

营养液浓度对水芹产量和品质的影响

李政璞^{1,2} 佟静^{2,3} 王丽萍¹ 季延海^{2,3} 王宝驹^{2,3} 武占会^{2,3} 王素娜^{1*}

(¹河北工程大学园林与生态工程学院, 河北邯郸 056038; ²北京市农林科学院蔬菜研究中心, 北京 100097; ³农业农村部华北都市农业重点实验室, 北京 100097)

摘要: 营养液浓度直接影响着水培蔬菜的产量与品质。本试验研究不同浓度的营养液处理对水芹生长品质和产量的影响, 以筛选适宜温室水培水芹生长的营养液浓度。结果表明: 随着营养液浓度的增加, 水芹生物量、叶绿素含量、光合参数、总黄酮、VC、可溶性蛋白含量等指标呈现先升高后降低的趋势, 其中 1.5 倍营养液浓度处理表现最佳, 能够提高水芹整体品质与产量。

关键词: 水芹; 营养液浓度; 品质; 产量

无土栽培作为一种重要的设施园艺栽培技术, 现已经被广泛应用于蔬菜栽培尤其是绿叶蔬菜的高效生产 (Kotsirasa et al., 2002)。由于水培植株的养分供给是通过营养液提供 (郭世荣, 2003), 因此营养液配方与其浓度对植株生长起着重要作用 (范双喜和伊东正, 2002)。倪纪恒等 (2011) 和李邵等 (2011) 研究表明, 在适宜范围内提高营养液浓度可以改善黄瓜品质, 提高产量。过高的营养液浓度会抑制植株的生长, 降低产量 (Savvas & Lenz, 2000; Li & Stanghellini, 2015)。别之龙等 (2005)、王瑞等 (2016) 研究表明, 营养液浓度的提高会增加叶用莴苣 (生菜) 植株体内硝酸盐的累积, 也会导致菠菜品质下降。营养液浓度过低会使网纹甜瓜营养不良, 产量降低 (林多等, 2007)。因此, 科学化管理营养液浓度有利于促进蔬菜的生长发育。

水芹 (*Oenanthe javanica*) 为伞形花科多年水

生宿根草本植物, 在全国各地均有分布, 主要生长在潮湿的地方; 色泽翠绿鲜艳, 具有较高的营养价值和经济价值, 深受人们喜爱。目前关于水芹水培过程中营养液浓度的相关研究较少。本试验探究了不同营养液浓度对水芹生长、产量和品质的影响, 以期确定栽培水芹所适宜的营养液浓度, 为建立优质、高产的温室水芹水肥运筹系统提供理论基础和技术依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2019 年 8—11 月在北京市农林科学院蔬菜研究中心温室中进行。供试水芹品种为日本水芹。

供试营养液大量元素采用山崎鸭儿芹营养液配方 (郭世荣, 2003): $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 236 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, KNO_3 708 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 192 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 246 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。微量元素采用 Arnon 营养液通用配方 (刘增鑫, 1994): $\text{Na}_2\text{Fe-EDTA}$ 30 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.13 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, H_3BO_3 2.86 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.22 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.08 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 0.02 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

本试验以营养液的初始浓度 (EC 值 2.0 $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$) 作为对照 (CK) 进行调整, 共设 3 个处理, 即 T1、T2、T3, 分别为初始营养液浓度的 0.5 倍

李政璞, 女, 硕士研究生, 主要从事设施园艺与无土栽培研究, E-mail: 2686698680@qq.com

* 通信作者 (Corresponding author): 王素娜, 女, 博士, 讲师, 主要从事设施蔬菜无土栽培与病虫害防治研究, E-mail: wang-suna@163.com

收稿日期: 2020-04-26; 接受日期: 2020-08-07

基金项目: 国家特色蔬菜产业技术体系项目 (CARS-24-B-02), 河北省自然科学基金资助项目 (C2019402430), 邯郸市科技计划专项 (19422011008-44)

(EC 值 $1.6 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$)、1.5 倍 (EC 值 $2.2 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$)、2.0 倍 (EC 值 $2.5 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$)。8 月 10 日播种, 在气候培养箱中培养, 2 周后发芽。8 月 30 日左右幼苗三叶一心时, 每个处理选取长势均匀一致的水芹苗, 以株距 4 cm, 行距 7 cm 均匀定植到有循环装置的 100 L 周转箱 (72 孔塑料盖板) 上, 每个处理的试验面积为 1.5 m^2 , 每个处理 3 次重复。试验期间每 10 d 更换 1 次营养液; 每 7 d 测 1 次营养液的 EC 值和 pH 值, 营养液 pH 值维持在 6.0 ± 0.2 之间。

