

昌图县耕地棕壤酸度变化特征的初步研究

依 妍, 依艳丽

(沈阳农业大学 土地与环境学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘要:昌图县位于辽宁省铁岭市北部,是辽宁省的产粮大县之一。通过对大田调查采样与室内分析相结合的方法,研究了昌图县耕地土壤酸度变化特征。结果表明:昌图县耕地土壤类型以棕壤为主,此外还有少量的风沙土和草甸土。在3750个3种类型土壤土样中,pH<5.0(强酸性)和pH 5.0~6.5(酸性)的土样占总调查土样的75.68%。中性土样占16.56%;其中棕壤酸化程度最大,pH<5.0(强酸性)和pH 5.0~6.5(酸性)的土样分别占总调查土样的1.17%、87.28%。与第二次土壤普查相比,各乡镇土壤pH均有所下降,其下降值为0.16~1.43个单位。实验数据分析得出:土壤pH与土壤阳离子交换量和盐基饱和度呈正相关关系;与土壤交换性酸(交换性 H^+ 和交换性 Al^{3+})呈负相关关系。

关键词:耕地棕壤;土壤酸度;分布特征;变化趋势;相关性

中图分类号:S153.4

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)09-0025-05

土壤酸度是反映土壤质量的重要性质之一。土壤酸度的变化不仅直接影响植物的生长发育,还影响土壤养分的有效性以及其它的土壤物理化学性质。土壤酸度会受到气候(温度和降雨量)、土壤类型、作物类型、植物根系活性以及施肥等因素的影响^[1]。波兰的Skiemiewice试验田从1923年起到1993年进行长期大田作物轮作试验发现,施用磷钾肥的土壤pH在4.5左右,施用硝酸铵的土壤pH变化在3.2~4.0,施用硫酸铵土壤pH在3.5~4.0;而每4a施用一次石灰可使土壤pH保持在6.0~6.5^[2]。王志刚等人对江苏省土壤pH变化研究发现,水稻土pH下降严重,特别是里下河浅洼地区水稻土,在现有的管理利用方式下,继续下降的可能性很大^[3];近年来,由于自然条件以及人类活动的影响,许多地区的土壤酸碱度呈现出降低趋势,Ulrika Jonsson等人研究发现瑞典南部地区1988~1999年10年间土壤pH下降了0.17个单位^[4];张福锁等人研究表明,在1980~2000年中国农田普遍酸化,从不同土壤利用类型来看,种植经济作物的土壤pH下降0.3~0.8个单位,其下降趋势大于种植非经济作物的土壤^[5]。依艳丽等认为沈阳地区典型耕地棕壤pH平均值为5.61,与第二次土壤普查结果相比,土壤酸度呈下降趋势^[6];朱本岳等研究认

为,菜地土壤酸化已成为限制大多数蔬菜作物生长的一个主要因素^[7-11]。因此对土壤酸度变化的研究有长久而深远的意义。

昌图县位于辽宁省铁岭市北部,是辽宁省的产粮大县之一,素有“辽北粮仓”之称^[12]。土壤类型主要是棕壤,此外还有少量的风沙土和草甸土。耕作、栽培及施肥方式多以旋耕、玉米连作和单一使用化肥为主,自第二次土壤普查以来对该区土壤养分状况有一定的研究^[13-15],但对于土壤酸度变化特征缺乏系统的研究。因此对辽宁省昌图县耕地棕壤的酸度变化特征进行了研究,并进行相关性分析,旨在为全面系统地了解昌图县土壤的酸化因素提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试土壤及方法

