理均使该酶在表层土壤中的活性高于清耕。磷酸酶是促进有机磷化合物分解的酶类,不同处理间该酶活性差异明显,行间播种白三叶草和高羊茅使磷酸酶活性低于清耕,而播种紫花苜蓿的磷酸酶活性最强。纤维素酶是表征土壤碳素循环速度的重要指标,行间播种紫花苜蓿时其活性显著高于其他处理,而白三叶草和高羊茅处理使其活性低于清耕,表明行间播种紫花苜蓿能够加速土壤碳素循环,而播种白三叶草和高羊茅处理不明显。过氧化氢酶活性是表征土壤腐殖化强度大小和有机质积

累程度^[19]的一个指标,同时它也参与土壤有机氯污染的生物修复^[20],但本研究发现过氧化氢酶在各处理间变化不大。综上所述认为,在 3 种生草处理中,播种紫花苜蓿表现最好,土壤中蔗糖酶、脲酶、磷酸酶、纤维素酶活性是其他 3 个处理的 1.15~2.23, 1.10~2.17, 1.70~3.21, 1.03~1.30 倍。

2.3 土壤酶活性与土壤微生物的相关性

由表 3 可知,过氧化氢酶与各土壤微生物的相关性均不显著;蔗糖酶与真菌和固氮菌呈显著正相关;纤维素酶与真菌、放线菌呈极显著正相关,与固氮菌呈显著正相关;脲酶与真菌、固氮菌呈极显著正相关,与放线菌呈显著正相关;磷酸酶与真菌、放线菌、固氮菌、纤维素分解菌呈极显著正相关,与细菌呈显著正相关;淀粉酶与细菌、纤维素分解菌呈显著正相关。由此可知,生草葡萄园土壤酶活性与土壤微生物之间绝大部分都呈极显著相关,表明土壤微生物数量的变化直接影响着土壤酶活性的强度。磷酸酶活性与各土壤微生物的相关性显著高于其他酶。

表 3 土壤酶活性与土壤微生物的相关性分析

Table 3 Relationships among the activity of soil enzyme and soil microorganism

相关因子 Correlation factors	细菌 Bacteria	真菌 Fungi	放线菌 Actinomycetes	固氮菌 Nitrogen germ	纤维素分解菌 Fibrous disaggrega - tire bacterium
蔗糖酶 SaA	0.46	0.65 *	0.49	0.61 *	0.48
过氧化氢酶 CA T	0.09	0.44	- 0.06	0.39	0.06
纤维素酶 Cellulose	0.48	0.77 * *	0.72 * *	0.64 *	0.55
脲酶 UrA	0.54	0.84 * *	0.61 *	0.73 * *	0.54
磷酸酶 Phosphatase	0.68 *	0.71 * *	0.73 * *	0.69 * *	0.69 * *
淀粉酶 Amylase	0.55 *	0.19	0.53	0.32	0.56 *

注: * 表示差异达到显著水平 ($P < 0.05$), * * 表示差异达到极显著水平 ($P < 0.01$)。

Note: * indicates the difference at the level of 0.05 and * * indicates the significant difference at the level of 0.01.

3 结论与讨论

(1) 各生草处理的不同土层中土壤微生物的分布随土层深度的增加迅速减少,这是由于根系活动对微生物的生长有促进作用,而随着土层深度的增加其影响效果逐渐减小;同时,不同生草处理均使土壤微生物总量明显增加。土壤微生物总量的平均数在 4 种处理中表现为白三叶草 > 高羊茅 > 紫花苜蓿 > 清耕;各处理中均以细菌数量占绝对优势,真菌和纤维素分解菌最少;除放线菌外,3 种生草处理的

其他土壤微生物数量均高于清耕。行间播种白三叶草和紫花苜蓿改善了土壤中固氮菌的生长条件,使固氮菌数量明显高于高羊茅处理,其中以行间播种白三叶草的表现尤为突出,这与张成娥等^[21]报道的不同土壤管理方式对土壤中细菌、真菌、放线菌影响的结果一致。

(2) 不同土层土壤酶活性的变化,除白三叶草处理中蔗糖酶与紫花苜蓿处理中淀粉酶外,其他酶均随各处理土层深度的增加而降低,该结果与前人在不同果园中的研究结果一致^[21-22]。

