

皖北亳州烟区机井地下水离子含量分析^①

郭 卢¹, 易 晨², 赵 安¹, 桑传杰¹, 张东后¹, 崔爱华¹,
李德成^{2*}, 宋效东², 刘 峰², 祖朝龙³, 姜超强³, 张 林³

(1 安徽省烟草公司亳州市公司, 安徽亳州 236000; 2 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008;

3 安徽省农业科学院烟草研究所, 合肥 233100)

Ion Contents of Pumping-well Underground Water in Bozhou of North Anhui

GUO Lu¹, YI Chen², ZHAO An¹, SANG Chuan-jie¹, ZHANG Dong-qi¹, CUI Ai-hua¹, LI De-cheng^{2*},
SONG Xiao-dong², LIU Feng², ZU Chao-long³, JIANG Chao-qiang³, ZHANG Lin³

(1 Bozhou Branch of Anhui Tobacco Corporation, Bozhou, Anhui 236000, China; 2 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), Nanjing 210008, China; 3 Institute of Tobacco Science, Anhui Agricultural Academy of Sciences, Hefei 233100, China)

摘 要: 钾低氯高是皖北烟叶的劣势, 皖北属旱作区, 农田灌溉主要靠机井地下水, 因此有必要摸清机井地下水中钾、氯等离子含量背景, 这是环境因子对烟叶品质影响的基础之一。对皖北现烟叶主产区亳州市谯城区的 81 个代表性机井地下水样的离子含量分析结果表明: ①阳离子中 Mg^{2+} (平均含量 463.7 mg/L) $> K^+$ (平均含量 1.15 mg/L) $> Ca^{2+}$ (平均含量 0.06 mg/L), 阴离子中 SO_4^{2-} (平均含量 230.5 mg/L) $> HCO_3^-$ (平均含量 52.8 mg/L) $> Cl^-$ (平均含量 8.9 mg/L); ②空间分布上, K^+ 是西北角高, Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 是西北和西南高, Cl^- 是西北高, SO_4^{2-} 是西部和东北高, HCO_3^- 是涡河北高于涡河南; ③现主要烟区为机井地下水高 Cl^- 地区, 灌溉时要控制适量浇水, 杜绝大水漫灌; 烟区种植区域调整可考虑向涡河以南的 Cl^- 低地区如大杨和赵桥等乡镇发展。

关键词: 离子; 机井地下水; 烟叶主产区; 亳州; 皖北

中图分类号: X-759

优质烤烟特点之一是钾高、氯低和高钾氯比^[1-6]。安徽亳州的烟草种植始于清乾隆三年(1738 年), 20 世纪 40—50 年代, 亳州烟草种植面积约 330 hm^2 , 是远近闻名的产区之一; 至 70 年代和 80 年代分别发展到约 8 000 hm^2 和 16 000 hm^2 , 年收购量曾达 4 000 万 kg, 成了安徽省的主要产烟区^[7-8]。

由于皖北地处黄泛冲积平原, 土壤碱性重, 氯含量高, 钾低氯高和低钾氯比, 烤烟品质不高, 工业需求不强, 导致烤烟种植面积萎缩。根据安徽省烟草公司亳州市公司烤烟种植面积资料, 亳州烤烟近年来种

植面积基本维持在 3 400 hm^2 左右, 收购量在 400 ~ 500 万 kg。因此如何通过提钾降氯达到提高烤烟品质是亳州烤烟未来发展的关键。

由于皖北属于黄淮海黄泛冲积平原区, 为旱烟种植区, 其与轮作作物的灌溉用水基本都是 20 ~ 30 m 深的机井地下水, 地下水类型主要是 HCO_3^- -Mg-Ca, 水中还有 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 K^+ 、 Na^+ ^②。烟叶大田种植期间, 一般需要灌溉 2 ~ 3 次, 一般采用沟灌方式; 而在其他作物如小麦或玉米种植期间, 需要灌溉 1 ~ 2 次, 一般采用漫灌方式。因此, 灌溉水是烟叶中钾和氯的

①基金项目: 安徽省烟草公司和安徽省烟草公司亳州市公司项目(20130551003) 资助。

* 通讯作者(dcli@issas.ac.cn)

