

氯在蔬菜作物上的研究进展

张兆辉¹, 汪李平², 陈龙英³

(1. 上海农业科学院 庄行综合试验站, 上海 201415; 2. 华中农业大学 园艺林学学院, 武汉 430070;
3. 上海农业科学院 园艺研究所, 上海 201106)

摘 要: 在国内外大量研究的基础上对氯离子的营养功能、在不同蔬菜中的含量和存在部位、对蔬菜作物的毒害以及对常见的几种蔬菜作物产量和品质的影响等几个方面做了详细阐述。同时, 对氯离子在蔬菜作物上的研究做了进一步展望。

关键词: 氯; 营养功能; 毒害

中图分类号: S 63 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001- 0009(2010)08- 0225- 05

氯是植物必需的微量元素之一, 其在植物体内有多种生理功能, 不仅影响植物的生长发育; 而且参与并促进植物的光合作用, 维持细胞渗透压, 保持细胞内电荷的平衡^[1-2]。在农业生产中, 人们比较关心的是植物和土壤中的氯^[3-4]。在一定范围内, 它能促进蔬菜作物的生长发育; 但当施用过量时, 它又抑制作物的正常生长, 产生一定氯毒, 致使作物减产或者绝产。刘刚^[5]指出, 氯肥(纯氯)每季每 667 m² 用量为 5~ 7.5 kg, 不宜超过 10 kg。其中 30% 作基肥, 70% 作追肥, 分 2~ 3 次追施。

此外, 国内外大量试验研究证明, 如果在蔬菜上施用适量的含氯肥料, 如氯化钾、氯化铵等, 可有效降低蔬菜尤其是叶菜类体内的 NO₃⁻ 含量^[6-7]。另外, 适量施氯还可提高蔬菜体内的 VC 含量、可溶性蛋白质含量以及糖酸比, 改善蔬菜品质。

1 氯的营养功能

1.1 氯在植物体中的生理功能

氯是植物必需的矿质元素之一, 它在植物体内的正常浓度为 0.2% ~ 2%, 有些耐氯的植物含氯量可高达 10% 以上^[8]。而植物在生长过程中对氯的需要量很少, 体内含氯一般在 0.1% 左右即可满足需要, 氯在植物体内发挥着不可替代的生理功能^[1]。

1.1.1 维持细胞渗透压, 保持电荷平衡 研究证明, 氯离子是维持植物细胞渗透压的主要离子, 能迅速穿过细胞膜, 很容易在细胞内外移动。氯离子是常见的中和电性的伴随阴离子, 随着植物对介质吸收阳离子量的增加, 氯离子在植物体内也不断积累^[3]。氯离子通过在植物体内的积累减少细胞内的渗透势, 从而增强细胞的水合作用和膨胀压力, 有利于植物从周围环境吸收水分,

提高植株的抗旱能力^[3,6]。

1.1.2 调节气孔运动 研究证明, 氯对气孔的开闭有调节作用, 植物表皮细胞中 Cl⁻ 的移动与气孔运动有密切的联系, 当气孔张开时, 保卫细胞液泡中的 Cl⁻ 浓度提高, 反之 Cl⁻ 浓度就会下降^[6]。一般认为, 这种细胞反应是由于保卫细胞中主要溶质 K⁺、Cl⁻ 和苹果酸根的不断积累, 其水势发生变化引起的。