(3) 4个处理间土壤酶活性的差异可能是由于不同处理使土壤性质和肥力水平发生不同变化所致。行间播种紫花苜蓿使土壤的脲酶、磷酸酶、纤维素酶活性明显高于其他处理,而过氧化氢酶在各处理中变化不大。因此,葡萄园行间播种紫花苜蓿是增强土壤酶活性、提高土壤肥力状况较好的土壤种植模式,能为葡萄生长创造适宜环境,促进葡萄根系和树体的生长发育。

(4) 土壤酶活性与土壤微生物存在一定的相关性。其中蔗糖酶与真菌、固氮菌呈显著正相关;纤维素酶与真菌、放线菌、固氮菌呈极显著或显著正相关;过氧化氢酶与土壤微生物未表现出相关性;脲酶与真菌、固氮菌、放线菌呈极显著或显著正相关;磷酸酶与真菌、放线菌、固氮菌、纤维素分解菌呈极显著正相关,与细菌呈显著正相关;淀粉酶与细菌、纤维素分解菌呈显著正相关。

[参考文献]

- [1] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京:中国农业出版社,2000:192-194.
- [2] 张大鹏,姜红英,陈星黎,等. 葡萄不同栽培方式的叶幕微气候、光合作用和水分生理效应[J]. 园艺学报,1994,21(2):105-110.
- [3] 李发林,刘长全,傅金辉. 土壤管理模式对幼龄果园根际土壤养分和酶活性影响初探[J]. 福建农业学报,2002,17(2):112-115.
- [4] 刘殊,廖镜思,陈清西,等. 果园生草对龙眼园微生态气候和光合作用的影响[J]. 福建农业大学学报,1996,25(1):24-28.
- [5] 李怀有. 高原沟壑区果园土壤管理制度试验研究[J]. 干旱地区农业研究,2001,19(4):32-37.
- [6] 徐明岗,文石林,高菊生. 红壤丘陵区不同种草模式的水土保持效果与生态环境效应[J]. 水土保持学报,2001,15(1):77-80.
- [7] Stoitchev S, Kresteva K Z. Features of phytoclimate and grapevine yield in different conditions of surface soil management[J]. Seizieme Conference du Columa,1996,3:1187-1193.
- [8] Desotes A, Moncomble D, Valentin G, et al. Comparison of several local soil management techniques implemented in champagne vineyards[J]. Seizieme Conference du Columa,1996,3:1161-1169.
- [9] 姚丽贤,周修冲,李国良,等. 香蕉园土壤养分肥力时空变化研究[J]. 土壤通讯,2006,37(2):226-230.
- [10] 刘建新. 苹果与小麦间作对土壤养分状况及生物活性的影响[J]. 土壤肥料,2004(1):34-36.
- [11] 徐雄,张健,廖尔华. 四种土壤管理方式对李园土壤微生物和土壤酶的影响[J]. 土壤通报,2006,37(5):901-905.
- [12] 陈耕云,叶家颖. 罗伯逊脐橙果园土壤脲酶活性研究[J]. 广西园艺,2003(6):2-4.
- [13] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法[M]. 北京:科学出版社,1985:237-250.
- [14] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京:农业出版社,1986.
- [15] 沙涛,程立忠,王国华,等. 秸秆还田对植烟土壤中微生物结构和数量的影响[J]. 中国烟草科学,2000(3):40-42.
- [16] 贾志红,杨珍平,张永清,等. 麦田土壤微生物三大类群数量的研究[J]. 麦类作物学报,2004,24(3):54-56.
- [17] Petersen S O, Frohne P S, Kennedy A C. Dynamics of a microbial community under spring wheat[J]. Soil Soc Am J, 2002,66:826-833.
- [18] 张为政. 作物茬口对土壤酶活性和微生物的影响[J]. 土壤肥料,1993(5):12-14.
- [19] 郑郁善,黄宝龙. 福建含笑杉木混交林生物量和土壤肥力的研究[J]. 南京林业大学学报,1998,22(2):49-52.
- [20] 逢焕成,严慧峻,刘继芳,等. 土壤有机氯污染的生物修复和土壤酶活性的关系[J]. 土壤肥料,2002(1):30-33.
- [21] 张成娥,杜社妮,白岗栓,等. 黄土塬区果园套种对土壤微生物及酶活性的影响[J]. 土壤与环境,2001,10(2):121-123.
- [22] 王成秋,王树良,杨剑虹,等. 紫色土柑橘园土壤酶活性及其影响因素研究[J]. 中国南方果树,1999,28(5):7-10.