

楚 杨,刘韬韬. 玛纳斯河流域中下游地区不同土地利用类型的水盐特征[J]. 江苏农业科学,2017,45(8):245-249.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.08.066

# 玛纳斯河流域中下游地区不同土地利用类型的水盐特征

楚 杨,刘韬韬

(石河子大学,新疆石河子 832000)

**摘要:**在 4、5、6、7、8 月末研究玛纳斯河流域中下游地区盐碱地的 4 种土地利用类型(荒地、林地、葡萄地、棉花地)土壤水盐含量及动态变化特征,旨在为该流域盐碱地的改良、合理灌溉和施肥提供科学依据。结果发现,在不同月份间,4 种土地利用类型对盐碱地土壤水盐含量及其随时间变化的动态特征影响较大且复杂。棉花地、葡萄地、林地的土壤 pH 值在每个月间均显著低于荒地,而含水率显著高于荒地。玛纳斯河流域中下游地区土壤离子构成以  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  为主, $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  普遍缺乏,总体为: $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{CO}_3^{2-}$ 。棉花地、葡萄地、林地的土壤  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  显著低于荒地,并在不同月份间其含量变化较大。结果表明,不同土地利用类型对玛河流域中下游地区的盐碱土壤水盐含量和其随时间变化的动态特征影响较大,但均能不同程度地降低该地区盐碱土壤水盐含量。

**关键词:**玛纳斯河流域;土地利用类型;水盐特征;动态变化;盐碱地;含水率

**中图分类号:** S156.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)08-0245-04

新疆是我国重要的农垦区,占全疆土地总面积 4.27% 的绿洲承载着该区 95% 以上的人口,因此绿洲农业是新疆人赖以生存和发展的命脉<sup>[1]</sup>。玛纳斯河流域(简称玛河流域)作为新疆开垦面积最大的人工绿洲,是重要的粮、棉、糖生产基地,也是最典型的积盐区。受区域母质、气候、地形、水文等因素的影响,玛河流域分布着不同类型的盐渍土<sup>[2]</sup>。据统计,玛河流域部分地区有 38.1% 的耕地面积深受盐碱危害,某些地区甚至高达 65%。由于农业基础设施不完善并采用传统的灌溉方式,使各灌溉区地下水位不断上升,使土壤盐碱化程度加重,加之全球气候变暖等因素<sup>[3]</sup>,使较大的盐碱地面积储量又有增加的趋势,严重制约着自治区生态农业的可持续发展<sup>[4]</sup>。因此,研究玛河流域盐碱地的水盐含量和变化特征来指导该地区的农业发展尤为重要。

不同土地利用类型可影响土壤元素平衡和结构功能,与土壤质量紧密相关<sup>[5-6]</sup>,对田间土壤质量的准确评估有非常重要的指导意义<sup>[7]</sup>。目前,国内外有许多关于这方面的研究报道,主要有不同利用类型对土壤理化性质、酶活、盐碱特征的研究<sup>[8-11]</sup>,干旱荒漠区盐碱化土地修复与调控、生态重建<sup>[12-13]</sup>以及基于遥感数字模型等研究手段的耕地土壤盐渍化影响评价和模拟<sup>[14-18]</sup>。也有玛河流域不同土地利用类型对土壤物理性质和盐分的研究报道<sup>[19-20]</sup>,但大都选取某一特定月份的土壤,分析盐分的空间变化,而对耕作层土壤在不同

月份的水盐含量和其随时间变化的动态特征研究不足。因此,本试验选择玛河流域中下游地区较为典型的植被类型(棉花地、葡萄地、林地、荒地)的耕作层土壤,研究并掌握该地区不同土地利用类型的土壤水盐含量及随时间变化的动态特征,为遏制该地区土壤退化和返盐,指导该地区盐碱地的改良和施肥,并为玛河流域人工绿洲的高效生态农业提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

玛纳斯河位于新疆维吾尔自治区准噶尔盆地南部地区,属于典型的大陆性气候。玛纳斯河流域年平均气温在 4 ~ 7 ℃,极端最高气温为 42 ~ 43 ℃,极端最低气温为 -43.1 ~ -39 ℃,年平均潜在蒸发量 1 500 ~ 2 100 mm,年平均降水量 100 ~ 200 mm,并且主要集中在夏季。该地区自然土壤类型十分丰富,有灰漠土、棕钙土、栗钙土、风沙土、沼泽土、草甸土、盐土等区域性土壤。