1.1.3 参与光合作用 大量研究证明, 氯参与并促进植物的光合作用, 可促进光合磷酸化作用和 ATP 的合成, 是光合放氧所必需的^[9]。同时有资料表明^[9], 无论植物生长在缺氯还是过量氯的环境中, 在叶绿体内 Cl⁻ 的浓度仍保持在相对稳定的状态, 说明植物能调节叶绿体内的 Cl⁻ 的浓度, 以保证光合作用的正常进行。李廷轩等^[10]指出, 氯离子能通过调节气孔开闭来间接影响光合作用和植物生长。在光合作用过程中, 氯离子是光水解反应中一种重要的酶激活剂, 同时, 氯还可以促进辅酶 II 的还原, 控制气孔开闭, 维持细胞内电荷平衡^[3,7]。适量氯有利于 CO₂ 固定同化, 有利于碳水化合物形成^[4,6]。王少先等^[11]采用盆栽试验研究了不同施氯量对烟草植株光合作用的影响。结果表明, 随施氯量增加, 光合作用增强, 当达到 45 kg/hm² 时, 效果开始下降, 且每公顷施用 45 kg NH₄Cl 效果最好。肖丽等^[12]采用土培试验研究了氯胁迫对大白菜光合作用的影响, 结果表明, 高浓度氯胁迫显著降低净光合速率、气孔导度和蒸腾速率。有关氯在叶绿体内优先积累的研究结果, 也证明了氯与植物光合作用有着密切的联系。在缺氯条件下, 植物细胞的增殖速度降低, 叶面积减少, 生长量明显下降, 植物光合作用受到抑制叶片失绿坏死^[13]。

1.1.4 抑制植物病害 氯对抑制植物病害的发生有明显作用, 但其抑制植物病害的机理并不十分清楚。据研究, 目前至少有 10 种不同作物的 15 种叶、根病害因施氯而减轻, 如: 冬小麦全蚀病、条锈病, 春小麦叶锈病、枯斑

第一作者简介: 张兆辉(1982-), 男, 硕士, 研究实习员, 现主要从事西瓜栽培生理研究工作。
收稿日期: 2010- 01- 11

病, 大麦根瘤病, 玉米的茎枯病, 马铃薯的空心病、褐心病等^[3,6]。氯对病害的抑制作用可能是氯能抑制铵态氮素的硝化作用, 而使作物在吸收铵态氮的同时, 释放出大量氢离子, 提高土壤的酸度, 抑制了病菌微生物的滋生^[13-14]。另外 Cl^- 还能抑制植物对 NO_3^- 的吸收, 从而降低作物体内 NO_3^- 的浓度, 因此, 认为 NO_3^- 含量低的作物很少发生根腐病^[6]。Beatond 等^[16] 研究表明, Cl^- 存在能抑制硝化作用, 提高 NH_4^+ 的稳定性, 而大量的 NH_4^+ 减少了锰氧化微生物的数量。贾俊英等^[18] 研究表明, 黄瓜经过氯、钾离子共体诱导后其霜霉病的抗性有所提高。

1.1.5 是某些酶的活化剂, 也是某些激素的组成成分 氯在植物代谢过程中起着重要作用, 氯能激活天冬酰胺合成酶, 促进谷氨酸和天冬酰胺的合成; 淀粉酶的活性在氯存在的条件下明显提高^[6]。此外, 高浓度的氯能提高作物体内过氧化物酶活性, 影响细胞伸长, 抑制作物生长。刘洪斌等^[18] 试验结果表明, 氯离子胁迫烟草植株, 对植株体内的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和硝酸还原酶(NR)等的活性会产生不同的影响。刘国顺等^[19] 研究指出, 硝酸还原酶和乙醇酸还原酶活性均随 Cl^- 浓度的提高而降低。氯是植物体内某些激素的组分, 对植物的激素含量产生重大影响^[14]。从豌豆中分离到含有氯的生长素, 并证明是 4-氯-吲哚-3-乙酸。乙炔(C_2H_2) 含量变化也受 Cl^- 的促进, 甜瓜果实用 CaCl_2 处理与其它钙盐处理相比, 能使果实产生更多的乙烯, 从而使果实呼吸高峰期提早出现, 加速了果实的成熟, 促进了甜瓜果实的提早上市^[20]。李海云等^[21] 在研究含氯化肥对黄瓜叶片激素影响时指出, 施用含氯化肥使叶片中 ABA 和 IAA 含量升高, GA3 和 ZR 含量降低。