待定植 35 d 后, 每个处理选取 20 株长势一致的水芹植株测定生长指标、生理指标及品质指标。

1.2 测定指标

1.2.1 生长指标测定 用游标卡尺测量水芹的株高、假茎粗, 以及从上往下数第 3、4 片叶的叶片长、叶片宽; 统计叶片数和分蘖数 (植株接近地面处所产生的分支数); 采用电子天平测定地上部、根和全株鲜质量, 再在 $105 \text{ }^\circ\text{C}$ 下杀青 15 min, $75 \text{ }^\circ\text{C}$ 烘干至恒重, 测定地上部、根和全株干质量。以收获单个营养液栽培盘 (72 孔, 面积为 0.3512 m^2) 内的水芹质量 (kg) 为产量, 并计算每 667 m^2 产量。

667 m^2 产量 = 单个营养液栽培盘收获水芹产量 \times $667/0.3512$

1.2.2 生理指标测定 选取植株从上往下数第 4~5 片功能叶片, 采用乙醇浸提比色法测定叶片光合色素含量 (李合生等, 2000); 使用 Epson Perfection V 800 Photo 根系扫描仪测定根系结构, 包括总根

长、总表面积、平均直径、根系总体积及根尖数; 使用 LI-6400XT 便携式光合测定系统进行光合指标测定, 测定时间为 9:00—11:00, 选取从上向下数第 4~6 片的叶片, 每个处理测定 5 株。

1.2.3 品质指标测定 采用 2,6-二氯酚靛酚比色法测定 VC 含量 (刘春生和杨守祥, 1996); 采用考马斯亮蓝比色法测定可溶性蛋白含量 (赵世杰等, 1998); 采用紫外分光光度法测定总黄酮含量 (邓斌等, 2008) 及硝酸盐含量 (中华人民共和国农业行业标准 NY/T 1279—2007)。

1.3 数据处理

采用 Microsoft Excel 2010 软件处理试验数据及作图, 运用 SPSS 17.0 软件进行单因素方差分析, Duncan 检验差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同营养液浓度对水芹生长指标的影响

从表 1 可以看出, 随着营养液浓度的升高, 水芹的株高、茎粗、叶片长、叶片宽、叶片数、分蘖数均呈先上升后下降的趋势。T2 处理的水芹株高和茎粗最大, 显著高于 T1、CK、T3 处理, 分别增加了 19.8%、10.6%、30.7% 和 20.5%、6.8%、11.9%; T2 处理的叶片长、叶片宽和叶片数也最大, 但仅显著高于 T3 处理。T2 处理的分蘖数最多, CK 次之, T3 处理最低。

2.2 不同营养液浓度对水芹干、鲜质量的影响

由表 2 可知, 不同浓度的营养液处理对水芹生物量影响显著, T2 处理的水芹全株鲜质量和干质

表 1 不同营养液浓度对水芹生长指标的影响

处理	株高/cm	茎粗/cm	叶片长/cm	叶片宽/cm	叶片数/片	分蘖数/个
T1	$32.00 \pm 0.58 \text{ c}$	$0.39 \pm 0.01 \text{ d}$	$5.67 \pm 0.60 \text{ ab}$	$3.73 \pm 0.33 \text{ ab}$	$14.00 \pm 1.53 \text{ a}$	$14.67 \pm 1.33 \text{ c}$
CK	$34.67 \pm 0.67 \text{ b}$	$0.44 \pm 0.02 \text{ b}$	$6.67 \pm 0.67 \text{ ab}$	$3.97 \pm 0.26 \text{ ab}$	$14.33 \pm 1.76 \text{ a}$	$15.33 \pm 0.88 \text{ b}$
T2	$38.33 \pm 0.88 \text{ a}$	$0.47 \pm 0.03 \text{ a}$	$7.83 \pm 0.88 \text{ a}$	$4.57 \pm 0.22 \text{ a}$	$15.33 \pm 0.33 \text{ a}$	$17.67 \pm 0.67 \text{ a}$
T3	$29.33 \pm 0.88 \text{ c}$	$0.42 \pm 0.04 \text{ c}$	$5.00 \pm 0.58 \text{ b}$	$3.47 \pm 0.09 \text{ b}$	$12.00 \pm 1.00 \text{ b}$	$13.33 \pm 0.33 \text{ d}$