### 1.2 样品采集与处理

在玛纳斯河流域中下游地区按照不同土地利用类型(棉花地、葡萄地、林地、荒地)分别选取背景相似、外在条件相同的 3 块样地,设置 3 次重复,共 12 块样地。分别于 2014 年 4、5、6、7、8 月月末进行土样采集。在每一块样地中随机选择 3 个样点使用土钻采集其耕作层(0 ~ 40 cm)土壤。用铝盒收集采集的土样 20 g 左右,密封带回实验室,进行含水率的测定。其他指标的测定使用密封袋收集采集的土样 200 g 左右,带回实验室风干。

### 1.3 测定方法

含水率的测定:烘干法。即将铝盒放置在 105 ℃ 鼓风干燥箱中烘干至恒质量,测定烘干前后的质量差,并根据土壤含

收稿日期:2016-02-26

基金项目:国家自然科学基金(编号:U1203181);新疆生产建设兵团社会发展科技攻关与成果转化计划(编号:2015AD023)。

作者简介:楚 杨(1990—),女,河南荥阳人,硕士研究生,研究方向干旱区植物与植被生态。E-mail:380681287@qq.com。

通信作者:刘韬韬,硕士,讲师,研究方向农业生物环境与能源工程。

E-mail:ltt009@yahoo.cn。

水率测定公式计算含水率。pH 值和电导率的测定:使用 MP521 型实验室 pH 值/电导率测量仪。 $\text{Cl}^-$  含量的测定用  $\text{AgNO}_3$  滴定法; $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$  含量的测定用火焰原子吸收法; $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  含量的测定用 EDTA 滴定法; $\text{SO}_4^{2-}$  含量的测定用 EDTA 络合滴定法; $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$  含量的测定用酸标准溶液滴定法。

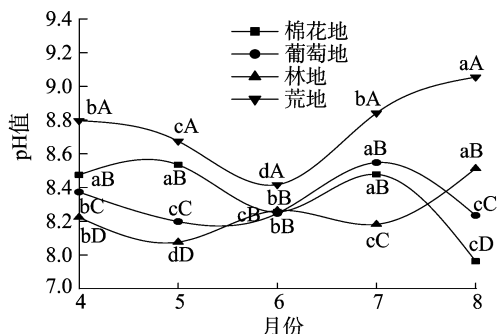
#### 1.4 数据处理

采用 SPSS 16.0 软件对试验数据进行单因素方差分析 (one-way ANOVA) 及多重比较 (LSD), 用 Origin 8.5 作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同土地利用类型盐碱土 pH 值特征

不同土地利用类型对盐碱地土壤 pH 值的影响随月份的变化而差异显著,但其总体变化特征为:荒地 > 棉花地 > 葡萄地 > 林地。棉花地的土壤 pH 值在 4—5 月上升,5—6 月下降,6—7 月上升,7—8 月下降,且 5 月末最高而 8 月末最低,变化趋势呈“M”字形;林地土壤的 pH 值变化趋势与棉花地相反,为“W”字形;荒地土壤的 pH 值先下降后上升且 8 月末最高,呈“V”字形(图 1)。ANOVA 分析表明,荒地土壤 pH 值在每个月都显著高于棉花地、葡萄地、林地。



不同小写、大写字母分别表示不同时间、不同土地利用类型在0.05水平差异显著;下同

图1 不同土地利用类型土壤 pH 值的变化

### 2.2 不同土地利用类型盐碱土水分特征

4 种土地利用类型的含水率变化趋势有相似也有不同,但含水率变化的总体特征为:葡萄地 > 棉花地 > 林地 > 荒地。林地土壤含水率的变化趋势与荒地的基本相同,为“W”形,即 4—5 月含水率下降,5—6 月上升,6—7 月下降,7—8 月又有上升趋势;棉花地土壤含水率变化趋势与荒地的恰好相反,为“M”形,即 4—5 月上升,5—6 月下降,6—7 月上升,7—8 月下降;葡萄地土壤含水率变化趋势为先上升后下降,呈倒“V”字形(图 2)。ANOVA 分析表明,棉花地、葡萄地和林地的含水率在每个月都极显著高于荒地。