1.1.6 能促进氮素矿化, 从而抑制硝化作用 氯离子是植物体必需的微量元素之一, 在土壤中的氯离子通常被看作是惰性离子^[22]。在酸性土壤中, 氯离子可促进土壤中的矿化作用并抑制硝化作用, 土壤有机质中的氮通过矿化作用形成铵, 而铵态氮又可在硝化细菌的作用下形成硝态氮。卢红霞等^[14] 研究认为, Cl^- 对 NO_3^- 的吸收产生拮抗作用, 指出这是由于 Cl^- 使土壤中的铵态氮通过硝化作用形成 NO_3^- -N, 提高了作物的氮素利用率。由于氯离子能抑制亚硝酸极毛杆菌的活性, 因而形成的硝态氮明显减少, 在 0.2 mmol/L 时, 硫酸钾处理 1 kg 土壤可形成 11 mg, 而氯化钾和氯化钙已测不到硝态氮^[20]。有人测定了等氮量下不同氮肥品种在土壤中的硝态氮含量, 也以氯化铵处理形成最少, 而以尿素处理形成的最多^[20]。可见, 含氯化肥均能抑制硝化作用, 从而明显减少氮的损失, 对农业生产有着重要的意义。

1.1.7 能提高豆科作物根系结瘤固氮 研究表明, 适量氯对豆科作物根瘤数、根瘤重和根瘤的固氮活性有良好

的作用^[23]。花生在含有 100.0~400.0 mg/kg 氯离子时, 有利于根瘤生长和固氮, 当土壤中氯达到 600.0 mg/kg 时, 对根瘤的生长和固氮酶活性有明显的不良影响^[24]。

2 植物对氯的吸收机制

氯以 Cl^- 的形式通过根的营养吸收然后运输到植物体中的各个部分, 植物对氯的吸收属逆化学梯度的主动吸收过程。目前人们普遍认可的氯的吸收机制是 Witchell 的化学渗透模型^[6]。

植物对氯的吸收主要取决于介质中氯的浓度、光照、温度, 同时与植物释放的能量多少也有密切联系^[13]。一般而言, 介质中氯的浓度越高, 吸收速率越快, 光照和温度则促进 Cl^- 的吸收。介质中的其它阴离子如 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 等对氯的吸收都有一定的影响^[6]。氯在植物体内的移动与蒸腾作用也有密切的关系, 蒸腾量大的器官和组织含氯量较高, 所以, 植物叶片通常含氯大于籽粒^[15]。

由于氯在自然界中广泛存在容易被植物吸收, 大田生产中很少出现缺氯现象, 人们普遍担心的是氯过多会影响植物产量和品质, 导致土壤肥力下降^[3,15]。

3 氯对其它矿质元素营养平衡的影响

研究发现, 植物体需氯量是相对较少的, 因此, 氯的大量吸收, 对植株吸收利用氮、磷、钾、钙、镁、硅、硫、锌、锰、铁和铜等营养元素有一定的影响^[3]。氯与部分离子之间存在拮抗或促进作用, 如植株体内 NO_3^- 、 H_2PO_4^- 、 K^+ 、 Fe^{2+} 等的含量会受到氯离子浓度变化的影响。

3.1 氯对作物体内 NO_3^- 含量的影响

研究结果表明, 氯对 NO_3^- 的吸收有明显抑制作用, 当土壤中 Cl^- 浓度增加时, 作物对 NO_3^- 的吸收受到抑制, 作物体内的 NO_3^- 含量随施氯量的增加而降低, 尤其对蔬菜类作物, 对降低 NO_3^- 含量, 改善农产品品质有重要作用^[15,26]。氯在抑制 NO_3^- 吸收的同时, 还降低了作物体内硝酸还原酶的活性, 从而影响作物的生长发育^[3]。

3.2 氯对作物吸收磷的影响

氯对作物吸收利用磷的影响报道不一, 金安世^[28] 用营养液水培试验研究表明, 氯对稻根吸收 H_2PO_4^- 的影响比对 NO_3^- 的影响小的多, 只有在高氯情况下 H_2PO_4^- 含量才略有下降。刘洪斌等^[28] 研究表明, 萝卜茎叶和肉质根含磷量与施氯的量呈显著负相关; 卢红霞等^[14] 研究指出, Cl^- 不仅能抑制马铃薯根从溶液中吸收 H_2PO_4^- , 还能抑制 H_2PO_4^- 从根向地上部运输, 这种抑制效果随 Cl^- 浓度的增加而加强。

