

## 秦岭北山几种典型人工纯林土壤性质极化问题研究<sup>①</sup>

刘增文, 段而军, 付刚, 崔芳芳

(西北农林科技大学资源环境学院, 陕西杨凌 712100)

**摘要:** 由于人工纯林中树种生物生态学特性的单一性、对养分吸收利用的选择性和对环境效应的特殊性, 土壤性质往往呈现偏离原平衡态并朝某个方向非平衡或极端化发展的趋势被称为土壤极化, 它是导致土壤退化的根本原因之一。根据对秦岭北山日本落叶松 (*Larix kaempferi*)、油松 (*Pinus tabulaeformis*)、灰楸 (*Catalpa fargesii*) 和锐齿栎 (*Quercus. aliena* var. *acuteserrata*) 等几种典型人工纯林土壤性质的测定结果表明, 在由天然草地向针叶林地的发展过程中, 土壤物理性质在恶化, 并且有偏酸化的趋势, 土壤养分发生贫瘠化, 土壤微生物数量减少, 但部分酶活性有所改善; 而在由天然草地向阔叶林地的发展过程中, 土壤物理性质和生物学性质呈改善的趋势, 酸碱性偏向中性化, 土壤养分出现富集化或两极分化。在由天然草地向人工林地的发展过程中, 各种土壤性质的绝对综合极化程度一般表现为酶活性 > 微生物量 > 养分含量 > 物理性质 > 酸碱性的规律。其中, 土壤物理性质极化程度一般表现为针叶林地大于阔叶林地, 微生物量极化程度一般表现为针叶林地小于阔叶林地, 而土壤养分含量和酶活性的极化程度因林地而异, 并以灰楸林地最大, 锐齿栎林地最小。

**关键词:** 人工林; 土壤退化; 土壤极化; 连栽障碍

**中图分类号:** S718.55+4

在同一树种人工纯林的长期经营过程中, 由于树种的生物生态学特性的单一性、对物质吸收利用的选择性和对环境效应的特殊性, 土壤性质往往呈现偏离原平衡态并朝某个方向非平衡或极端化发展的趋势被称为土壤极化<sup>[1]</sup>。土壤极化是处于生长后期或者多代连栽的人工纯林常常会出现的土壤发展趋势, 它不但导致了人工林生长质量的不断下降, 而且会引发连生或连栽障碍问题, 严重影响和制约着人工林的稳定和可持续发展<sup>[2-5]</sup>。

土壤性质极化与土壤退化具有本质的区别, 主要包括以下几个方面: ①土壤性质极化是大部分纯林都会发生的一种土壤演变趋势, 这是由于纯林的单一树种组成所决定的, 只不过不同树种、不同年龄的纯林土壤极化的类型和程度不同而已; 而土壤退化是所有配置不当或管理不善的林地 (包括纯林和混交林) 由于土壤性质恶化而出现的质量下降现象; ②土壤性质极化强调的是反映土壤性质的某些理化指标离开平衡状态的趋势, 其结果可能是正向的 (增益性的), 也可能是负向的 (破坏性的), 有好坏之分; 而土壤退化强调的是土壤质量的下降, 总是一种坏的结果; ③土壤性质极化的原因来自森林内部, 是由内因引起的; 而

土壤退化的原因来自内部和外部的综合, 是由内外因共同引起的; ④土壤性质极化不一定意味着土壤退化, 只有负向的、破坏性的极化才会导致人工林土壤发生退化; 而正向的、增益性极化反而会使土壤性质得到改善。

根据目前对人工纯林的大量研究结果表明, 由于人工纯林土壤性质极化导致的土壤退化包括物理、化学和生物学性质恶化 3 种类型<sup>[1]</sup>。例如有研究表明, 某些人工林营造后土壤养分状况出现贫瘠化的趋势, 称之为人工林的“自贫”效应<sup>[6-7]</sup>。还有些树木在其生长发育过程中, 叶子和根系等器官中会形成或向外分泌一些对自身的种子萌发、幼苗生长发育产生毒害作用的化学物质, 这种现象被称为“自毒”效应<sup>[8-10]</sup>。此外, 由于人工纯林群落组成和结构简单, 植物多样性低下, 个体之间的竞争激烈, 整个系统生物量 and 生产力下降, 抗干扰或干扰后的恢复能力降低, 这种现象被称为人工林的“自衰”效应<sup>[11-12]</sup>。