### 2.3 不同土地利用类型土壤电导率特征

4 种土地利用类型的土壤电导率在不同时间里变化较大,变化的总体特征为:林地 > 荒地 > 棉花地 > 葡萄地,说明种植棉花和葡萄能降低土壤电导率。棉花地、林地、荒地的土壤电导率变化趋势为“W”字形,即电导率在 4 月最高,4—5 月下降,5—6 月略有回升,6—7 月下降,之后又上升;葡萄地的电导率在 4—7 月间持续降低,7 月最小,8 月略有升高;荒地的电导率在 4—7 月间显著高于棉花地,在 5 月时显著低于葡萄地、林地,在 6—8 月时又显著高于林地、葡萄地(图 3)。

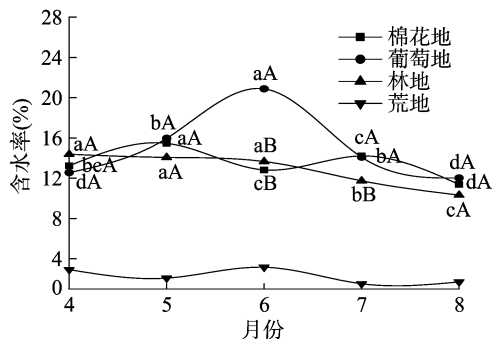


图2 不同土地利用类型土壤含水率的变化

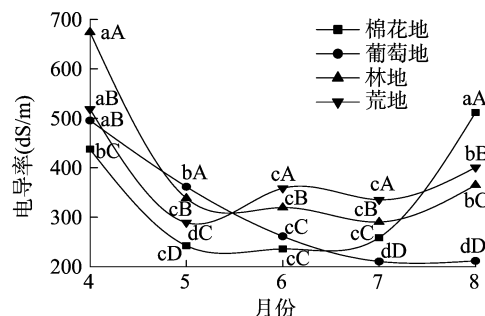


图3 不同土地利用类型土壤电导率的变化

### 2.4 不同土地利用类型土壤阳离子特征

2.4.1 钙离子 不同土地利用类型对盐碱地土壤  $\text{Ca}^{2+}$  含量的影响复杂,但其总体变化特征为:林地 > 葡萄地 > 荒地 > 棉花地。荒地土壤  $\text{Ca}^{2+}$  含量变化较大,呈“W”字形,即 4—5 月下降,5—6 月上升,6—7 月下降,7—8 月上升;在 4 月末林地的  $\text{Ca}^{2+}$  含量最高为 0.437 g/kg,显著高于棉花地、葡萄地、荒地;棉花地的  $\text{Ca}^{2+}$  含量在 4—7 月间下降,7—8 月上升。LSD 分析表明,在 5 月末,不同土地利用类型的  $\text{Ca}^{2+}$  含量均有显著差异,且棉花地、葡萄地、林地  $\text{Ca}^{2+}$  的含量显著高于荒地(图 4)。

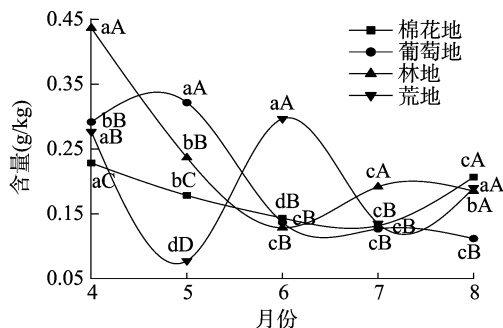


图4 不同土地利用类型土壤钙离子含量的变化

2.4.2 镁离子 荒地土壤  $\text{Mg}^{2+}$  含量在 4—8 月间的变化趋势呈“W”字形,即 4—5 月间  $\text{Mg}^{2+}$  含量下降,5—6 月升高,6—7 月下降,7—8 月升高;葡萄地土壤  $\text{Mg}^{2+}$  含量变化趋势恰好与荒地相反;棉花地和林地土壤  $\text{Mg}^{2+}$  含量呈“N”字形,即 4—5 月上升,5—6 月下降,6—8 月上升。4 月末,荒地土壤  $\text{Mg}^{2+}$  含量显著高于棉花地、葡萄地、林地;5 月末,棉花地土壤  $\text{Mg}^{2+}$  含量最高而荒地最小;6 月末,棉花地的土壤  $\text{Mg}^{2+}$  含量显著高于荒地,而葡萄地的  $\text{Mg}^{2+}$  含量显著低于荒地(图 5)。结果表明,不同土地利用类型下土壤  $\text{Mg}^{2+}$  含量变化的总体特