3.3 氯对作物吸收钾的影响

一般认为, 氯对植物吸收钾的影响呈协同作用, 在低氯浓度下, 植株汁液中的钾离子有随吸入氯离子的提高而增加的趋势。刘洪斌等^[29] 研究表明, 施氯能促进烤烟对钾的吸收, 指出含氯量在 160.0 mg/kg 以下的土壤

中,可获得优质的烤烟;但在高浓度 Cl^- 处理条件下,氯能干扰细胞的正常代谢,影响植物体对营养吸收,从而导致对钾吸收的减少。

4 氯在蔬菜体内的含量及分布

毛知耘等^[31] 研究表明,蔬菜作物体内氯含量的高低,因植物种类、生育期、土壤条件、施肥状况等因素的变化而变化。不同蔬菜含氯量有明显差异,同一作物各生育期和各器官中氯的含量也有较大变化,生育前期尤其是苗期含氯量较高。大多数作物茎叶含氯量与施氯量呈显著正相关,不同作物和植株各器官之间受施氯量而影响的程度有较大差别^[6]。

氯在蔬菜体内主要分布在茎秆和叶片等营养器官中,其含量占植株总含量的 80%~90%,根下部叶和老叶中的含量明显高于上部叶和嫩叶^[6]。氯在菠菜植株各部位的分布依此为:茎叶>根^[31];氯在莴苣中的分布依次为:叶>茎>根^[32];氯在西瓜地上部分的分布依次是:根部叶>茎秆>顶梢叶>果实,表明氯离子主要分布在西瓜的营养器官中,尤其是较老的组织^[15],这与其它结果研究相一致。氯在棉株各部位的分布,按含氯量的多少依次为:叶>铃壳>茎>根>棉籽>纤维^[33];氯在水稻植株各部位的分布依次为:茎叶>谷壳>糙米>根^[34];大豆、烟草、草莓、苋菜等植株体内氯分布规律也大致如此^[29, 35 36]。

5 过量氯对蔬菜作物的毒害

氯在大多数蔬菜作物体内积累过多都会对其产生毒害作用。氯的毒害作用主要是通过对细胞超微结构的破坏,从而危害蔬菜作物的生长发育^[6]。高浓度氯处理后,作物叶片内线粒体基质和脊结构易遭破坏,线粒体内膜变模糊,基质变浓,内膜和细胞壁肿胀变厚,细胞壁和质膜间出现稠密物,细胞膜系统受严重破坏^[14]。

当施氯超过作物耐氯临界值时,作物开始产生毒害症状,主要表现为生长缓慢,植株矮小、叶片少、叶色发黄,严重时叶尖呈灼烧状,叶缘焦枯,并向上卷筒,老叶死亡^[6]。但是由于土壤的含氯量、作物基因型不同,因此,作物的耐氯毒害值也应有所不同。卢红霞等^[14] 研究指出,加 Cl 溶液培养 40 d 左右,发现 Cl_3 和 Cl_4 处理使植株生长受到抑制,叶面积减小,下部叶发黄,并提前脱落,进而嫩叶也发黄。过量的氯影响小麦出苗,减少分蘖,穗短,成熟延迟^[37];玉米出苗推迟,叶尖呈黄褐色,大部分不抽雄^[38]。

6 氯对蔬菜作物产量和品质的影响

孙笑英^[39] 在草甸土上施用不同水平的氯对番茄进行试验,结果表明,施氯 200.0~600.0 mg/kg 的处理,番茄产量相当于对照的 98.5%~115.4%;可溶性糖相当于对照的 95.6%~96.6%。此外,虽然施氯 200.0~600.0 mg/kg 处理的植株含氯比对照增加了 28.8%~