土壤样品于2010年采自辽宁省昌图县17个乡镇的耕地棕壤,耕层深度为0~20cm,共采3750个土样。采用GPS定位,均匀分布,随机采样,多点混合。

1.2 测定项目与方法

基本理化性质均采用实验室常规方法测定^[16]。测定结果采用Excel进行分析检验;空间分布图采用ArcGis9.0地理信息系统软件完成。

2 结果与分析

2.1 土壤pH空间分布特征

土壤酸度分为活性酸和潜性酸2种。土壤活性酸指的是与土壤固相处于平衡状态的土壤溶液中的 H^+ ,土壤潜性酸是活性酸的主要来源和后

收稿日期:2011-05-03

第一作者简介:依妍(1985-),女,辽宁省沈阳市人,在读硕士,从事土壤酸化方面研究。E-mail:woshigege_@126.com。
通讯作者:依艳丽(1961-),女,博士,教授,从事土壤物理、土壤肥力和环境保护研究。E-mail:yiyanli@126.com。

备,它们始终处于动态平衡之中,是属于一个体系中的两种酸^[17]。土壤 pH 反映土壤活性酸的大小,按照《中国土壤》中的分级方法将土壤 pH 分为 5 级^[18](见表 1)。

表 1 昌图县耕层土壤 pH 统计

级别	pH	水平	个数	占总体百分比/%
1	<5.0	强酸性	29	0.77
2	5.0~6.5	酸性	2809	74.91
3	6.5~7.5	中性	621	16.56
4	7.5~8.5	碱性	274	7.31
5	>8.5	强碱性	17	0.45

在共采的 3 750 个土样中有 2 838 个土样 pH<5.0(强酸性)或 pH 5.0~6.5(酸性),占总调查土样的 75.68%,其中 pH 5.0~6.5(酸性)土样 2 809 个,占 74.91%。pH6.5~7.5(中性)土样占 16.56%;pH7.5~8.5(碱性)和 pH>8.5(强碱性)土样 291 个,占 7.76%。从中可以看出该地土壤有 3/4 存在酸化问题。从图 1 可以看出昌图县的中部和东部的土壤基本为酸性,中性土壤主要分布在昌图县的西部,碱性土壤主要分布在西北部。

2.2 不同土壤类型和不同利用方式的土壤 pH 特征

在所采集的耕地土样中(见表 2,表 3),从不

同土壤利用方式来看:旱田样点数为 3 687 个,占总采样数的 98.32%,其中 pH<6.5(酸性)土样个数为 2 741,占总旱田土样数的 74.34%;水田样点数为 63 个,以 pH6.5~7.5(中性)和 pH>7.5(碱性)为主。从不同土壤类型来看:棕壤有 3 078 个,占总采样数的 82.08%;风沙土有 391 个,占 10.43%;草甸土有 281 个,占 7.49%。棕壤 pH<6.5(酸性)的土样个数为 2 410 个,占所采棕壤数的 84.12%,而风沙土和草甸土土样中呈 pH<6.5(酸性)的土样数仅为 50%~60%。由此可以看出不同土壤利用方式,旱田土壤酸化程度高于水田;不同土壤类型,棕壤的酸化程度要高于风沙土和草甸土。

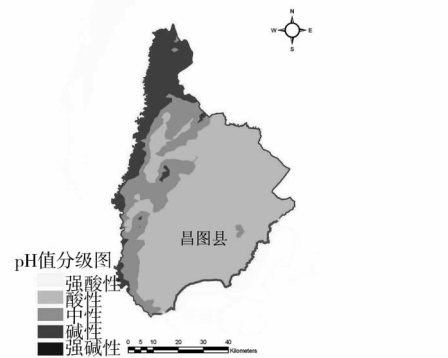


图 1 昌图耕地土壤 pH 空间分布

表 2 不同利用方式土壤酸碱性特征

利用方式	样点数	pH 平均值	有机质/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	碱解氮/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	土样酸碱性		
					pH<6.5	pH6.5~7.5	pH>7.5
旱田	3687	6.18	16.26	103.83	74.34	18.39	7.27
水田	63	7.34	18.00	88.08	6.04	51.22	42.74

表 3 不同土壤类型土壤酸碱性特征

土壤类型	样点数	pH 平均值	有机质/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	碱解氮/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	土样酸碱性		
					pH<6.5	pH6.5~7.5	pH>7.5
棕壤	3078	6.20	16.75	105.43	84.12	15.88	0
风沙土	391	6.28	14.27	89.91	51.06	29.95	18.99
草甸土	281	6.70	16.49	97.37	60.03	31.78	8.19