秦岭是长江和黄河流域的分水岭, 也是我国“南方”和“北方”的地理分界线。秦岭北山属暖温带落叶阔叶林带, 这里不但分布着大面积的天然次生林, 而且有大量的人工林, 且以纯林为主。为了深入认识这些

①基金项目: 国家自然科学基金项目 (30471376) 和西北农林科技大学人才计划项目 (2005) 资助。

作者简介: 刘增文 (1965—), 男, 陕西横山人, 博士, 副教授, 主要从事森林土壤研究。E-mail: zengwenliu2003@yahoo.com.cn

人工纯林土壤的变化动态,防止土壤性质发生极化和退化,有必要针对一些典型人工纯林开展土壤性质的长期定位监测。

## 1 研究区概况

研究地区位于陕西周至县厚畛子镇,黑河上游的支流安沟流域境内。这里地属秦岭中段北坡,暖温带气候,年均降水量 900 mm,在植被垂直分布上属于栓皮

栎林亚带。本亚带地貌分割破碎,相对高差 200~300 m,土壤属山地褐土。天然植被建群树种主要为栎类,以栓皮栎为主,此外尚有小面积板栗、茅栗、槲栎等树种。人工植被主要有日本落叶松 (*larix kaempferi*)、油松 (*Pinus tabulaeformis*)、灰楸 (*Catalpa fargesii*)、锐齿栎 (*Quercus. aliena* var. *acuteserrata*) 和板栗 (*Castanea mollissima*) 等。本项研究选择该区具有典型代表性的人工林为研究对象,林地基本情况见表 1。

表 1 试验人工林分概况

Table 1 General situation of artificial pure forests

林地类型	林龄	密度 (株/hm <sup>2</sup> )	海拔 (m)	坡向	坡度 (°)	平均胸径 (cm)	平均树高 (m)
日本落叶松	25	1750	1270	NE45° 阴坡	18	13.16	13.4
油松	22	3056	1300	NE60° 半阴坡	10	10.90	11.0
灰楸	18	1867	1370	SW50° 半阳坡	12	11.40	13.5
锐齿栎	16	1500	1440	SW70° 半阳坡	27	6.63	7.7

## 2 研究方法

### 2.1 标准地设置与调查

针对所选定的造林树种林地,选择具有典型代表性和立地条件基本相同的地段建立 20 m × 20 m 标准地,调查和记录标准地的立地因子,通过每木检尺测定林分密度、平均胸径、平均树高。

### 2.2 土壤样品采集

在每个人工林标准地内和林地附近相同立地条件的天然草地对照区选择 5 个地点挖掘垂直剖面,用环刀取表层 (0~20 cm) 原状土直接带回室内。同时,按照 5 点混合取样法,均匀挖取表层 (0~20 cm) 土壤样品若干,除去叶子、根系和石块等杂物,带回室内进行风干,测定各项物理和生物化学指标。

### 2.3 土壤性质测定

土壤团粒含量采用湿筛法测定;土壤田间持水量采用环刀法测定;土壤 pH 值采用 PHS-2 型酸度计测定;土壤有机 C 采用 TOC-V 自动分析仪测定;土壤 N、P、K 养分含量采用常规方法测定;脲酶活性采用 Hoffmann 与 Teicher 法测定,结果以培养 3 h 后每克风干土壤经尿素水解释出的 NH<sub>4</sub>-N 的毫克数 (mg/g) 来表示;蔗糖酶活性采用 Hoffmann 与 Seegerer 法测定,结果以培养 1 天 (24 h) 每克风干土壤滴定所需 0.2 mol/L Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的毫升数 (ml/g) 来表示;过氧化氢酶活性采用 Johnson 和 Temple 法测定,结果以每克风干土壤滴定所需 0.1 mol/L KMnO<sub>4</sub> 的毫升数 (ml/g) 来表示<sup>[13-14]</sup>。土壤微生物量 C、N 的测定采用氯仿熏蒸浸提法—K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 测定<sup>[15]</sup>;土壤微生物数量采用平板稀释法测定