91.8%,但是硝态氮的含量却比对照下降了 20.0% 左右,因而改善了番茄的品质。郑青松等^[41] 研究了不同水平氯对番茄干物质积累、叶绿素含量、 NO_3^- 、氮、磷、钾、钙和镁含量的影响,结果表明,一定范围(6.25~100.0 mmol/L)的外源氯处理,不降低番茄生物量甚至促进生物量,可明显提高番茄幼苗对钾、镁、磷的吸收和氮素的利用效率,而 300.0 mmol/L Cl^- 处理的幼苗干物质积累显著下降。

安景文等^[41] 通过盆栽试验研究氯对大白菜产量影响,结果表明,大白菜的耐氯临界值为 200.0 mg/kg,不影响其产量和品质。低氯可促进白菜对氮、钾的吸收,高氯则抑制其吸收。低氯对硝酸还原酶活性无不良影响,而高氯会抑制其活性。低氯对品质和产量无不良影响,但当氯离子浓度超过 200.0 mg/kg 时,对白菜的产量和品质均有一定的影响。龙明华等^[42] 研究表明,施氯 1.5 g/株可促进大白菜叶片的生长,提高净光合速率,使产量比对照提高 9.3%, NO_3^- 含量降低 13.9%,VC 含量提高 16.9%,糖酸比提高 37.6%,品质得到显著提高;高浓度处理则使植株生长受到抑制甚至遭受毒害,产量和品质明显下降。

刘洪斌^[28] 研究表明,萝卜在施氯 500.0 mg/kg 的条件下比对照增产 20.0% 左右,指出萝卜耐氯力是相当强的。随着施氯水平的提高,萝卜吸收的氯更多的分布于茎叶中,施氯 500.0 mg/kg 处理,茎叶中氯和根中氯分别占 81.0%、19.1%。可见萝卜吸收的氯大部分在茎叶。随着施氯水平的提高,可使萝卜硝态氮的含量明显下降,有利于萝卜品质的提高。

莴苣耐氯力弱,其耐氯临界值在 150.0~200.0 mg/kg 范围。魏世强等^[32] 研究表明,施氯 50.0~100.0 mg/kg 的处理,莴苣产量相当于对照的 97.7%~107.9%,而施氯 200.0 mg/kg 的处理,其产量仅相当于对照的 82.6%,但硝态氮的含量却下降了 40.6%。

张运经等^[43] 经过 8 a 的田间试验得出,在与有机肥及氮、磷肥配合施用的前提下,分不同阶段追施适量氯化钾,产量比对照提高 9.7~15.6%,含糖量提高 1.4%~1.7%,并初步认为西瓜并非是绝对忌氯蔬菜。王芳等^[15] 研究结果表明,施用适量的氯化钾对西瓜糖分含量有所改善。当氯化钾用量达到 225.0 kg $\text{K}_2\text{O}/\text{hm}^2$ 时,总糖分的含量提高到了 9.2%;同时还指出施用适量的氯化钾可以显著提高西瓜产量,施用氯化钾可以显著提高西瓜产量,在 150.0 kg $\text{K}_2\text{O}/\text{hm}^2$ 用量下,增产率可达 19.5%~36.4%。

汪吉东等^[44] 采用砂培试验的方法研究了外源氯对库拉索芦荟品质的影响,其结果表明,硝酸盐主要分布在根系和功能叶上,施氯 ≤ 50.0 mmol/L 时,硝酸盐含量均显著低于对照;随浓度升高,可溶性蛋白的含量显著