2.3 耕地棕壤 pH 分布特征分析

在所采集的耕地土样中,棕壤有 3 078 个,占总采样数的 82.08%,是昌图县主要耕地土壤类型。并从不同土壤类型相比较可以得出:棕壤酸化程度最大,pH<5.0(强酸性)和 pH 5.0~6.5(酸性)的土样分别占总调查土样的 1.17%、87.28%。

对昌图县棕壤分布较广的 11 个乡镇 0~

20 cm 耕层土壤进行研究分析:该区土壤有机质含量为 $(16.36\pm 3.72)\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,变异系数为 0.23;全氮含量为 $(0.97\pm 0.19)\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,变异系数为 0.19;碱解氮含量为 $(103.95\pm 20.80)\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,变异系数为 0.20;速效磷含量 $(20.84\pm 12.54)\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,变异系数为 0.60;速效钾含量为 $(113.16\pm 28.43)\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,变异系数为 0.25,各乡镇的土壤 pH 变化较大。

表 4 昌图县 11 个乡镇耕地棕壤表层 pH 及酸度情况

采样地点	样点数	pH 范围	pH 平均值	土样酸碱性		
				pH<5.0	pH5.0~6.5	pH6.5~7.5
八面城镇	181	5.10~6.86	5.88±0.32	0	89.50	10.50
昌图镇	260	5.01~6.92	5.79±0.39	1.15	90.00	8.85
鹭鹭树镇	116	5.09~6.68	6.10±0.26	0	95.69	4.31
老四平镇	129	5.31~6.66	5.80±0.20	1.57	98.43	0
马仲河镇	60	5.11~6.71	5.68±0.25	0	98.33	1.67
平安堡乡	119	5.24~6.82	6.10±0.33	2.52	81.51	15.97
双庙子镇	127	5.12~6.74	6.10±0.30	0	97.64	2.36
四合乡	145	5.40~6.85	6.30±0.29	3.45	72.41	24.14
金家镇	256	5.22~6.98	6.01±0.41	0.78	77.34	21.88
下二台乡	306	4.80~6.82	5.82±0.40	1.31	92.48	6.21
大洼镇	282	5.28~6.88	6.16±0.42	2.13	66.66	31.21

由表 4 可以看出,供试地区耕地土壤 pH 为 5.98±0.32,在各乡镇土壤采样点中,马仲河乡 pH 最低,为 5.68±0.25;四合乡 pH 最高,为 6.30±0.29。各乡镇土壤 pH 的分布均以弱酸性(pH5.0~6.5)所占的比例最大,其中老四平镇、马仲河镇、双庙子镇、鹭鹭树镇、下二台乡和昌图镇占总样点数的 90%以上,而大洼镇、四合乡和金家镇弱酸性(pH5.0~6.5)土样占总样点数分别为 66.66%、72.41%和 77.34%,这 3 个乡镇土壤 pH 在中性(pH6.5~7.5)的土样要高于其它乡镇;强酸性土样(pH<5.0)所占的百分比整体较小。从变异系数来看老四平镇土壤 pH 最低为 5.31,最高为 6.66,变异系数最小,为 0.03;金家镇与下二台乡土壤 pH 最低分别为 5.22 和 4.80,最高分别为 6.98 和 6.82,级差分别为 1.92 和 1.60 个单位,变异系数最大,为 0.07。

2.4 耕地棕壤 pH 变化趋势

近年来,由于自然条件以及耕作制度等原因使土壤 pH 处于下降趋势。与 1980 年第二次土壤普查数据相比(见表 5),在这 20 多年昌图县各地土壤 pH 均有所下降,其下降值在 0.18~1.14。其中昌图镇土壤 pH 平均值从 5.97 下降至 5.79,下降值最小,为 0.18 个单位;金家镇土壤 pH 平均值从 7.15 下降到 6.01,下降值最大,为 1.14 个单位,pH 下降值级差为 0.96。