注: 表中同列数据后不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 下同。

表 2 不同营养液浓度对水芹干、鲜质量的影响

处理	鲜质量/g			干质量/g			产量/ $\text{kg} \cdot (667 \text{ m}^2)^{-1}$
	地上部	根	全株	地上部	根	全株	
T1	$45.76 \pm 10.43 \text{ c}$	$16.15 \pm 1.82 \text{ b}$	$71.33 \pm 9.63 \text{ bc}$	$3.83 \pm 0.45 \text{ ab}$	$0.30 \pm 0.04 \text{ b}$	$4.14 \pm 0.42 \text{ bc}$	$2020.21 \pm 9.13 \text{ bc}$
CK	$56.66 \pm 2.11 \text{ b}$	$23.72 \pm 7.18 \text{ a}$	$80.63 \pm 6.51 \text{ ab}$	$4.59 \pm 0.04 \text{ a}$	$0.59 \pm 0.08 \text{ a}$	$5.19 \pm 0.10 \text{ ab}$	$2283.60 \pm 6.49 \text{ ab}$
T2	$61.35 \pm 2.58 \text{ a}$	$24.97 \pm 0.32 \text{ a}$	$86.32 \pm 1.62 \text{ a}$	$4.79 \pm 0.43 \text{ a}$	$0.59 \pm 0.03 \text{ a}$	$5.39 \pm 0.44 \text{ a}$	$2444.90 \pm 1.60 \text{ a}$
T3	$42.21 \pm 1.96 \text{ c}$	$14.12 \pm 3.55 \text{ c}$	$59.33 \pm 1.99 \text{ c}$	$3.17 \pm 0.26 \text{ c}$	$0.28 \pm 0.04 \text{ b}$	$3.44 \pm 0.30 \text{ c}$	$1680.35 \pm 2.16 \text{ c}$

量比 T1、T3 处理显著提高, 分别提高了 21.0%、45.5% 和 30.2%、56.7%; 所有处理中以 T2 处理的产量表现最佳, 为 $2\,444.90\text{ kg} \cdot (\text{667 m}^2)^{-1}$, 分别比 CK、T1、T3 处理提高了 7.1%、21.0%、45.5%。

2.3 不同营养液浓度对水芹根系生理指标的影响

植物根系是吸收营养元素的重要器官, 因此根部的生长状态会直接影响地上部的代谢活动。如表 3 所示, 水芹根系生理指标随着营养液浓度的增加呈现先增加后降低的趋势。T2 处理的植株根系结构表现最优, 总根长、总表面积、根系总体积及根尖数均显著高于 CK、T1、T3 处理, 其中, 根系总

体积为 9.46 cm^3 , 分别比 CK、T1、T3 处理提高了 60.3%、85.9%、104.3%。

2.4 不同营养液浓度对水芹叶片光合色素含量的影响

叶绿素作为植物进行光合作用的主要色素, 含量的高低反映了光合作用水平的强弱。由表 4 可知, 随着营养液浓度的增加, 水芹叶片叶绿素含量和类胡萝卜素含量均呈现先增高后降低的趋势。T2 处理的叶绿素 (a+b) 含量最高, 显著高于 CK、T1、T3 处理, 分别比 CK、T1、T3 处理提高了 38.0%、96.6%、137.2%。

表 3 不同营养液浓度对水芹根系结构的影响

处理	总根长/cm	总表面积/cm ²	平均直径/mm	根系总体积/cm ³	根尖数
T1	16.67 ± 1.94 b	281.42 ± 40.33 b	0.49 ± 0.01 a	5.09 ± 0.99 c	5 731.67 ± 146.82 c
CK	20.75 ± 2.13 b	328.70 ± 38.94 b	0.50 ± 0.02 a	5.90 ± 1.04 b	6 291.33 ± 238.03 b
T2	29.00 ± 2.31 a	465.18 ± 18.50 a	0.53 ± 0.02 a	9.46 ± 0.29 a	7 862.67 ± 510.54 a
T3	19.80 ± 1.58 c	115.23 ± 21.37 c	0.49 ± 0.10 a	4.63 ± 0.33 d	3 934.67 ± 655.98 d