[16]。

### 2.4 土壤极化度指数计算原理

根据土壤极化的概念,它是指土壤性质离开原来的平衡状态,越来越不适宜于原有林木生长发育的非正常状态,也就是说土壤极化是相对平衡状态的土壤而言的,我们将土壤性质离开平衡点的距离用极化度指数来表示。那么,要判断是否发生了土壤极化,首先应该确定处于平衡状态的土壤性质。但是,在自然界中,由于人类活动的频繁,很难找到尚未发生变化的绝对的平衡态,所以,所谓的平衡态只能是一种相对状态。对于人工纯林来讲,它的平衡态可以是相同立地条件下的天然草地对照、生长发育正常的幼林或人类破坏较少的天然混交林等(本项研究中的人工纯林均为在天然草地上经过人工植树造林而形成的林分,而且由于在人工纯林附近没有相同立地条件下的天然混交林,所以选择立地条件基本相同的天然草地作为对照)。

土壤极化度指数计算公式如下:

$$\text{单指标模型: } E_i = (X_i - X_{i0}) / X_{i0} \times 100\% \quad (1)$$

式中,  $E_i$  为待评土壤第  $i$  种性质的极化指数 (%);  $X_i$ 、 $X_{i0}$  分别为待评和对照土壤第  $i$  种性质在某一时期内(往往选择一年)的测定指标平均值;  $i=1, 2, \dots, N$ 。当  $E_i > 0$  时,土壤性质正向极化,当  $E_i < 0$  时,土壤性质负向极化。

$$\text{综合模型: } E_a = \sum(|E_i| \times \rho_i), E_r = \sum(E_i \times \rho_i) \quad (2)$$

式中,  $E_a$  和  $E_r$  分别为待评土壤性质的绝对和相对综合

极化指数 (%)； $E_i$ 意义同前； $\rho_i$ 为权重系数，反映土壤第*i*种性质相对实现当前土地生产力的重要性。

$\rho_i$ 可以通过偏相关分析获得，计算公式如下：

$$\rho_i = |r_i| / \sum |r_i| \quad (3)$$

式中， $r_i$ 为偏相关系数。当假定所有土壤性质相对实现当前土地生产力同等重要时（或由于资料欠缺无法获得 $\rho_i$ 时），模型（2）便简化为：

$$E_a = \frac{1}{N} \sum (|E_i|) , E_r = \frac{1}{N} \sum E_i \quad (4)$$

式中， $N$ 为指标总数。

分析模型（2）和模型（4）可知，当 $E_a = E_r$ 时，所有土壤性质向同一方向极化，即要么正向，要么负向；当 $E_a > E_r$ 时，不同土壤性质向不同方向极化，即有的正向，有的负向，且当 $E_r > 0$ 时，土壤性质综合正向极化，当 $E_r < 0$ 时，土壤性质综合负向极化。

此外， $Max(|E_i| \times \rho_i)$ 反映了各项土壤性质的极化指数绝对值的相对最大值，代表了土壤性质极化的主要方向，所以是表征土壤性质极化的重要指标。

## 2.5 关于土壤极化标准与等级划分

根据极化指数（单指标或综合指数）的大小可以对土壤极化程度进行等级划分，如表2。需要指出，表2中判断标准的临界值的确定基本上是经验的，尚缺乏科学依据。因为不同树种对于土壤极化的忍受程度不同，所以，准确的临界值确定需要针对具体树种，经过大量的调查和数据分析后得出，表2仅作为一种模式被提出。

表2 人工纯林土壤性质极化分级

Table 2 Gradation of soil polarization of artificial pure forest

分级	判断标准 $ E $	对林木生长的影响
基本稳定	$\leq 5\%$	林分稳定，林木生长发育正常
弱度极化	$5\% \sim 10\%$	林分基本稳定，但林木生长发育受到轻微影响
中度极化	$10\% \sim 15\%$	林分不再稳定，林木生长发育受到严重影响
强度极化	$> 15\%$	林分衰退，林木生长发育受到严重限制