征为:棉花地>荒地>林地>葡萄地。由此可见,不同土地利用类型对盐碱地土壤  $Mg^{2+}$  含量影响较大。

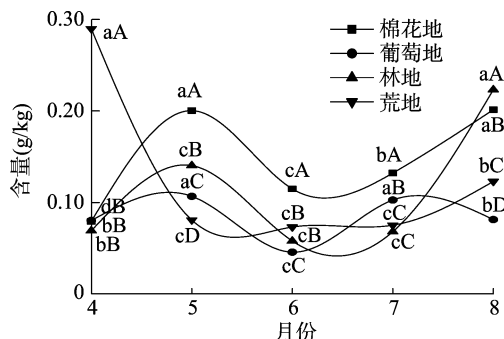


图5 不同土地利用类型土壤镁离子含量的变化

2.4.3 钠离子 不同土壤利用类型盐碱地土壤  $Na^+$  含量存在差异,其总体变化特征为:荒地>林地>棉花地>葡萄地。荒地土壤  $Na^+$  含量在每月月末都显著高于棉花地、葡萄地、林地;葡萄地、棉花地土壤  $Na^+$  含量变化趋势基本相同,在4—5月间土壤  $Na^+$  含量下降,6—7月间上升,7—8月间下降,除6月末外,其余每月月末的棉花地土壤  $Na^+$  含量显著高于葡萄地;林地土壤  $Na^+$  含量变化趋势与棉花地的恰好相反。但不同土地利用类型均能显著降低盐碱地  $Na^+$  含量,对土壤钠盐的控制有重要意义(图6)。

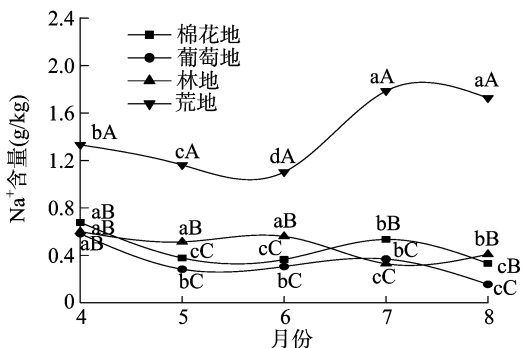


图6 不同土地利用类型土壤钠离子含量的变化

2.4.4 钾离子 土地利用类型对土壤  $K^+$  含量影响较大,不同土地利用类型下土壤  $K^+$  含量变化的总体特征为:荒地>棉花地>葡萄地>林地。荒地土壤  $K^+$  含量在5月末最小,且只小于棉花地,但没有显著性差异,其余4个月月末的荒地土壤  $K^+$  含量均显著高于棉花地、葡萄地、林地。葡萄地与林地土壤  $K^+$  含量变化趋势基本相同,为“N”字形,4月末林地土壤  $K^+$  含量略高于葡萄地,5月末林地与葡萄地土壤  $K^+$  含量相同,6—8月间的葡萄地土壤  $K^+$  含量显著高于林地(图7)。