作者简介: 郭卢(1961—), 男, 安徽亳州人, 硕士, 政工师, 长期从事烟叶生产管理和栽培研究。E-mail: bzyc8688@sina.com

②安徽省土壤普查办公室. 安徽土壤. 1990

外源之一，因此有必要摸清机井地下水中钾、氯等离子含量状况，这是研究其对烟叶品质影响的基础之一。但迄今关于我国烟区灌溉水钾和氯的研究甚少，仅有河南烟区灌溉水中氯含量的相关报道^[9-10]。因此，摸清皖北烟区机井地下水的离子组成及其空间分布特征，对于采取针对性的灌溉措施和调整烤烟种植区域，从而提高本地区烤烟的品质具有一定的积极意义。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

皖北现烟区主要集中在亳州市谯城区，谯城区位于 115°30′~116°05′E，33°25′~34°05′N，面积 2 226 km²，地处淮北平原北部，海拔介于 32~42 m，由西北向东南海拔逐渐变低。涡河横贯全境沟通淮水系，属暖温带半干旱气候，日照时数 2 508 h，年均气温 14.5℃，降水量 805 mm，水面蒸发量 1 748 mm，无霜期 209 天。谯城区耕地面积约 12.6 万 hm²，土壤类型主要是潮土(潮湿雏形土，面积 8.35 万 hm²)和砂姜黑土(潮湿变性土或变性潮湿雏形土，面积 4.25 万 hm²)，均为旱作，主要种植制度为小麦-玉米(大豆、棉花)轮作、中药材，烟田主要为烤烟-红薯套种，灌溉水源基本全是机井地下水。

1.2 机井地下水采样

机井地下水采样点位置确定主要是综合考虑土壤类型(依据谯城区 1:50 000 土壤图，制图单元为土种，30 个土种)以及烟田空间分布，确定了 81 个代表性田块(图 1，每个土种布采样点 3~4 个)，水样来自 81 个代表性田块附近的机井地下水(依据调查，地下水位一般在 20~30 m)，采样前先开机放水 1 min 后，然后用新抽上来水冲洗干净的容积为 1 L 的 PVC 塑料瓶，再盛满水样密封后尽快送回室内，保存在 2~5℃ 冷藏箱中待测，所有水样在 7 天内完成离子的测定。

1.3 测定项目和方法

水样测定在中国科学院封丘农田生态系统国家野外科学观测研究站进行，根据已有的皖北平原地下水中离子组成信息，确定的测定离子及其方法为：K⁺ 采用火焰光度计法，Cl⁻ 采用硝酸银滴定法，Ca²⁺、Mg²⁺、SO₄²⁻ 采用 EDTA 滴定法，HCO₃⁻ 采用酸碱指示剂滴定法^[10]。

1.4 制图与数据分析方法

描述性统计分析等主要采用 SPSS 20.0 计算。半方差函数拟合、空间预测制图等主要采用 GS+7.0 和 ArcGIS 10.0 软件进行。经 GS+ 软件自动拟合，水样点离子含量的块金常数 C₀ 与基台值 Sill 比例为 35%~65%，空间自相关程度均为中等。研究中采样点是基于土壤类型上随机布点，设定采样密度能满足较小尺度上离子含量空间变异性精度要求。

