

## 摘要

异株荨麻 (*Urtica dioica*) 是一种多年生草本植物, 多年来, 人类在其药用价值方面进行了大量的研究工作。但在其人工资源培育方面的深入研究尚少, 尤其对其栽培营养的研究更是微乎其微, 致使目前在栽培异株荨麻过程中, 施肥量的制定无据可依。对异株荨麻栽培营养的系统研究, 可以制定出科学合理的栽培措施, 提高人工栽培异株荨麻的产量和质量, 保护野生资源, 同时为人工栽培异株荨麻的规范化提供科学依据。为此, 本文采用对野生异株荨麻营养特性的调查分析和盆栽模拟试验等植物营养研究方法相结合的方式, 异株荨麻的不同施肥处理对栽培营养和作为野生蔬菜食用两方面进行比较全面和系统的研究。国内外的研究报道: 异株荨麻的活性成分主要有黄酮类、有机酸类、酚类、苯丙素类、甾醇、蛋白质、多糖等; 其主要药理作用有抗过敏、治疗前列腺炎、抗炎、抗病毒、降血糖等, 另外具有增加免疫力、美容及食疗保健等作用, 具有十分广阔的开发前景。

本试验使用正交设计优化法, 通过对盆栽施肥营养诊断及其施肥效果研究, 得出以下结论: 1、异株荨麻发育指标达到最佳时, 各肥料配施用量分别为: 尿素 0.12g/kg 土、过磷酸钙 0.06g/kg 土、硫酸钾 0.20g/kg 土、硫酸锰—硫酸硼 0.009mg/kg 土。2、叶片中灰分含量达到最大时四种肥料配比的最佳用量分别为: 尿素 0.12g/kg 土、过磷酸钙 0.03g/kg 土、硫酸钾 0.02g/kg 土、硫酸锰—硫酸硼 0.068mg/kg 土。3、叶片中粗蛋白含量达到最大时四种肥料配比的最佳用量分别为: 尿素 0.48g/kg 土、过磷酸钙 0.03g/kg 土、硫酸钾 0.05g/kg 土、硫酸锰—硫酸硼 0.034mg/kg 土。4、不同施肥水平之间对粗脂肪和微量元素的含量没有差异性, 但不同的施肥水平还是会带来其含量的不同。5、荨麻叶片中可溶性糖含量达到最大时四种肥料配比的最佳用量分别为: 尿素 0.24g/kg 土、过磷酸钙 0.06g/kg 土、硫酸钾 0.05g/kg 土、硫酸锰—硫酸硼 0.034mg/kg 土。6、对异株荨麻叶片中氮、磷、钾做综合平衡达到最高水平的四种肥料的配比最佳用量分别为: 尿素 0.48g/kg 土、过磷酸钙 0.06g/kg 土、硫酸钾 0.20g/kg 土、硫酸锰—硫酸硼 0.034mg/kg 土。7、氮肥、磷肥、钾肥与微肥合理配施对异株荨麻叶片中必需氨基酸占总氨基酸百分比含量达到最大值时肥料施肥量为: 尿素 0.12g/kg 土、过磷酸钙 0.12g/kg 土、硫酸钾 0.20g/kg 土、硫酸锰—硫酸硼 0.009mg/kg 土。8、综合平衡异株荨麻品质指标和产量指标, 得出本试验条件下, 使异株荨麻高产、优质、高效的肥料配施组合为:  $A_2B_3C_4D_3$ , 即四种肥料的施肥量为: 尿素 0.12g/kg 土、过磷酸钙 0.06g/kg 土、硫酸钾 0.20g/kg 土、硫酸锰—硫酸硼 0.034mg/kg 土。

关键词 异株荨麻 施肥 氮磷钾肥 微肥 营养成分 栽培

## Abstract

Stinging nettle (*Urtica dioica*) is a perennial plant. People have been studying its medical value for many years, but with very few studies on its resource and cultivation measures, which makes it difficult to establish the fertilizer amount. The systematic studies on nutrition management in Stinging nettle cultivation can establish scientific and reasonable cultivating measures, improve the yield and quality of Stinging nettle medicinal materials and protect wild resources. At the same time, the achievement can provide scientific foundation for standardization cultivation of Stinging nettle. Therefore, on the basis of field investigation, pot experiments and chemical analyses in the laboratory were carried out with the following results and conclusions:

Stinging nettle contains a high proportion of flavonoids, organic acid, plant sterols, plant protein as a small-molecular-weight lectin (*Urtica dioica* agglutinin) and amylose. It exhibits antiviral activity. Extracts from the root of stinging nettle are approved for the treatment of Benign Prostatic Hypertrophy and can inhibit a range of viruses including those responsible for HIV, colds, and influenza and inhibit blood sugar. In addition, it is capable favorably inducing a balanced immune response and has hairdressing and health protection activity.

Results from pot fertilization experiments show that 1) For the best development indicators, the optimum fertilizer dose was 0.12g/kgsoil carbamide, 0.06g/kgsoil calcium phosphate, 0.20g/kgsoil potassium sulfate, and 0.009mg/kgsoil manganese sulfate-boron sulfate, respectively; 2) For the maximal ash contents in leaves, the optimum fertilizer dose was 0.12g/kgsoil carbamide, 0.03g/kgsoil calcium phosphate, 0.02g/kgsoil potassium sulfate, and 0.068mg/kgsoil manganese sulfate-boron sulfate, respectively; 3) For the maximal crude protein content in leaves, the optimum fertilizer dose was 0.48g/kgsoil carbamide, 0.03g/kgsoil calcium phosphate, 0.05g/kgsoil potassium sulfate, and 0.034mg/kgsoil manganese sulfate-boron sulfate, respectively; 4) No significant differences of crude fat and micronutrients were found between different fertilization levels; 5) For the maximal soluble sugar content, the optimum fertilizer dose was 0.24g/kgsoil carbamide, 0.06g/kgsoil calcium phosphate, 0.05g/kgsoil potassium sulfate, and 0.034mg/kgsoil manganese sulfate-boron sulfate, respectively; 6) For the integral balance of N, P and K in leaves, the optimum fertilizer dose was 0.48g/kgsoil carbamide, 0.06g/kgsoil calcium phosphate, 0.20g/kgsoil potassium sulfate, and 0.034mg/kgsoil manganese sulfate-boron sulfate, respectively; 7) For the maximal percentage of essential amino acids to total amino acids, reasonable fertilizer dose was 0.12g/kgsoil carbamide,

0.12g/kgsoil calcium phosphate, 0.20g/kgsoil potassium sulfate, and 0.009mg/kgsoil manganese sulfate-boron sulfate, respectively; 8) Combining the quality indicators and output indicators, we suggest the fertilizer dose of 0.12g/kgsoil carbamide, 0.06g/kgsoil calcium phosphate, 0.20g/kgsoil potassium sulfate, and 0.034mg/kgsoil manganese sulfate-boron sulfate to reach high yield, good quality and high efficiency.

**Key Words** stinging nettle fertilization N,P,K fertilizers trace elements nutrition composition cultivation

## 目 录

- ┆┆┆ 文摘
- ┆┆┆ 英文文摘
- ┆┆┆ 1 前言
- ┆┆┆ 2 试验区概况及研究方法
- ┆┆┆ 3 结果与分析
- ┆┆┆ 4 结论与讨论
- ┆┆┆ 参考文献
- ┆┆┆ 附图：不同施肥处理氨基酸图
- ┆┆┆ 个人简介
- ┆┆┆ 致谢

# 1 前言

## 1.1 研究目的意义

荨麻属 (*Urtica*) 植物在我国药用的历史悠久, 荨麻始载于《本草图经》。荨麻、宽叶荨麻已收入 1995 年《卫生部药品标准》(藏药) 第一册。荨麻属植物全世界约 74 种, 主要分布于北半球温带和亚热带区。荨麻的利用价值非常广泛, 多数种类均为重要的药用植物, 具有祛风除湿、活血止痛、平肝定惊、消积通便、解毒等功能。其中异株荨麻 *Urtica dioica* (L.) 是荨麻属植物中最具开发利用价值的种类, 国外对其功能研究也最为详细。异株荨麻广泛分布在欧洲、美洲、非洲和亚洲的温带地区。在我国云南、西藏、青海和新疆等地也有少量野生种分布。欧美等发达国家对异株荨麻的研究开发较早, 特别是德国对异株荨麻在医药上开发取得了显著效果, 临床研究也取得了显著的进展, 获得了异株荨麻提取物和提取物复方配剂多项专利。另外, 国外对异株荨麻在农业生物工程中的应用也已经启动, 并获得了较好的研究成果。