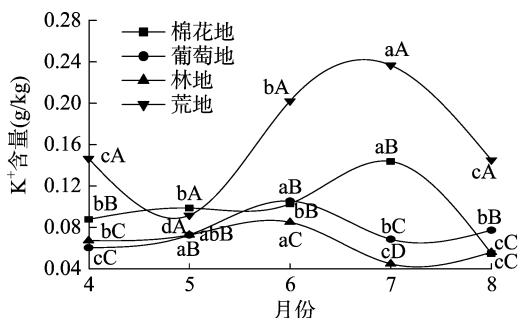


图7 不同土地利用类型土壤钾离子含量的变化

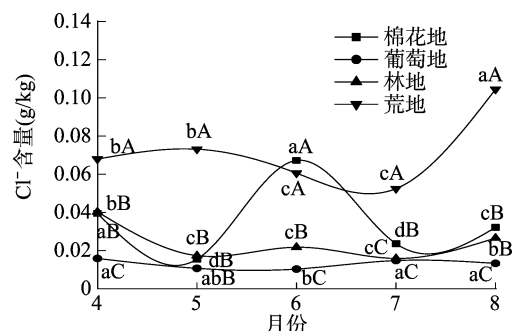


图8 不同土地利用类型土壤氯离子含量的变化

征为:林地>荒地>棉花地>葡萄地。荒地土壤  $SO_4^{2-}$  含量变化趋势为“W”字形,即4—5月下降,5—6月上升,6—7月下降,7—8月上升;葡萄地土壤  $SO_4^{2-}$  含量变化趋势与荒地相反,为“M”字形;棉花地土壤  $SO_4^{2-}$  含量的变化趋势为“N”形,即4—5月上升,5—6月下降,6—8月上升。在6月末,荒地土壤  $SO_4^{2-}$  含量显著高于棉花地、葡萄地、林地。*LSD* 分析表明,相同土地利用类型在不同月份间,其土壤  $SO_4^{2-}$  含量差异显著(图9)。

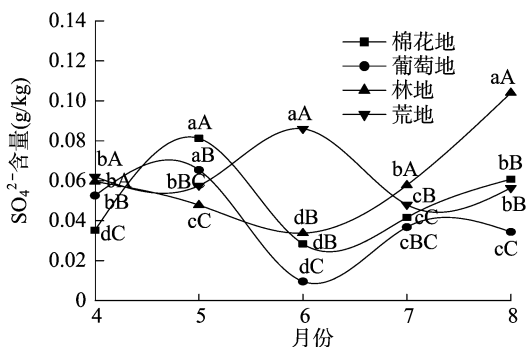


图9 不同土地利用类型土壤硫酸根离子含量的变化

## 2.5 不同土地利用类型下土壤阴离子的特征

2.5.1 氯离子 土地利用类型对土壤  $Cl^-$  含量有明显影响,不同土地利用类型下土壤  $Cl^-$  含量变化的总体特征为:荒地>棉花地>林地>葡萄地。棉花地与林地的土壤  $Cl^-$  含量变化趋势基本相同,为“W”形,即4—5月下降,5—6月上升,6—7月下降,7—8月上升。除6月末荒地土壤  $Cl^-$  含量显著低于棉花地外,其余4个月月末的土壤  $Cl^-$  含量均显著高于棉花地、葡萄地、林地(图8)。

2.5.2 硫酸根离子 土地利用类型对土壤  $SO_4^{2-}$  的含量影响复杂,不同土地利用类型下土壤  $SO_4^{2-}$  含量变化的总体特

2.5.3 碳酸氢根离子 荒地土壤  $HCO_3^-$  含量变化趋势为倒“V”字形,即4—6月上升,6—8月下降;林地土壤  $HCO_3^-$  含量变化趋势为“N”字形,即2—5月上升,5—6月下降,6—8月上升;棉花地与葡萄地土壤  $HCO_3^-$  含量变化趋势基本相同,为“W”字形,即4—5月下降,5—6月上升,6—7月下降,7—8月上升。5、6、7月月末的荒地土壤  $HCO_3^-$  含量显著高于棉花地、葡萄地、林地,而在8月末又显著高于荒地。不同土地利用类型下土壤  $HCO_3^-$  含量变化总体特征为:荒地>棉花地>林地>葡萄地(图10)。

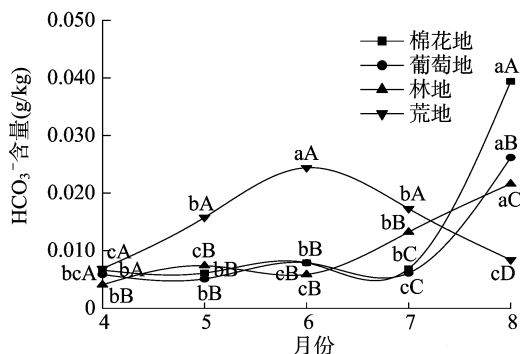


图10 不同土地利用类型土壤碳酸氢根离子含量的变化

2.5.4 碳酸根离子 4 种土地利用类型下的土壤  $\text{CO}_3^{2-}$  含量普遍较低,与棉花地、林地、葡萄地的土壤  $\text{CO}_3^{2-}$  含量相比,荒地土壤  $\text{CO}_3^{2-}$  含量相对较高。在葡萄地土壤中未检测到  $\text{CO}_3^{2-}$ ,林地和棉花地土壤  $\text{CO}_3^{2-}$  变化趋势完全重合,在 5、7、8 月月未检测到  $\text{CO}_3^{2-}$ ,荒地土壤  $\text{CO}_3^{2-}$  含量变化较大,但其含量很少(图 11)。