2.5 耕地棕壤 pH 与 CEC、EA 及盐基饱和度之间的相关性

为了初步探讨昌图县耕地棕壤 pH 与各致酸离子之间的关系,对土壤 pH 与各致酸离子之间进行相关性分析。结果表明:土壤 pH 与土壤阳离子交换量和盐基饱和度之间呈正相关关系;与土壤交换性酸(交换性 H⁺ 和交换性 Al³⁺)和土壤

潜性酸呈负相关关系。

表 5 1980 和 2010 年昌图县耕地棕壤表层 pH 变化

地点	时间		
	1980	2010	差值
八面城镇	6.80	5.88	0.92
昌图镇	5.97	5.79	0.18
鹭鹭树镇	6.32	6.10	0.22
老四平镇	6.53	5.80	0.73
马仲河镇	6.19	5.68	0.51
平安堡乡	6.66	6.10	0.56
双庙子镇	6.38	6.10	0.28
四合乡	6.57	6.30	0.27
金家镇	7.15	6.01	1.14
下二台乡	6.55	5.82	0.73
大洼镇	7.06	6.16	0.90

表 6 耕地棕壤 pH 与各因素间相关性

测定项目	样点数 n	相关方程	相关系数 r
土壤阳离子交换量	24	y=0.1231x+3.4469	0.762**
交换性酸	23	y=-0.5677x+5.9764	-0.900**
土壤盐基饱和度	28	y=0.0382x+2.961	0.899**

土壤吸附阳离子的能力用吸附的阳离子总量表示,称为阳离子交换量(CEC),是土壤缓冲性能的主要来源,它能够反映土壤吸附阳离子的能力和粘粒的活性大小,其大小与土壤胶体种类和含量有关^[19],是由土壤胶体表面的净负电荷量决定的,无机、有机胶体的官能团产生的正负电荷和数量则因溶液的 pH 和盐溶液浓度的改变而变动^[17]。罗淑华等人的研究指出土壤阳离子交换量与土壤的成土母质、有机质、土壤酸度、土壤质地以及土壤的管理措施均有一定的相关性。据研究发现,所测定茶园土壤均为酸性或强酸性土,由于反映土壤酸度的代换性氢、铝是土壤可交换性阳离子的一部分,因此,土壤酸度与土壤阳离子交换量有着密切的关系。但由于土壤本身的胶体种

类和性质的不同,不同成土母质下发育的土壤其阳离子交换量与代换性酸的关系也有所不同^[20]。

土壤交换性酸(EA)通常指土壤的交换性 H^+ 和交换性 Al^{3+} 的总量。土壤交换性酸只有转移到溶液中,转变成溶液中的 H^+ 和 Al^{3+} 时,才会显示酸性。孔晓玲等对南方各地酸性土壤的研究指出,土壤酸度与交换性酸、交换性 H^+ 以及交换性 Al^{3+} 的对数值均呈极显著负相关关系^[21]。土壤酸化过程始于土壤溶液中活性 H^+ ,土壤溶液中 H^+ 和土壤胶体上被吸附的盐基离子交换,盐基离子进入溶液,然后随雨水淋失,使土壤胶体上交换性 H^+ 不断增加,并随之出现交换性 Al^{3+} ,形成酸性土壤。刘世全等人的研究发现,土壤交换性 H^+ 和 Al^{3+} 的变化较大,首先是与交换性酸的总量有关。交换性 H^+ 、 Al^{3+} 均随 EA 总量的增加而增加,但 Al^{3+} 增加迅速, H^+ 增加缓慢,可以看出:EA 的增加主要是由于交换性 Al^{3+} 增加所致^[22]。

土壤盐基饱和度(BS),是土壤胶体上的交换性盐基离子占全部交换性阳离子(总量)的百分比。盐基饱和度是指土壤吸附交换性盐基总量的程度,能够反映出土壤有效(速效)养分含量的大小。盐基饱和度的大小,可用于确定改良土壤时施用石灰或磷灰石量的参考,是改良土壤的重要依据之一。土壤胶体上的离子交换是土壤酸度变化的重要因素之一,而土壤交换性离子的有效度,不仅与交换性离子及绝对量有关,还与交换性离子的饱和度有密切的关系。因为该离子的饱和度越高,其被交换解吸的机会就越多,有效度就越大^[17]。