目前国内外对异株荨麻药用价值方面的研究较多, 而异株荨麻不仅有药用价值方面的重要作用, 它还含有丰富的营养矿质元素和氨基酸, 作为一种野生蔬菜也具有极大的开发价值。从营养的角度来研究异株荨麻合理施肥的国内外几乎没有报道, 而且特别缺少系统的研究异株荨麻高产栽培的资料。施肥是根据作物需肥规律, 土壤供肥性与肥料效应, 产前提出氮磷钾和微量元素肥料的适宜用量和比例。施肥技术是提高作物单产, 改善作物品质, 降低种植业生产成本, 营养调控, 防治病害, 培肥土壤力和减少肥料污染的重要措施。

异株荨麻的利用价值非常广泛, 一经开发, 即可显示出它独特的药用价值和食用价值, 具有广阔的开发前景。传统的民间药物具有较长的使用历史, 从逻辑上讲, 这些民间药物成为现代科学意义上的“新药”是完全可能的; 加之该药物具有高效低副作用和价格低廉等优势, 表现为拥有较大的市场, 并有一定的市场竞争力。野菜是一种天然的绿色食品, 近年来日益受到人们的重视, 野菜的开发利用已成为 21 世纪蔬菜土产中的热点。因此, 研究异株荨麻的高产栽培具有重要的现实意义。如此丰富的资源等待我们开发利用, 充分发掘这一天然植物的资源, 在国内大力开发其应用价值, 将产生可观的社会效益和经济效益。这就要求我们对荨麻进行多角度深层次的研究, 使得资源得到充分利用。

## 1.2 国内外研究现状及发展趋势

### 1.2.1 植物学特性

异株荨麻为荨麻科(*Urticaceae*)荨麻属(*Urtica* Linn.)多年生草本植物 (C.D.et al.,2002)。具有坚固的淡黄色爬行根; 茎直立, 株高约 40~160 cm 不等; 叶对生, 卵圆形或心脏形, 粗锯齿状叶缘, 具 3~5 脉; 叶和茎上有螫毛, 这种螫毛很尖、光

亮、中空，蛰人后痛不可忍，引起被蛰部位皮肤出现过敏症状，内含刺激性有毒液体，含有一种特殊的酵素、蚁酸、醋酸、酪酸等混合毒液；花黄色、簇生，雌雄异株，总状花序，雄花有4个苞片和4个雄蕊，雌花结果，花苞与雄花相似，柱头刷状，花期7~8月；果实为瘦果、扁平，卵形或长椭圆形；通过种子或地下根状茎进行繁殖(R.,1996)；多生长在海拔400~800m的林中和林缘湿地、灌丛间、碎石坡上及山野多荫地。

## 1.2.2 主要活性成分

植物中的活性成分是指那些对生命细胞有促进或抑制作用的化学成分。19世纪中期以来，国外对异株荨麻不同部位，如全草、根、茎、叶、果实和螫毛的化学成分进行了详细研究。其活性成分主要有黄酮类、有机酸类、酚类、苯丙素类、甾醇、蛋白质、多糖及其他类化合物。

### 1.2.2.1 黄酮类化合物

目前从异株荨麻全草和花中分离得到多个黄酮类化合物，分属黄酮、黄酮醇类，其中以黄酮醇及其苷类为多。如山柰酚、山茶酚-3-O-葡萄糖苷、山茶酚-3-O-芸香糖苷、异鼠李黄素、异鼠李黄素-3-O-葡萄糖苷、异鼠李黄素-3-O-芸香糖苷、异鼠李黄素-3-O-新橙皮苷、5, 2', 4'-三羟基-7, 8-二甲氧基黄酮、槲皮素、槲皮素-3-O-半乳糖苷(金丝桃苷)、槲皮素-3-O-葡萄糖苷、槲皮素-3-O-芸香糖苷等(N.Sh. et al.,2001)。