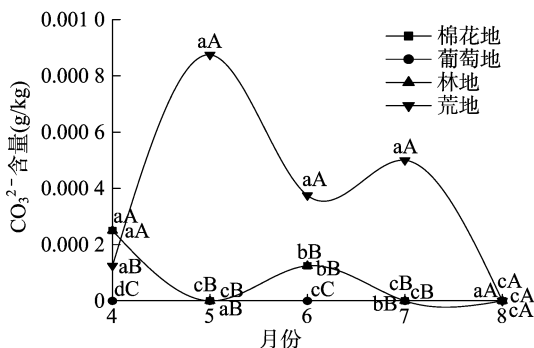


图11 不同土地利用类型土壤碳酸根离子含量的变化

### 3 讨论与结论

玛河流域中下游地区不同土地利用类型对盐碱地土壤水盐含量影响较大,且其随时间的动态变化特征颇为复杂。在 4—8 月间,棉花地、葡萄地、林地的土壤 pH 值显著低于荒地而含水率显著高于荒地,4 种土壤利用类型的土壤 pH 值变化趋势不一致。葡萄地土壤含水率在 6 月末最高。棉花地、林地、荒地的土壤电导率变化趋势相同,但总体以林地土壤电导率最高,葡萄地的最小。在不同的月份中,不同土地利用类型的土壤 pH 值、含水率、电导率变化较大。其原因可能与植物的根系发达程度和根系呼吸强度有关,不同植物在相同的时间中其根系发达程度和根系呼吸强度有差异,而根系越发达、根系呼吸强度越强,其产生的  $\text{CO}_2$  的含量就越多,对土壤 pH 值降低幅度也就越大<sup>[21]</sup>。而棉花地、葡萄地、林地的遮阴度较高,土壤蒸发量较小,因此这 3 种土地利用类型的土壤含水量显著高于荒地。

玛河流域中下游地区不同土地利用类型对盐碱地土壤八大离子含量影响较大,且在不同月份间,其含量动态变化特征也颇为复杂。土壤  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^{2-}$  的总体含量以荒地最大,葡萄地最小;土壤  $\text{K}^+$  的总体含量以荒地最大,林地最小;土壤  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  的总体含量以林地最高,但棉花地土壤  $\text{Ca}^{2+}$  总体含量最小,而葡萄地土壤  $\text{SO}_4^{2-}$  总体含量最小;土壤

$\text{Mg}^{2+}$  的总体含量以棉花地的最高,葡萄地的最小。玛河流域中下游地区不同土地利用类型下土壤八大离子含量在不同月份间变化较大,但葡萄地、林地、棉花地的离子含量均不同程度地小于荒地,这对该流域盐碱地的改良有积极作用。其原因可能与植物根系分泌物有关。有研究表明,不同植物的根系分泌物种类和数量差异很大,且在不同的生长发育阶段,其根系分泌物的种类和数量也不同<sup>[22-25]</sup>,植物为了适应不断变化的外部环境,其根系分泌物也在不断的发生变化<sup>[26]</sup>,其在缓解植物因矿物质营养胁迫方面有重要作用<sup>[23,27]</sup>。不同土地利用类型下的八大离子含量及其复杂的变化特征,可能与葡萄树、棉花、林地中不同植物在不同生长时期的根系分泌物的种类和数量有关,也可能与玛纳斯河流域中下游地区区域母质、水纹、土壤蒸发、蒸腾作用等有关。

本研究表明,玛河流域中下游地区不同土地利用类型下的土壤离子构成以  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  为主, $\text{HCO}_3^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  普遍缺乏,其总体含量依次为: $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^{2-} > \text{CO}_3^{2-}$ 。通过田间农作物和林地植物对土壤的长期影响,棉花地、葡萄地、林地的土壤 pH 值显著低于荒地而含水率显著高于荒地,其土壤八大离子含量也均不同程度地低于荒地,这对该流域盐碱地的改良、合理灌溉、科学施肥以及绿洲生态农业高效发展均有非常重要的意义。