## 3 结果与分析

根据对秦岭北山厚畛子立地条件基本相同的人工纯林和天然草地对照土壤各项指标的测定，按照以上极化模型（1）和模型（4）计算了不同林地土壤性质

的极化指数（表3），结果表明：

由天然草地向日本落叶松人工林地的发展过程中，土壤团粒含量和田间持水量均表现为负向极化，说明土壤物理性质呈恶化的趋势；土壤pH值保持基本稳定；土壤有机C、全P、速效P负向极化，而全N、全K、速效K正向极化，但相对综合极化仍表现为负向极化趋势，说明土壤养分含量总体在贫瘠化；土壤脲酶活性负向极化，而蔗糖酶、过氧化氢酶活性表现为正向极化，微生物量则均表现为负向极化，说明土壤微生物数量减少，但部分酶活性有所改善。

由天然草地向油松人工林地的发展过程中，土壤团粒含量和田间持水量表现为负向极化，说明土壤物理性质呈恶化的趋势；土壤pH值负向极化，说明土壤呈明显的酸化趋势；土壤有机C、全P、速效P负向极化，而全N、速效K保持稳定，全K正向极化，但相对综合极化仍表现为负向极化趋势，说明土壤养分含量总体在贫瘠化；土壤脲酶活性负向极化，而蔗糖酶、过氧化氢酶活性表现为正向极化，微生物量则均表现为强度负向极化，说明土壤微生物数量显著减少，但部分酶活性有所改善。

由天然草地向灰楸人工林地的发展过程中，土壤团粒含量强度正向极化，田间持水量保持基本稳定，说明土壤物理性质呈改善的趋势；土壤pH值正向极化，说明土壤向中性方向发展；土壤养分含量中除了速效P表现为负向极化外，其他均表现为正向极化，而且相对综合极化表现为正向极化趋势，说明土壤养分总体表现为富集化的趋势；土壤酶活性和微生物量均表现为中度到强度的正向极化，说明土壤生物化学性质呈明显的改善趋势。

由天然草地向锐齿栎人工林地的发展过程中，土壤团粒含量强度正向极化，田间持水量保持基本稳定，说明土壤物理性质呈改善的趋势；土壤pH值保持基本稳定；土壤有机C、全N、全K含量表现为正向极化，而速效P负向极化，全P和速效K保持基本稳定，所以总体而言，土壤养分含量呈两极分化趋势；土壤酶活性（除了脲酶之外）和微生物量均表现为中度到强度的正向极化，说明土壤生物化学性质呈明显的改善趋势。

综合以上分析可见，在由天然草地向针叶林地的发展过程中，土壤物理性质在恶化，并且有偏酸化的趋势，土壤养分发生贫瘠化，土壤微生物数量减少，但部分酶活性有所改善；而在由天然草地向阔叶林地的发展过程中，土壤物理性质改善，酸碱性偏向中性化，土壤养分出现富集化或两极分化，土壤生物学性质则呈明显的改善趋势。

表 3 秦岭北山典型人工纯林土壤性质极化指数分析 (土壤层次 0~20 cm)  
Table 3 Indexes of soil polarization of artificial pure forests in north mountains of Qinling