3 结论

在昌图耕地棕壤所采的土样中,酸性(pH 5.0~6.5)和强酸性(pH<5.0)占整体调查土样的 75.68%,该地土壤有 3/4 存在酸化问题,中部和东部的土壤基本为酸性,中性土壤主要分布在昌图县的西部,碱性土壤主要分布在西北部。

昌图县土壤类型主要是棕壤,此外还有少量的风沙土和草甸土。在这 3 种土壤中棕壤酸化程度最大,pH<5.0(强酸性)和 pH 5.0~6.5(酸性)的土样分别占整体调查土样的 1.17%、87.28%;旱田酸化程度大于水田。

昌图县主要棕壤分布区土壤酸化程度较大,pH<5.0(强酸性)和 pH 5.0~6.5(酸性)的土样分别占整体调查土样的 1.17%、87.28%。各乡镇耕地棕壤 pH 变异系数在 0.03~0.07,变异性不大。

2010 年新采土样与第二次土壤普查相比,各乡镇土壤 pH 均有所下降,其下降值在 0.18~1.14 个单位。

土壤 pH 与土壤阳离子交换量和盐基饱和度呈正相关关系;与土壤交换性酸(交换性 H^+ 和交换性 Al^{3+})呈负相关关系。

参考文献:

- [1] Grégory Lesturgez a, c. Soil acidification without pH drop under intensive cropping systems in Northeast Thailand [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2006, 114: 239-248.
- [2] Mihaila V, Hera C. Long term agricultural experiments in eastern Europe [J]. Long-term Experiments in Agricultural and Ecological Science, 1993(2): 220-227.
- [3] 王志刚, 赵永存. 近 20 年来江苏省土壤 pH 时空变化及其驱动力[J]. 生态学报, 2008, 28(2): 721-727.
- [4] Ulrika Jonsson, Ulrika Rosengren, Gunnar Thelin, et al. Acidification-induced chemical changes in coniferous forest soils in southern Sweden 1988-1999[J]. Environmental Pollution, 2003, 123: 75-83.
- [5] Guo J H, Liu X J, Zhang Y, et al. Significant Acidification in Major Chinese Croplands[J]. China Science, 2010, 2(18): 1008-1010.
- [6] 依艳丽, 郭琳琳, 丁文博, 等. 沈阳地区典型耕地棕壤养分状况及变化趋势的分析[J]. 沈阳农业大学学报, 2009, 40(2): 178-182.
- [7] Cregan P D, Scott B J. Soil acidification an agricultural and environmental problem[M]// Pratley J E, Roberts on A. Agriculture and the Environmental Imperative. Melbourne: CSIRO Publishing, 1998: 98-128.
- [8] Hans van Calster, Lander Baeten, Martin hermy a management driven changes(1967-2005) in soil acidity and the understorey plant community following conversion of a coppice-with-standards forest[J]. Forest Ecology and Management, 2007(241): 258-271.
- [9] 李贤胜, 杨平. 皖南山区土壤酸化趋势研究[J]. 土壤, 2008, 40(4): 676-579.
- [10] 朱本岳. 菜地土壤酸化原因及其对番茄生产的影响[J]. 浙江农业大学学报, 1989, 15(3): 273-277.
- [11] 张建华, 杨发荣. 大理市蔬菜地土壤酸化的原因与调控措施[J]. 云南农业科技, 2004(2): 4-6.
- [12] 贾振文, 依艳丽. 辽宁省昌图县典型耕地棕壤有效态微量元素含量评价[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(16): 7604-7606.
- [13] 陈洪斌, 王丽, 丁福成. 辽宁省耕地土壤 1979~1999 年土壤养分肥力的变化[J]. 土壤通报, 2003, 34(4): 271-274.
- [14] 路钰. 辽宁省耕地土壤养分调查结果报告[J]. 杂粮作物, 2004, 24(3): 174-175.
- [15] 贺中科, 许訖. 铁岭市土壤养分现状与施肥建议[J]. 土壤肥料, 2000(3): 195-198.
- [16] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