### 参考文献:

- [1] 田长彦,周宏飞,刘国庆. 21 世纪新疆土壤盐渍化调控与农业持续发展研究建议[J]. 干旱区地理,2000,23(2):177-181.
- [2] 李玉义,张风华,潘旭东,等. 新疆玛纳斯河流域不同地貌类型土壤盐分累积变化[J]. 农业工程学报,2007,23(2):60-64.
- [3] 夏军,王绍明,朱宏伟,等. 玛纳斯河流域中下游土壤盐分空间变异性研究[J]. 新疆农业科学,2012,49(3):542-548.
- [4] 刘春卿,杨劲松,陈小兵,等. 新疆玛纳斯河流域灌溉水质与土壤盐渍状况分析[J]. 土壤,2008,40(2):288-292.
- [5] 艾尔肯·艾白不拉,徐海量,凌红波,等. 玛纳斯河流域土地利用与土壤类型空间分布的关系[J]. 安徽农业科学,2013,41(22):9275-9280.
- [6] Tischer A, Potthast K, Hamer U. Land-use and soil depth affect resource and microbial stoichiometry in a tropical mountain rainforest region of southern Ecuador[J]. Oecologia,2014,175(1):375-393.
- [7] 章明奎,徐建民. 利用方式和土壤类型对土壤肥力质量指标的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2002,28(3):277-282.
- [8] 邢尚军,张建锋,宋玉民,等. 黄河三角洲盐碱地不同土地利用方式下土壤化学性状与酶活性的研究[J]. 林业科技,2008,33(2):16-18.
- [9] 丁晨曦,李永强,董智,等. 不同土地利用方式对黄河三角洲盐碱地土壤理化性质的影响[J]. 中国水土保持科学,2013,11(2):84-89.
- [10] 张杰,陈立新,乔璐,等. 大庆市不同土壤类型盐碱化特征及评价[J]. 东北林业大学学报,2010,38(7):119-122.
- [11] 刘艳,宋同清,蔡德所,等. 喀斯特峰丛洼地不同土地利用方式土壤肥力特征[J]. 应用生态学报,2014,25(6):1561-1568.
- [12] 赖先齐,刘建国,张风华,等. 玛纳斯河流域绿洲农业弃耕地生态重建的研究[J]. 石河子大学学报(自然科学版),2004,22(1):27-31.

杨 燕,延晓惠,唐文浩.天然胶清基液肥的配备与应用研究[J].江苏农业科学,2017,45(8):249-252.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.08.067

# 天然胶清基液肥的配备与应用研究

杨 燕,延晓惠,唐文浩

(海南大学环境与植物保护学院,海南海口 570228)

**摘要:**用天然胶清作为液肥,合理利用资源,提高天然胶清利用率。选用白菜(*Brassica campestris* L.)、苋菜(*Amaranthus mangostanus* L.)作为验证材料,通过种子萌发、幼苗生长以及盆栽试验对胶清基液肥的肥效进行验证,研究了胶清作为液肥对 2 种蔬菜生长的影响。结果表明,不同胶清基液肥提高了种子发芽率,促进了幼苗生长;提高了 2 种蔬菜的营养品质,2 种液肥在稀释 100、500 倍时,与对照相比有显著性差异。胶清基液肥对蔬菜营养品质的影响大于对种子萌发和幼苗生长的影响。表明胶清可活化土壤,促进蔬菜生长,可作为液体肥料使用。

**关键词:**天然胶清;液肥;种子萌发;幼苗生长;品质

**中图分类号:**S145.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)08-0249-04

天然橡胶是海南热带农业的支柱型产业,天然橡胶树分泌出新鲜的胶乳经离心后,分成浓缩胶乳和胶清 2 个部分,浓缩胶乳早已被人们大量制成了橡胶制品贡献于社会,而对胶清的综合利用研究较少。有研究表明,天然橡胶胶乳的胶清浆液中含有有用的水溶性非橡胶组分,如天然蛋白质(肽类、Q-球蛋白)、糖类(蔗糖、葡萄糖、果糖等)、氨基酸(30 余种常见氨基酸)、有机酸(乙酸、甲酸、丙酸等挥发性脂肪酸)、矿