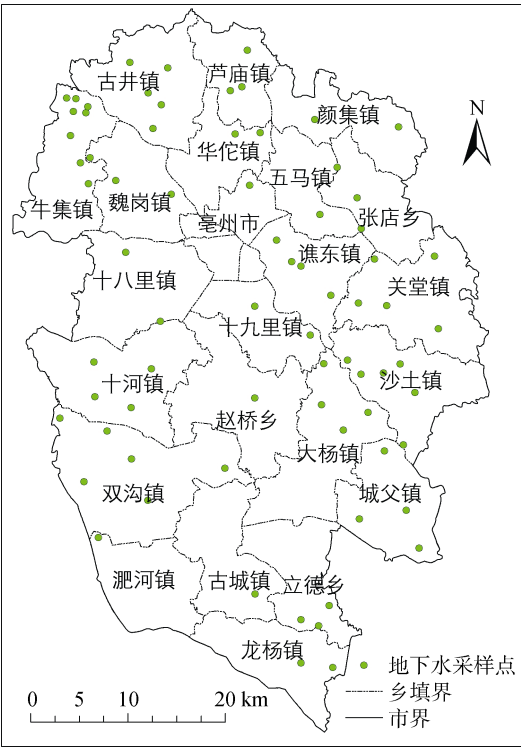


图 1 机井地下水采样点

2 结果与讨论

2.1 离子含量

表 1 为亳州烟区机井地下水离子测定结果。由表 1 中各类离子含量来看，水分类型以 SO₄-HCO₃-Mg 为主。阳离子中，以 Mg²⁺ 含量最高，变化范围为 0.3~1 923.8 mg/L，平均为 463.7 mg/L；其次是 K⁺，含量范围为 1~4 mg/L，平均为 1.15 mg/L；最低为 Ca²⁺，含量范围为 0~0.17 mg/L，平均为 0.06 mg/L。阴离子中，以 SO₄²⁻ 含量最高，范围为 36.2~1 071.2 mg/L，平均为 230.5 mg/L；其次是 HCO₃⁻，含量范围为 10.6~100.8 mg/L，平均为 52.8 mg/L；最低为 Cl⁻，含量范围为 2.2~25.6 mg/L，平均为 8.9 mg/L。

表 1 亳州烟区机井地下水离子含量 (mg/L)

离子	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
范围/平均值	1.00~4.00/1.15	0~0.17/0.06	0.3~1 923.8/463.7	10.6~100.8/52.8	2.2~25.6/8.9	36.2~1 071.2/230.5
标准差	0.45	0.03	383.5	17.0	6.6	191.6

从含量上看, 由于机井地下水中 K^+ 与 Ca^{2+} 含量低, 对烟叶吸收钾和钙营养作用相对较小。 Mg^{2+} 含量高说明亳州烟区不一定需要再额外施用镁肥, 这与刘国顺等^[11]在临近的河南烟区烤烟镁肥肥效不明显的结论较为一致。但由于 Mg^{2+} 与 K^+ 之间具有拮抗作用, 亳州烟区机井地下水高 Mg^{2+} 含量会在一定程度上抑制烤烟对土壤和水体中钾素的吸收, 从而不利于烤烟品质的提高。

机井地下水中 Cl^- (x) 与 SO_4^{2-} (y_1) 和 HCO_3^- (y_2) 含量之间均具有极显著的正相关性 ($y_1 = 31.653x^{0.876}$, $R^2 = 0.640^{**}$; $y_2 = 31.55x^{0.238}$, $R^2 = 0.229^{**}$, $n = 81$), 由于 Cl^- 与 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 之间具有的拮抗作用, 亳州烟区机井地下水高 SO_4^{2-} 和 HCO_3^- 含量, 会在一定程

度上抑制烤烟对土壤和水体中 Cl^- 的吸收, 这对提高烤烟品质有利。

2.2 离子含量空间分布

图 2 反映了机井地下水离子含量的空间分布, 可以看出, 总体上, K^+ 是西北部的牛集、古井、芦庙高 (这也是谯城区目前的主要烟区), 其他地区低; Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 空间分布类似, 是西北和西南高, 中间低; Cl^- 和 SO_4^{2-} 空间分布类似, 是西部高, 东北部次之, 中部最低; HCO_3^- 则是涡河北部高, 南部低。

2.3 讨论

中华人民共和国国家标准《食用农产品产地环境质量评价标准》(HJ332—2006)中推荐旱作农产品灌溉水氯含量 $<350\text{ mg/L}$ ^[12]。根据全国烟草种植区划报告,