增加, 游离氨基酸含量没有明显变化。

7 氯营养分子生物学方面的研究

Diedhiou C J 等^[45]研究了盐胁迫条件下水稻的氯离子通道, 通过 PCR 技术分析了不同 Cl^- 浓度对 OsCLC1 基因表达的影响和对细胞超微结构的影响。李海云等^[21]通过电镜观察了黄瓜叶绿体的超微结构, 研究表明, 含氯化肥影响黄瓜叶片叶绿体的形状和淀粉粒的体积以及破坏了叶绿体基粒的片层结构。White and Broadly^[46]研究认为 Cl^- 进入液泡后常与膜上质子泵 $\text{H}^+ 3\text{ATP}$ 酶和 $\text{H}^+ - \text{PP}$ 酶驱动的 H^+ 跨膜转运在一起, 这一过程一般是通过膜上的 Cl^- / H^+ antiporter 来完成或通过阴离子 (Cl^-) 通道来实现。Hechenberger^[47]等从拟南芥中克隆出 4 个 CLC 的家族成员, 并首次将它的基因作为表达序列标签。这说明对 Cl^- 的研究已不仅仅局限于单纯的 Cl^- 生理生化的研究, 已开始向分子方向发展。

参考文献

- [1] 毛知耘, 周则芳, 石孝均, 等. 植物氯素营养与含氯化肥施用[J]. 中国工程科学, 2000, 6(2): 64-66.
- [2] 於丙军, 刘友良. 植物中的氯、氯通道和耐氯性[J]. 植物学通报, 2004, 21(4): 402-410.
- [3] 陆景陵. 植物营养学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1994.
- [4] 黄建国. 植物营养学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 2004.
- [5] 刘刚. 蔬菜适量施氯效果好[J]. 北京农业, 2006(11): 14.
- [6] 毛知耘, 李家康. 中国含氯化肥[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 49-50.
- [7] 刘春生, 李西双. 氯对植物的营养功效、毒害及含氯化肥的合理施用[J]. 山东农业大学学报, 1996, 27(1): 118-121.
- [8] Von Uexkull H R. Chloride in the nutrition of coconut and oil palm. Transactions. 4th Int [J]. congress of Soil Sci 1990, IV (12): 118.
- [9] Maas E V. Physiological response of plants to chloride. In chloride in crop production [J]. Potash and Phosphate Institute Spec. Bull, 1986, 4(2): 20.
- [10] 李廷轩, 王昌全, 马国瑞, 等. 含氯化肥的研究进展[J]. 西南农业学报, 2002, 15(2): 86-91.
- [11] 王少先, 李再军, 徐艳芬, 等. 施氯对烟草植株光合作用的影响[J]. 中国农学通报, 2006, 22(9): 229-232.
- [12] 肖丽, 高瑞凤, 隋方功. 氯胁迫对大白菜幼苗叶绿素含量及光合作用的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2008(2): 44-47.
- [13] H. 马斯纳. 高等植物的矿质营养[M]. 曹一平译. 北京: 北京农业大学出版社, 1991: 202-207.
- [14] 卢红霞, 马国瑞. 氯对马铃薯的某些生理效应及对土壤中氮肥行为的影响[D]. 杭州: 浙江大学, 2001: 5-6.
- [15] 王芳, 金继运. 氯化钾对西瓜产量品质和土壤中氯离子残留的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2006.
- [16] Beaton, et al. The chloride component of fertilizers can be beneficial. Third chemical congress of North America, 1998(6): 5-10.
- [17] 贾俊英, 云兴福, 马立国, 等. 氯钾离子共体诱导后黄瓜叶片中细胞壁降解酶活性分析[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2004, 25(3): 52-56.
- [18] 刘洪斌, 毛知耘. 烤烟的氯素营养与含氯钾肥施用[J]. 西南农业学报, 1997, 10(1): 102-107.
- [19] 刘国顺, 李姗姗, 位辉琴, 等. 不同浓度氯营养液对烤烟叶片生理特

性的影响[J]. 华北农学报, 2005(2): 72-75.