表 4 不同营养液浓度对水芹光合色素含量的影响

处理	叶绿素 a/mg · g ⁻¹	叶绿素 b/mg · g ⁻¹	叶绿素 (a+b)/mg · g ⁻¹	叶绿素 a/b	类胡萝卜素/mg · g ⁻¹
T1	0.98 ± 0.26 b	0.49 ± 0.13 b	1.46 ± 0.39 b	2.10 ± 0.07 ab	0.17 ± 0.05 b
CK	1.44 ± 0.10 b	0.65 ± 0.04 a	2.08 ± 0.15 b	2.22 ± 0.04 a	0.26 ± 0.02 a
T2	1.95 ± 0.06 a	0.93 ± 0.05 a	2.87 ± 0.11 a	2.00 ± 0.04 b	0.34 ± 0.00 a
T3	0.78 ± 0.05 c	0.43 ± 0.02 b	1.21 ± 0.07 c	1.73 ± 0.11 c	0.04 ± 0.01 c

2.5 不同营养液浓度对水芹叶片光合参数的影响

从表 5 可知, P_n、G_s 与 T_r 随着营养液浓度的增加呈先上升后下降的趋势, 且 P_n、G_s、T_r 均在 T2 处理下达到最大, 但与 CK 差异不显著, 显著高于 T1、T3 处理。此外, T2 处理的 C_i 最低。说明水芹在营养液 EC 值为 2.2 mS · cm⁻¹ 时的光合能力强, 但与 CK 差异不显著。

2.6 不同营养液浓度对水芹品质的影响

由表 6 可知, 不同浓度的营养液处理影响了水芹的品质, 硝酸盐含量随着营养液浓度的升高而增加, 其中 T3 处理比 T2 处理的硝酸盐含量增加了 33.6%, T1 处理比 T2 处理的硝酸盐含量降低了 26.3%, 差异均达到显著水平。可溶性蛋白、VC 和总黄酮含量均随着营养液浓度的升高呈现先增加后

表 5 不同营养液浓度对水芹叶片光合参数的影响

处理	净光合速率 (P _n)/μmol · m ⁻² · s ⁻¹	气孔导度 (G _s)/mmol · m ⁻² · s ⁻¹	胞间 CO ₂ 浓度 (C _i)/μmol · mol ⁻¹	蒸腾速率 (T _r)/mmol · m ⁻² · s ⁻¹
T1	4.38 ± 0.09 c	0.36 ± 0.03 c	359.84 ± 1.27 a	3.30 ± 0.13 c
CK	8.96 ± 0.30 a	0.52 ± 0.02 ab	338.56 ± 1.61 c	3.84 ± 0.06 ab
T2	9.10 ± 0.05 a	0.66 ± 0.02 a	338.13 ± 3.48 c	4.01 ± 0.28 a
T3	7.23 ± 0.20 b	0.42 ± 0.02 bc	350.58 ± 0.65 b	3.49 ± 0.14 b

表 6 不同营养液浓度对水芹品质的影响

处理	总黄酮/mg · kg ⁻¹	VC/mg · kg ⁻¹	可溶性蛋白/%	硝酸盐/mg · kg ⁻¹
T1	395.54 ± 18.30 c	318.23 ± 11.34 c	6.20 ± 0.08 b	660.19 ± 21.51 c
CK	523.34 ± 9.87 b	355.61 ± 16.63 b	6.38 ± 0.03 ab	866.58 ± 21.21 b
T2	555.01 ± 13.27 a	394.31 ± 20.74 a	6.43 ± 0.05 a	896.26 ± 36.98 b
T3	512.93 ± 16.73 b	300.29 ± 22.78 c	6.31 ± 0.07 ab	1 197.56 ± 42.25 a

降低的趋势,其中,T2处理的含量最高,分别比CK提高了0.8%、10.9%和6.1%。

3 结论与讨论

蒋卫杰等(1996)研究指出无土栽培试验中,营养液浓度过高则植物难以吸收,而营养液浓度过低则不能满足植物对各种营养元素的需求。本试验结果表明,随着营养液浓度的增加,水芹的生物量、产量均呈先上升后下降的趋势,这与陈艳丽等(2010)在普通白菜上的研究结果一致,可见营养液浓度增大到一定程度将会抑制植株的生长(Li et al., 2001)。在2.0倍营养液浓度(T3)处理下水芹生长受到抑制,可能与营养液EC值过高有关,高EC值会对根系产生渗透胁迫,从而导致根系生长受到抑制,阻碍对养分的吸收。而在0.5倍营养液浓度(T1)处理下水芹生长所表现出的生长抑制,可能与营养缺乏有关。