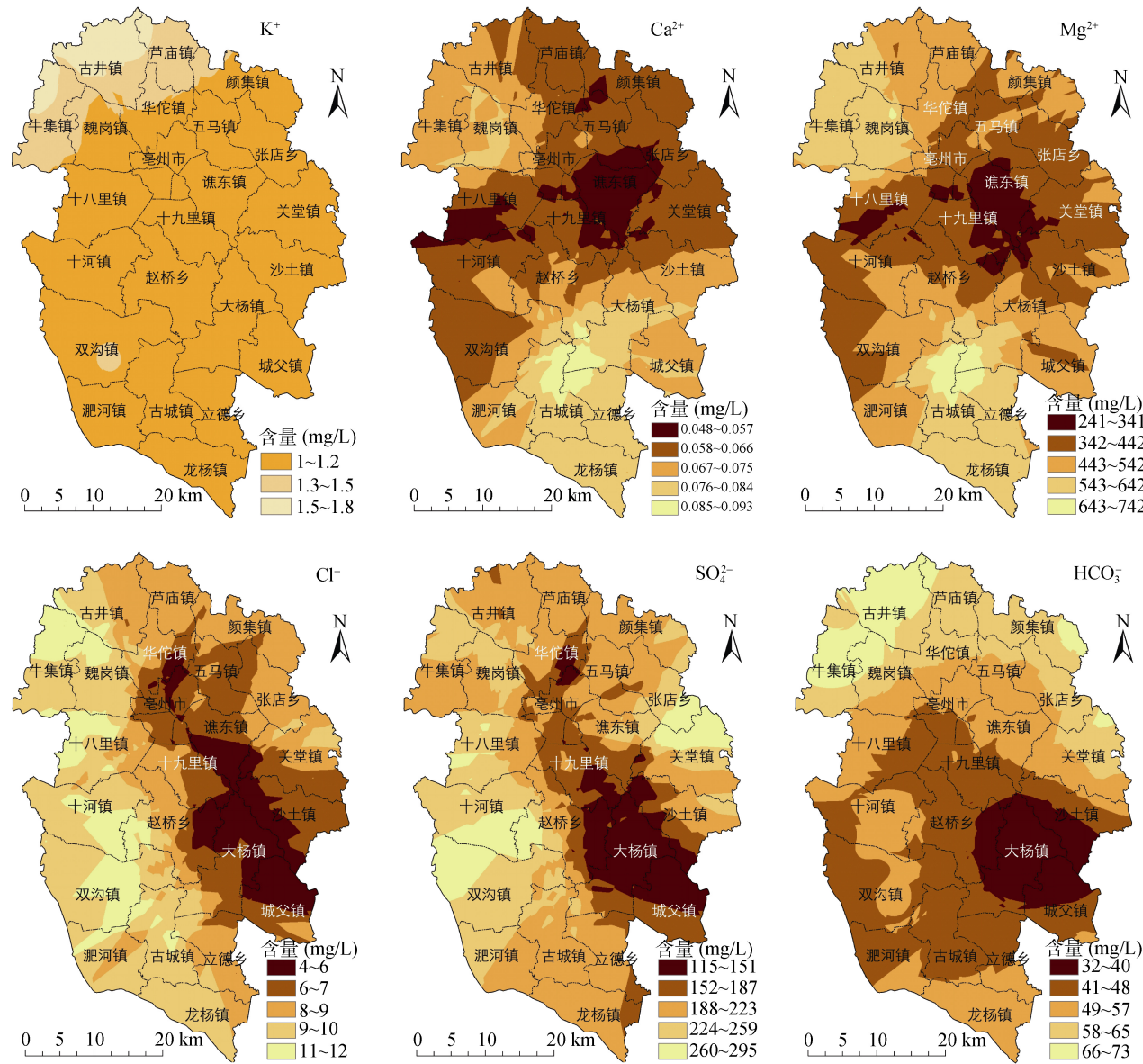


图 2 机井地下水离子含量空间分布

灌溉水中氯离子含量大于 30 mg/L 时会影响烟叶的燃烧性, 超过 45 mg/L 则会导致烟叶吸食时严重熄火。据此初定灌溉水氯含量 < 30 mg/L 的为适宜等级^[8, 13]。亳州烟区机井地下水 Cl^- 含量最高值为 25.6 mg/L, 尚属适宜灌溉水平。

皖北和河南、山东均属于我国的黄淮烟区^[13], 为国内水体含 Cl^- 高的烟区^[14]。2011—2012 年对山东省烟区机井地下水中 Cl^- 含量调查结果表明^[15], 其范围为 2.37 ~ 58.13 mg/L, 平均为 16.2 mg/L; 相关文献报道的河南南部 (豫南) 烟区地下水中 Cl^- 含量平均为 35.8 mg/L^[8-9]。相比之下, 亳州烟区机井地下水 Cl^- 含量平均为 8.9 mg/L, 低于山东烟区和豫南烟区, 说明亳州地区地下水中 Cl^- 对烤烟的影响比山东和豫南相对要低。但由于烤烟对氯具有奢侈吸收的特征^[16], 因此还是应注意机井地下水中 Cl^- 含量。

由于机井地下水中 K^+ 含量低, 因此如果仅从 Cl^- 含量空间分布考虑, 目前亳州烟区主要集中在西北地区的牛集、魏岗、古井、华佗、芦庙以及中西部的双沟等乡镇, 这些区域是机井地下水 Cl^- 含量高的地区 (图 2), 因此在灌溉时应杜绝大水漫灌, 尽可能采用滴灌或喷灌方式。另外, 在进行烟区种植区域调整时, 有条件的情况下, 可以考虑向机井地下水 Cl^- 含量低的地区发展, 如涡河以南的大杨 (现有小面积的烟田) 和赵桥等乡镇。