- [20] 马国瑞. 含氯化肥使用新技术[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1994: 2-59.
- [21] 李海云, 王秀峰, 魏珉, 等. 含氯化肥对黄瓜叶片激素含量及叶绿体超微结构的影响[J]. 园艺学报, 2003, 30(5): 598-600.
- [22] 程国华, 郭树凡, 薛景珍. 长期施用含氯化肥对土壤酶活性的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 1994, 25(4): 360-365.
- [23] 薛景珍, 郭树凡, 程国华, 等. 长期施用含氯化肥对土壤微生物区系及固氮细菌生理群的影响[J]. 土壤通报, 1995, 26(3): 135-138.
- [24] 谭充阳. 花生施用含氯化肥对产量品质的影响[J]. 土壤肥料, 1994(5).
- [25] 石文靖. 氯化铵对几种蔬菜产量品质的影响研究[J]. 土壤肥料, 1991(2): 4-7.
- [26] 孙芙英. 黄瓜耐氯临界值试验报告[J]. 辽宁农业科学, 1992(2): 39-41.
- [27] 金安世, 郭鹏程, 张秀英. 氯对作物养分离子吸收与酶活性的影响[J]. 土壤通报, 1993(1): 35-36.
- [28] 刘洪斌, 周则芳. 萝卜耐氯临界值研究[J]. 西南农业大学学报, 1990(6): 647-649.
- [29] 刘洪斌, 毛知耘. 氯和钾营养对烤烟产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 1995(1): 57-63.
- [30] 毛知耘. 论植物氯素营养与含氯化肥施用[J]. 化肥工业, 1998(3): 10-18.
- [31] 刘洪斌, 周则芳. 菠菜耐氯临界值研究[J]. 西南农业大学学报, 1990(6): 650-651.
- [32] 魏世强, 周则芳, 刘陈. 氯对莴苣产量品质的影响及耐氯临界值的研究[J]. 土壤通报, 1990(6).
- [33] 唐年鑫, 沈金雄, 陈少三. 作物对氯吸收利用与分布特点的研究[J]. 核农学通报, 1996, 17(6): 273-277.
- [34] 安景文. 氯对水稻养分吸收及酶活性影响研究[J]. 土壤通报, 1992(6): 263-265.
- [35] 李金凤, 郭鹏程, 王德清. 氯对大豆生长发育及产量和品质的影响[J]. 土壤通报, 1989, 20(2): 80-82.
- [36] 潘家荣, 刘保军, 张希忠, 等. 利用同位素示踪法对含氯化肥后效的研究[J]. 核农学通报, 1991, 12(4): 182-184.
- [37] 李书田. 氯对冬小麦和水稻毒害敏感期地研究[J]. 土壤肥料, 1996(4): 5-9.
- [38] 刘清萍, 刘立新. 玉米的耐氯临界浓度研究[J]. 土壤肥料, 1990(6): 14-18.
- [39] 孙芙英. 番茄耐氯临界值研究报告[J]. 辽宁农业科学, 1990(4): 44-44.
- [40] 郑青松, 杜爽, 刘兆普, 等. 外源氯对番茄幼苗生长及养分吸收、利用的影响[J]. 园艺学报, 2006, 33(4): 849-852.
- [41] 安景文, 马俊永. 白菜的耐氯临界值研究[J]. 辽宁农业科学, 1998(2): 13-15.
- [42] 龙明华, 廖勇, 黎晓峰, 等. 施氯对大白菜生长和品质的影响[J]. 广西农业生物科学, 2005, 24(1): 43-47.
- [43] 张运经, 孙继平, 唐先维. 西瓜施用氯化钾效果探析[J]. 湖北农业科学, 1997(6): 27-29.
- [44] 汪吉东, 郑青松, 刘兆普, 等. 外源氯对库拉索芦荟生长及品质的影响[J]. 西北植物学报, 2006, 26(6): 1201-1205.
- [45] Diedhiou C J, Gollack D. Salt-dependent regulation of chloride channel transcripts in rice [J]. Plant Science, 2006, 170: 793-800.
- [46] White P J, Roadley M K. Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review [J]. Ann Bot, 2001, 88: 967-988.
- [47] Hechenberger M, Schwappach R, Fischer W N, et al. A family of putative chloride channels from Arabidopsis and functional complementation of a yeast strain with a CLC gene disruption [J]. J Biol Chem, 1996, 271: 33632-33638.