研究表明,适当提高营养液浓度能够显著提高番茄、黄瓜的品质(燕飞等,2009;张钰等,2013),而营养液浓度过高,果实中的可溶性蛋白、氨基酸、矿质元素含量反而会出现一定的下降,从而降低黄瓜的品质(周艺敏等,2002)。本试验结果表明,适宜的营养液浓度能够显著提高水芹的品质,促进水芹VC、可溶性蛋白和总黄酮含量的提升。但营养液浓度过高时,尤其是营养液中氮元素含量过高,水芹的VC、可溶性蛋白、总黄酮等含量反而出现一定程度的下降,且植株体内硝酸盐含量剧增,导致品质降低。因此,在无土栽培的营养液浓度调控中,要综合考虑植株产量、品质等多方面的因素,还需进一步研究降低硝酸盐含量的方法(Li et al., 1999)。

综上所述,水芹在1.5倍营养液浓度(T2)处理下的干物质积累、产量及品质较高,表现出较好的培育优势,可为水芹高效高产的工厂化生产模式提供参考。

参考文献

别之龙,徐加林,杨小峰. 2005. 营养液浓度对水培生菜生长和硝酸盐积累的影响. 农业工程学报, 21(增刊): 109-112.
陈艳丽,李绍鹏,高新生,王旭. 2010. 热带地区夏季水培小白菜营养液浓度的研究. 新疆农业大学学报, 33(5): 389-393.
邓斌,蒋刚彪,黄红英. 2008. 分光光度法测定夏枯草中总黄酮的

含量. 时珍国医国药, (7): 1608-1609.
范双喜,伊东正. 2002. 培养液浓度对NFT栽培生菜生长发育的影响. 华北农学报, 17(2): 92-96.
郭世荣. 2003. 无土栽培学. 北京: 中国农业出版社: 423-425.
蒋卫杰,郑光华,汪浩,白纲义,辛燕. 1996. 有机生态型无土栽培技术及其营养生理基础. 园艺学报, 23(2): 139-144.
李合生,孙群,赵世杰. 2000. 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高等教育出版社: 244-246.
李邵,薛绪掌,齐飞. 2011. 不同营养液浓度对温室盆栽黄瓜产量与品质的影响. 植物营养与肥料学报, 17(6): 1409-1416.
林多,黄丹枫,杨延杰,董梅. 2007. 营养液浓度对基质栽培网纹甜瓜生长和品质的影响. 华北农学报, 22(2): 184-186.
刘春生,杨守祥. 1996. 农业化学分析. 北京: 中国农业大学出版社: 179-180.
刘增鑫. 1994. 蔬菜无土栽培营养液配制. 农村实用工程技术, (9): 8-9.
倪纪恒,毛罕平,马万征. 2011. 不同营养液浓度对温室黄瓜叶片光合特性的影响. 农业工程学报, 27(10): 277-281.
王瑞,胡笑涛,王文娥. 2016. 菠菜水培不同营养液浓度的产量、品质、元素利用率主成分分析研究. 华北农学报, 31(增刊): 206-212.
燕飞,邹志荣,董洁,李江,张志新,王云冰,杨建军. 2009. 不同施肥处理对大棚黄瓜产量和品质的影响. 西北农业学报, 18(5): 272-275, 289.
张钰,郭世荣,孙锦. 2013. 营养液浓度和用量对醋糟基质栽培番茄生长、产量和品质的影响. 中国土壤与肥料, (3): 87-91.
赵世杰,史国安,董新纯. 1998. 植物生理学实验指导. 北京: 中国农业科学技术出版社: 43-45.
周艺敏,程奕,孟昭芳,张玺,李玉华,王正祥. 2002. 不同营养液及基质对黄瓜产量和品质的影响. 华北农学报, 17(1): 82-87.
Kotsirasa A, Olympiosa C M, Drosopoulos J, Passam H C. 2002. Effects of nitrogen form and concentration on the distribution of ions within cucumber fruits. Scientia Horticulturae, 95: 175-183.
Li G J, Xu Z H, Dai D L, Shou W L. 1999. The effect of cultivars, electrical conductivity and harvest date on the storability of cherry tomato grown in soilless culture. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 11(1): 17-22.
Li Y L, Stanghellini C, Challa H. 2001. Effect of electrical conductivity and transpiration on production of greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Scientia Horticulturae, 88(1): 11-29.
Li Y L, Stanghellini C. 2015. Analysis of the effect of EC and potential transpiration on vegetative growth of tomato. Scientia Horticulturae, 89: 9-21.
Savvas D, Lenz F. 2000. Effect of NaCl or nutrient-induced salinity on growth, yield, and composition of eggplants grown in rockwool. Scientia Horticulture, 84: 37-47.