- [17] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [18] 熊毅,李庆逵. 中国土壤[M]. 2版. 北京:科学出版社,1990.
- [19] 魏孝荣,邵明安. 黄土高原小流域土壤 pH、阳离子交换量和有机质分布特征[J]. 应用生态学报,2009,20(11):2710-2715.
- [20] 罗淑华,曾跃辉. 茶园土壤阳离子交换量研究[J]. 中国茶叶,1989(5):15-17.
- [21] 孔晓玲,季国亮. 我国南方土壤的酸度与交换性氢铝的关系[J]. 土壤通报,1992,23(5):203-204.
- [22] 刘世全,张宗锦,王昌全,等. 西藏酸性土壤的酸度特征[J]. 土壤学报,2005,42(2):211-218.

Study on the Feature of Acidity Change in Brown Soils of Changtu County

YI Yan ,YI Yan-li

(Land and Environment College of Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

Abstract: Changtu county locates in the north of Tieling. It is one of the major grain-producing counties in Liaoning province. Using the method of combining the field investigation and analysis indoor, the feature of acidity change in soils of Changtu county was studied. The results showed that besides a small amount of sand soil and meadows soil, soils of Changtu were mainly brown soil. The proportion of the three types of soil which $\text{pH} < 5.0$ (strongly acidic) and $\text{pH} 5.0 \sim 6.5$ (acid) accounted for 75.68% of the 3 750 survey soil samples, the neutral soil accounted for 16.56%. Brown soil's acidification degree was the largest. The soil samples of the $\text{pH} < 5.0$ (strongly acidic) and $\text{pH} 5.0 \sim 6.5$ (acid) accounted for 1.17% and 87.28%, respectively. Compared with the second soil census, the soil pH of the towns all decline between 0.16~0.13. The results showed that the soil pH had positive correlations with CEC and BS and negative correlations with exchanged acid (exchanged H^+ and exchanged Al^{3+}).

Key words: cultivated brown soil; soil acidity; distribution characteristic; change trend; correlation

(上接第 12 页)

由此表明:不定芽增殖最佳培养基为 $\text{MS} + 6\text{-BA} 1.6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{NAA} 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

4 结论与讨论

研究结果表明:北美海棠不定芽诱导的最佳培养基为 $\text{HT}11; \text{MS} + 6\text{-BA} 1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{IBA} 0.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 塔青不定芽诱增殖的最佳培养基为 $\text{HTJ}4; \text{MS} + 6\text{-BA} 1.6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{NAA} 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

在以后的组织培养中,对北美海棠组织培养

的部位以及适合北美海棠组织的培养基还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 吴殿呈,胡繁荣. 植物组织培养[M]. 兰州:上海交通大学出版社,1996.
- [2] 曹春英. 植物组织培养[M]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [3] 张天麟. 园林树木 1200 种[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2004.
- [4] 陶绿. 林业实用技术[M]. 北京:《林业实用技术》编辑部,2011.

Primary Study on Tissue Culture of North American Begonia in Xining Area

QU Zhen, CHANG Li-ming

(Nursery of Chengnan in Xining City, Xining, Qinghai 810016)

Abstract: Two species (Malus 'Royally', Malus 'Radiant') of North American Begonia were selected as materials, explants were selected by asexual reproduction way, and different hormones were inoculated on MS medium. The results showed that: clonal selection in the spring shoot or root germination of new shoots were suitable for using as explants for adventitious bud induction, the optimal medium was $\text{MS} + 6\text{-BA} 1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{IBA} 0.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; the optimal medium for adventitious bud proliferation was $\text{MS} + 6\text{-BA} 1.6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} + \text{NAA} 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Key words: North American Begonia; stem segment; primary tissue culture; rapid propagation technique