物质(N、P、K、Ca、Mg、Zn、S、Cu、Mn、Fe 等)、酶类(凝固酶、氧化酶、过氧化酶、还原酶、蛋白酶、尿素酶、磷脂分解酶等)、核苷酸、肌醇(白坚木皮醇等)、磷脂、植物生长促进物质(细胞分裂素、吡啶乙酸、脱落酸、赤霉素等)等天然植物精华<sup>[1]</sup>。试验证明,胶清液具有较好的吸水性、保水性和固沙效果,可作为水土保持材料<sup>[2]</sup>。乳清浓缩肥料对蔬菜,特别是叶菜类蔬菜生长有利<sup>[3]</sup>。

刘立云等对椰肉中氨基酸的成分进行研究,发现椰肉中 17 种氨基酸总质量分数在 3.58%~5.80% 之间,平均值为 4.29%<sup>[4]</sup>。氨基酸粉既可作为食品营养添加剂,也可用作叶面喷肥,还可用作饲料添加剂等<sup>[5]</sup>。

目前对天然胶清的利用研究较少,本试验以研究天然胶清作为液肥的肥效为目的,探讨天然胶清以及复配后的天然胶清基液肥在种子萌发、幼苗生长以及盆栽试验中对蔬菜品

收稿日期:2016-09-22

基金项目:“十二五”农村领域“863”计划(编号:2013AA102802)。

作者简介:杨 燕(1993—),女,江苏盱眙人,硕士研究生,主要从事林产品加工研究。E-mail:526564774@qq.com。

通信作者:唐文浩,博士,教授,主要研究方向为污染控制与资源化技术、环境生态工程。E-mail:twl1229@163.com。

[13]刘金荣,谢晓蓉,金自学,等.河西走廊干旱荒漠区盐碱化土地修复与调控研究——以石羊河灌区为例[J].中国地质灾害与防治学报,2005,16(4):89-92.

[14]亢 庆,张增祥,王长有,等.艾比湖绿洲农业区土地利用动态与盐碱化影响的遥感应用研究[J].农业工程学报,2006,22(2):73-78.

[15]杨玉建,杨劲松.基于 D-S 证据理论的土壤潜在盐渍化研究[J].农业工程学报,2005,21(4):30-33.

[16]乔冬梅,史海滨,霍再林.浅地下水埋深条件下土壤水盐动态 BP 网络模型研究[J].农业工程学报,2005,21(9):42-46.

[17]樊自立,马英杰,马映军.中国西部地区耕地土壤盐渍化评估及发展趋势预测[J].干旱区地理,2002,25(2):97-102.

[18]Hachicha M, Cheverry C, Mhiri A. The impact of longterm irrigation on changes of ground water level and soil salinity in northern Tunisia[J]. Arid Soil Research and Rehabilitation, 2000, 14: 175-182.

[19]颜 安,蒋平安,盛建东,等.玛纳斯河流域表层土壤盐分空间变异特征研究[J].土壤学报,2014,51(2):410-414.

[20]曹国栋,陈接华,夏 军,等.玛纳斯河流域边缘带不同植被类型下土壤物理性质[J].生态学报,2013,33(1):195-204.

[21]张鹏锐,李旭霖,崔德杰,等.滨海重盐碱地不同土地利用方式的水盐特征[J].水土保持学报,2015,29(2):117-121,203.

[22]何 欢,王占武,胡 栋,等.根系分泌物与根际微生物互作研究进展[J].河北农业科学,2011,15(3):69-73.

[23]刘洪升,宋秋华,李凤民.根分泌物对根际矿物营养及根际微生物的效应[J].西北植物学报,2002,22(3):693-702.

[24]Groleau - Renaud V, Plantureux S, Guckert A. Influence of plant morphology on root exudation of maize subjected to mechanical impedance in hydroponic conditions[J]. Plant and Soil, 1998, 201(2):231-239.

[25]Merckx R, Dijkstra A, den Hartog A, et al. Production of root - derived material and associated microbial growth in soil at different nutrient levels[J]. Biology and Fertility of Soils, 1987, 5(2):126-132.

[26]Wu Y X, Fang W P, Zhu S J, et al. The effects of cotton root exudates on the growth and development of *Verticillium dahliae* [J]. Frontiers of Agriculture in China, 2008, 2(4):435-440.

[27]Zhang F S, Ma J, Cao Y P. Phosphorus deficiency enhances root exudation of low - molecular weight organic acids and utilization of sparingly soluble inorganic phosphates by radish (*Raphanus sativus* L.) and rape (*Brassica napus* L.) plants [J]. Plant and Soil, 1997, 196(2):261-264.