Effect of Nutrient Concentration on Yield and Quality of Water Celery

LI Zhengpu^{1, 2}, TONG Jing^{2, 3}, WANG Liping¹, JI Yanhai^{2, 3}, WANG Baoju^{2, 3}, WU Zhanhui^{2, 3}, WANG Suna^{1*}

(¹College of Landscape and Ecological Engineering, Hebei University of Engineering, Handan 056038, Hebei, China; ²Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Beijing 100097, China; ³Key Laboratory of Urban Agriculture of North China, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100097, China)

Abstract: Concentration of nutrient solution directly affects the yield and quality of hydroponics vegetables. This experiment studied the effects of different concentrations of nutrient solution on the growth quality and yield of water celery, so as to screen out suitable nutrient solution concentration for the growth of water celery in greenhouse. The results showed that the water celery biomass, chlorophyll content, photosynthetic parameters, total flavonoids, VC, soluble protein content, etc. indexes firstly increased and then decreased along with the increase of nutrient solution concentration. Thereinto, 1.5 times concentration of nutrient solution was the best, which can improve the overall quality and yield of water celery.

Keywords: water celery; nutrient concentration; quality; yield

· 中国地理标志产品 ·

张家口口蘑

口蘑为河北张家口的名优土特产品之一，是畅销全国各地的名贵副食品，是昔日地方官吏进贡皇宫的首选。口蘑的主要产地在内蒙古锡盟的东乌旗、西乌旗和阿巴嘎旗、呼伦贝尔市、通辽等草原地区。由于内蒙古土特产以前都是通过河北张家口输往内地，张家口是内蒙古货物的集散地。这种蘑菇通常运到张家口市加工，再销往内地，所以被称为“口蘑”。1958年郭沫若视察张家口时，写过一首赞美口蘑的诗：“口蘑之名满天下，不知缘何叫‘口蘑’？原来产在张家口，口上蘑菇好且多。”诗人道出了口蘑这一名字的来历。

口蘑又名白蘑、白蘑菇等。菌盖(俗称伞盖)宽半球形至平展，白色，光滑，初期边缘内卷。菌肉白色，厚。菌褶白色，稠密，弯生不等长。菌柄粗壮，白色，长3.5~7.0 cm，粗1.5~4.6 cm，内实，基部稍膨大。夏秋季在草原上群生，常形成蘑菇圈。作为一种名产，口蘑的种类颇多，主要有白大蘑、普大蘑、柞中蘑、珍珠蘑、镜子面蘑、青腿片蘑、柞片蘑、茸子蘑等十多种。其中最为名贵的是白蘑，其菌盖洁白，菌褶黄白，褶细、盖大、肉厚、柄短，气味极为清香。经过加工的成品口蘑，色泽分明，形如伞状，个大肉肥，色、香、味俱佳，可清炖、红烧、吊汤食用，尤其是炖好的“肉丝口蘑汤”能使满屋清香，扑鼻入腑，食欲倍增。

口蘑是唯一一种能提供VD的蔬菜，口蘑受到紫外线照射时会产生大量的VD，而多摄入VD能很好地预防骨质疏松症。口蘑中含有可以抵抗病毒侵害的物质，可以促进自然免疫系统发挥作用，提高自然防御细胞的活动能力，杀死或抗击各种病毒。白蘑菇无脂肪，无胆固醇，富含多种维生素、矿物质以及防癌抗氧化剂。口蘑中还含有一种稀有的天然氨基酸抗氧化剂——麦硫因。麦芽和鸡肝一直以来都被认为是抗氧化剂麦硫因的主要食物来源，而研究人员发现，口蘑中麦硫因水平是麦芽的12倍以上，是鸡肝的4倍以上。

《舌尖上的中国2》第5集《相逢》开篇就介绍了张家口的历史，也介绍了口蘑与张家口的关系。摄制组18个小时的精细拍摄，充分展示了口蘑的美味和张家口的韵味。片中对口蘑的烹饪进行了详细的展现，口蘑在厨师的精细烹饪下，同江南的冬笋相逢，完成了一道具有300多年历史的中国北方名菜——“烩南北”。这种相逢不仅造就一种美食，更带来无尽的空间想象。

张德纯（中国农业科学院蔬菜花卉研究所，北京 100081）