内蒙古黑里河自然保护区野菜资源研究

唐立红¹, 赵晓明², 牛林龙³, 张书理⁴

(1. 赤峰学院 生命科学系, 内蒙古 赤峰 024000; 2. 宁城县林业局, 内蒙古 宁城 024000;
3. 内蒙古黑里河国家级自然保护区管理处, 内蒙古 赤峰 024219; 4. 赤峰市林业局, 内蒙古 赤峰 024000)

摘 要: 通过野外考察、标本采集、分类鉴定和查阅文献资料, 初步确认黑里河自然保护区有野生蔬菜 118 种, 隶属 35 科 77 属。阐述了 118 种野生蔬菜的生活环境、食用部位和采收季节。分析了野菜资源的利用现状和进一步开发存在的问题。

关键词: 黑里河自然保护区; 野菜资源; 开发利用; 内蒙古
中图分类号: S 647(226) **文献标识码:** A **文章编号:** 1001- 0009(2010)08- 0229- 04

由于野生蔬菜具有天然纯净、营养价值高、保健功能强、风味独特鲜美等优点^[1], 近年来受到人们的青睐, 野生资源的开发利用也成为当今集社会、经济、生态和创汇等综合效益于一体的低投入、高产项目。黑里河自然保护区蕴藏着丰富的野菜资源, 为进一步开发利用提供依据, 在前人工作基础上, 于 2004 年 7 月至 2008 年 7 月对该保护区的野菜资源进行了调查研究。

1 自然概况及植被特点

黑里河自然保护区位于内蒙古赤峰市宁城县的西南部, 地处燕山山脉北麓七老图山中段, 总面积 27 638 km², 地理坐标为 118°16′~ 118°30′E, 41°20′~ 41°35′N, 海拔 770~ 1 836 m。保护区为华北平原向内蒙古高原过渡的山丘

地带, 其气候特征是夏季短促而炎热, 冬季漫长而严寒, 年平均气温 4. 8℃, 1 月份最冷, 平均气温- 10. 4℃; 7 月份最热, 平均气温 21. 7℃, 年有效积温 2 000~ 3 000℃。无霜期 110 d 左右, 冻土厚度 150~ 200 cm。受山体台高和森林植被的影响, 雨量充沛, 年降水量 500~ 750 mm, 且多集中于 7~ 8 月份。冬季积雪通常 190 mm, 年蒸发量 2 000 mm^[2]。区内植物资源丰富; 优势现象明显; 地理成分复杂; 起源古老; 保存了许多残遗植物; 是不可多得的生物基因宝库^[3]。

2 野菜种类及生境

经过野外考察、采集标本、分类鉴定^[4]和查阅文献资料^[5,7], 初步确认黑里河自然保护区有野生高等植物 953 种, 其中可食野菜 118 种, 隶属 35 科、77 属, 见表 1。

3 利用现状及进一步开发建议

野生蔬菜营养价值和医疗保健功效均高于常见栽培蔬菜, 近年来国内外消费市场供不应求, 特别是日本、西欧和东南亚地区进口额成倍增加, 售价不断上涨^[8]。野菜资源的开发利用不仅可繁荣蔬菜市场, 满足人们的

第一作者简介: 唐立红(1964-), 女, 内蒙古赤峰人, 教授, 现主要从事植物学教学和科研工作。E-mail: tlh897@sohu.com。
通讯作者: 张书理(1963-), 男, 博士, 高级工程师, 现从事野生动植物保护研究及自然保护区建设管理工作。
收稿日期: 2009- 12- 27

Research Progress of Chlorine on the Vegetable Crops

ZHANG Zhao-hui¹, WANG Li-ping², CHEN Long-ying³

(1. Comprehensive Experimental Station, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai, 201415; 2. College of Forestry and Horticulture, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei, 430070; 3. Horticulture Research Institute, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201106)

Abstract: A large number of studies at home and abroad on the basis of the nutritional function of chloride ion, in various vegetables in the content and the existence parts, on the vegetable crops poisoning, and effect on yield and quality of several common vegetable crop were explained. Meanwhile, the research of chloride ion in vegetable crops was expected.

Key words: chlorine; nutritional function; toxicity