土壤性质		日本落叶松		油松		灰楸		锐齿栎		对照 $X_{i0}$	
		$X_i$	$E_i$ (%)	$X_i$	$E_i$ (%)	$X_i$	$E_i$ (%)	$X_i$	$E_i$ (%)		
物理性质	团粒含量 <sup>1)</sup> (g/kg)	499.17	-24.29	533.5	-19.08	804.16	21.97	779.74	18.27	659.29	
	田间持水量 (g/kg)	218.9	-5.28	195.6	-15.36	242.6	4.98	239.2	3.50	231.1	
	$E_a$ <sup>2)</sup> (%)		14.79		17.22		13.48		10.89		
	$E_r$ <sup>3)</sup> (%)		-14.79		-17.22		13.48		10.89		
酸碱性	pH	6.00	-0.99	5.75	-5.12	6.62	9.24	6.01	-0.83	6.06	
养分含量	有机 C (g/kg)	15.43	-8.32	13.32	-20.86	26.37	56.68	19.64	16.7	16.83	
	全 N (g/kg)	1.25	8.70	1.15	0.02	1.53	33.04	1.28	11.3	1.15	
	全 P (g/kg)	0.71	-13.41	0.68	-17.07	0.83	1.22	0.79	-3.66	0.82	
	速效 P (mg/kg)	2.43	-74.20	3.10	-67.09	3.14	-66.67	3.95	-58.07	9.42	
	全 K (g/kg)	3.18	10.42	7.19	10.76	3.25	12.85	3.26	13.19	2.88	
	速效 K (mg/kg)	74.43	3.05	70.61	-2.24	97.61	35.14	69.44	-3.86	72.23	
	$E_a$ (%)		19.68		19.67		34.27		17.80		
	$E_r$ (%)		-12.29		-16.08		12.04		-4.07		
	酶活性	脲酶 (mg/g)	3.08	-36.76	3.97	-18.48	5.46	12.11	4.01	-17.86	4.87
		蔗糖酶 (ml/g)	2.58	34.38	2.77	44.27	3.42	78.13	2.47	28.65	1.92
过氧化氢酶 (ml/g)		1.21	83.33	1.15	74.24	1.29	95.45	1.26	90.91	0.66	
$E_a$ (%)			51.49		45.66		61.90		45.81		
$E_r$ (%)			26.98		33.34		61.90		33.90		
微生物量	微生物量 C (mg/kg)	331.42	-9.18	261.86	-28.24	552.58	51.43	622.65	70.63	364.91	
	微生物量 N (mg/kg)	50.59	-7.63	41.48	-24.27	83.91	53.2	94.23	72.05	54.77	
	微生物数量 ( $\times 10^7$ CFU/g)	0.69	-8.00	0.50	-33.33	0.96	28.01	0.99	32.03	0.75	
	$E_a$ (%)		8.27		28.61		44.21		58.24		
	$E_r$ (%)		-8.27		-28.61		44.21		58.24		

注: 1) 团粒含量指 $\geq 0.25$  mm水稳性团粒; 2)  $E_a$ : 绝对综合极化指数; 3)  $E_r$ : 相对综合极化指数。

再从绝对综合极化指数分析表明, 由天然草地向人工林地的发展过程中, 各种土壤性质的绝对综合极化程度一般表现为酶活性 $>$ 微生物量 $>$ 养分含量 $>$ 物理性质 $>$ 酸碱性的规律, 表明生物学性质最为敏感, 其次为养分含量和物理性质, 而酸性相对变化缓慢。各林地的绝对综合极化程度比较, 土壤物理性质绝对综合极化程度大小顺序为油松林地 $>$ 落叶松林地 $>$ 灰楸林地 $>$ 锐齿栎林地; 土壤养分含量绝对综合极化程度大小顺序为灰楸林地 $>$ 落叶松和油松林地 $>$ 锐齿栎林地; 土壤酶活性绝对综合极化程度大小顺序为灰楸林地 $>$ 落叶松林地 $>$ 锐齿栎林地和油松林地; 土壤微生物量绝对综合极化程度大小顺序为锐齿栎林地 $>$ 灰楸林地 $>$ 油松林地 $>$ 落叶松林地。可见, 针叶林地的土壤物理性质极化程度一般大于阔叶林地, 微生物量极化程度一般小于阔叶林地, 而土壤养分含量和酶活性的极化程度因林地而异, 并以灰楸林地为最大, 锐齿栎林地为最小。

#### 4 结论与讨论

(1) 在秦岭北山地区由天然草地向针叶林地的发展过程中, 土壤物理性质在恶化, 并且有偏酸化的趋势, 土壤养分发生贫瘠化, 土壤微生物数量减少, 但部分酶活性有所改善; 而在由天然草地向阔叶林地的发展过程中, 土壤物理性质改善, 有偏中性化的趋势, 土壤养分出现富集化或两极分化, 土壤生物学性质则呈明显的改善趋势。

(2) 在秦岭北山地区由天然草地向人工林地的发展过程中, 各种土壤性质的绝对综合极化程度一般表现为酶活性 $>$ 微生物量 $>$ 养分含量 $>$ 物理性质 $>$ 酸碱性的规律, 表明生物学性质最为敏感, 其次为养分含量和物理性质, 而酸性相对变化缓慢。此外, 土壤物理性质极化程度一般表现为针叶林地大于阔叶林地, 微生物量极化程度一般表现为针叶林地小于阔叶林地, 而土壤养分含量和酶活性的极化程度因林地而异, 并以灰楸林地为最大, 锐齿栎林地为最小。