3 结论

(1) 亳州烟区机井地下水中, 阳离子以 Mg^{2+} 含量最高, 平均为 463.7 mg/L 其次是 K^+ , 平均为 1.15 mg/L; 最低为 Ca^{2+} , 平均为 0.06 mg/L。阴离子中以 SO_4^{2-} 含量最高, 平均为 230.5 mg/L; 其次是 HCO_3^- , 平均为 52.8 mg/L; 最低为 Cl^- , 平均为 8.9 mg/L。

(2) 空间分布上, K^+ 是西北角高, 其他地区低; Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 是西北和西南高, 其他地区低; Cl^- 是西部高, 东部低; SO_4^{2-} 是西部和东部高, 中间低; HCO_3^- 是涡河北部高, 南部低。

(3) 现主烟区为机井地下水高 Cl^- 区, 灌溉时要杜绝大水漫灌。烟区种植区域调整可考虑向涡河以北东部 Cl^- 低地区如大杨、赵桥等乡镇发展。

致谢: 感谢调查采样过程中亳州市土肥站和各烟站有关人员的大力支持和帮助!

参考文献:

- [1] 中国农业科学院烟草栽培所. 中国烟草栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005
- [2] 许自成, 李丹丹, 毕庆文, 殷英, 邢小军, 张晓兵. 烤烟氯含量与挥发性香气物质及感官质量的关系研究[J]. 中国烟草学报, 2008, 14(5): 27-32
- [3] 许自成, 郑聪, 李丹丹, 殷英, 邢小军. 烤烟钾含量与主要挥发性香气物质及感官质量的关系分析[J]. 河南农业大学学报, 2009, 43(4): 354-358
- [4] 冉法芬, 许自成, 李东亮, 戴亚, 唐士军, 王满. 我国主产烟区烤烟钾、氯、钾氯比与评吸质量的关系分析[J]. 西南农业学报, 2010, 23(4): 1 147-1 150
- [5] 窦玉青, 汤朝起, 王平, 刘伟. 北方烤烟钾氯含量及其与吸食品质的关系研究[J]. 中国农学通报, 2010, 26(17): 86-92
- [6] 阳苇丽, 王龙宪, 许自成, 李青常, 焦敬华, 牛慧伟. 烤烟钾、氯含量及钾氯比与烟气指标的关系分析[J]. 江西农业学报, 2011, 23(12): 109-112
- [7] 郑向铁, 孟庆雷. 亳州市烟区烤烟生产发展情况浅析[J]. 中国烟草, 1987(7): 20-22
- [8] 亳州广播电视台. 烟草[OL]. [2012-05-17] http://www.ahbztv.com/static/news/201205/17/n20505_1.shtml
- [9] 范艺宽, 张翔, 黄元炯, 宝德俊, 马京民. 河南烟区土壤和灌溉水氯含量状况评价[J]. 烟草科技/栽培与调制, 2003(8): 39-41
- [10] 宋守晔, 马京民, 吴振民, 陈玉平. 信阳市烤烟主产区灌溉水全盐量和氯含量现状分析[J]. 中国农学通报, 2004, 20(3): 141-142
- [11] 谢贤群, 王立军. 水环境要素观测与分析[M]. 北京: 中国标准出版社, 1998
- [12] 刘国顺, 符云鹏, 刘清华, 孙晓斌, 万会霞, 张涵. 镁肥施用量对烤烟生长及产量、质量的影响. 河南农业大学学报, 32(增刊), 1998: 34-37
- [13] 中华人民共和国环境保护部. 食用农产品产地环境质量评价标准(HJ 332-2006) [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2006
- [14] 王彦亭, 谢剑平, 李志宏. 中国烟草种植区划[M]. 北京: 科学出版社, 2010
- [15] 胡国松, 王志彬, 傅建政. 烟草施肥新技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000
- [16] 武小净, 李德成, 胡锋, 李辉信, 石屹, 徐宜民, 王程栋, 马兴华. 我国主要烟区灌溉水氯含量状况评价[J]. 土壤, 2013, 45(4): 759-762
- [17] 毛知耘主编. 中国含氯化肥[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 46-47