(3) 由于尚缺乏对秦岭北山地区所研究林地更多土壤性质指标的测定资料, 而且目前尚难以得出不同土壤性质指标对森林生长发育和土壤质量相对重要性的定量评价依据, 所以本文关于人工林地土壤性质极化的部分分析结果和结论也只具有相对意义。

#### 参考文献:

- [1] 刘增文, 段而军, 付刚, 崔芳芳, 高文俊. 一个新概念: 人工纯林土壤性质的极化. 土壤学报, 2007, 44(6): 155-162
- [2] 马祥庆, 黄宝龙. 人工林地力衰退研究综述. 南京林业大学学报, 1997, 21(2): 77-82
- [3] 孙长忠, 沈国舫. 我国人工林生产力问题的研究 (I) —影响我国人工林生产力的自然因素评价. 2001, 37(3): 72-77
- [4] 罗云建, 张小全. 多代连栽人工林碳贮量的变化. 林业科学研究, 2006, 19(6): 791-798
- [5] 焦如珍, 杨承栋, 孙启武, 张家诚. 杉木人工林不同发育阶段土壤微生物数量及其生物量的变化. 林业科学, 2005, 41(6): 163-165
- [6] 潘湘海, 朱晓青, 李永东, 宋新章. 塞罕坝华北落叶松人工林土壤肥力的研究. 河北林业科技, 2001(6): 5-7
- [7] 杨茂生, 谢会成. 引种的华北落叶松人工林对土壤影响的研究. 西北林学院学报, 2002, 17(3): 35-37
- [8] 王强, 阮晓, 李兆慧, 潘存德. 植物自毒作用及针叶林自毒研究进展. 林业科学, 2007, 43(6): 134-142
- [9] 林思祖, 黄世国, 曹光球. 杉木自毒作用的研究. 应用生态学报, 1999, 10(6): 661-664
- [10] 马祥庆, 刘爱琴, 黄宝龙. 杉木人工林自毒作用研究. 南京林业大学学报, 2000, 24(1): 12-16
- [11] 陈代喜, 莫泽莲. 人工林地力衰退研究进展. 广西林业科学, 2000, 29(3): 115-118
- [12] 余雪标, 徐大平, 龙腾, 莫晓勇. 连栽桉树人工林生长特性和树冠结构. 林业科学, 2000, 36(S1): 137-142
- [13] 周礼恺. 土壤酶学. 北京: 科学技术出版社, 1980
- [14] 关松荫. 土壤酶及其研究法. 北京: 农业出版社, 1986
- [15] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 1999
- [16] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法. 北京: 科学出版社, 1985

## Soil Polarizations of Several Typical Artificial Pure Forests in North Mountain of Qinling

LIU Zeng-wen, DUAN Er-jun, FU Gang, CUI Fang-fang

(College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The singularity of biological characteristic, selectivity of nutrient absorption and utilization and particularity of environmental effect under the artificial pure forests usually result in the polarization of soil properties, which is one of the basic reasons leading to soil degradation. The measurements of soil properties of several typical artificial pure forests (*Larix kaempferi*, *Pinus tabulaeformis*, *Catalpa fargesii*, *Quercus. aliena* var. *acuteserrata*) in north mountains of Qinling showed that: 1) in the development from the natural grassland to the artificial conifer forests, soil properties generally worsened, such as acidification, decreases of soil nutrients and microorganism biomass, but partial enzyme activities improved. Meanwhile, in the development from the natural grassland to the artificial broadleaf forests, soil properties generally improved, such as neutralization of acidity, enrichment or polarization of soil nutrients. 2) in the development from the natural grassland to the artificial pure forests, the order of absolute comprehensive polarizations of soil properties was: enzyme activity > microorganism biomass > nutrient contents > physical properties > pH, thereinto, the order of absolute comprehensive polarizations of soil physical properties was: conifer forest > broadleaf forest, and the order of absolute comprehensive polarizations of soil microorganism biomass was: conifer forest < broadleaf forest, but the polarizations of soil nutrient contents and enzyme activity varied with the types of artificial forests, and *C. fargesii* forest showing the greatest polarization, while *Q. aliena* forest the lest.

**Key words:** Artificial forest, Soil degradation, Soil polarization, Obstacle of continuous planting