### 1.2.2.2 酚类及木脂素类化合物

Kraus 等采用 GC-MS 方法对异株荨麻根提取物进行分析，鉴定了18个苯酚类化合物及8个木脂素类化合物，还有一些苷类成分。其中酚类化合物有香草酸(vanillic acid)、香草醛(vanillin)、水杨醇(saligenol)、高香草醇(homovanillyl alcohol)和七叶内酯等。木脂素类有脱氢异落叶松脂素(didehydroisolariciresinol)、(+)-异落叶松脂素[(+)-isolariciresinol]、(-)-开环异落叶松脂素[(-)-secoisolariciresinol]、5-甲氧基-8-羟基开环异落叶松脂素、5-甲氧基开环异落叶松脂素、橄榄树脂素(olivil)、2-(4-羟基-3-甲氧基苯基)-3-羟甲基-4-(4-羟基-3-甲氧基苯基)羟甲基四氢呋喃和(+)-新橄榄树脂素(neo-olivil)等(R. et al.,1990)。

### 1.2.2.3 甾醇及脂类

Schottner 等报道了从异株荨麻中分离到的 $\beta$ -谷甾醇-0- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖基-(1 $\rightarrow$ 4)-0- $\beta$ -D-吡喃阿拉伯糖苷、7 $\beta$ -羟基谷甾醇-3-O- $\beta$ -D-葡萄糖苷、7 $\alpha$ -羟基谷甾醇-3-O- $\beta$ -D-葡萄糖苷及24R-乙基-5 $\alpha$ -胆甾烷-3 $\beta$ , 6 $\alpha$ -二醇、甘油三酯、甾醇酯、脂肪酸、脂肪酸甲酯、甘油基乙醚、甘油二酯、半乳糖甘油二酯、磷脂、豆甾

-4-烯-3-酮、豆甾醇和菜子油醇等(Met al.,1997)。

#### 1.2.2.4 有机酸类

对异株荨麻水提物进行分析表明,鉴定出了柠檬酸、富马酸、甘油酸、苹果酸、草酸、磷酸、奎尼酸、琥珀酸、蔗糖酸、绿原酸、咖啡酰苹果酸以及齐墩果酸、熊果酸、(9Z, 11E)-13-羟基-9, 11-十八碳二烯酸等(Dietmaret al.,1995)。

#### 1.2.2.5 蛋白质及多糖类

荨麻属植物中含有大量蛋白质,新鲜植物中含蛋白质5%-6%,干品中含23%-24%,其中70%为可消化蛋白。异株荨麻含有人类全部必需的氨基酸。Peumans 等在1984年首次从异株荨麻根中分离得到一种植物蛋白,具有粘附红细胞的特有功能,称为异株荨麻凝集素(Utica dioica agglutinin UDA)。实际上,异株荨麻凝集素是一种混合物,由11种不同的外源凝集素构成,每种蛋白是由80-90个氨基酸构成,分子量在8300到9500Da之间,是一种单链多肽(WJct al.,1984)。多糖是其主要活性成分之一,其组成有鼠李糖、甘露糖、阿拉伯糖、半乳糖、葡萄糖和木糖等。异株荨麻凝集素通常与几丁质结合并具有凝集活性,包括两个半胱氨酸和几丁质结合的区域,这些区域与橡胶蛋白具有高度同源性(JJct al.,1992)。异株荨麻凝集素前体包含一个N端的信号肽和两个几丁质或橡胶蛋白结合区域以及一个C端的几丁质酶区域。编码荨麻凝集素前体的基因在几丁质酶编码区含有两个内含子并与其它植物凝集素基因具有较高的同源性(MPet al.,1999)。

#### 1.2.2.6 其他成分

荨麻属植物茎及叶子表面布满的螫毛和叶中含有乙酰胆碱、组胺、5-羟色胺、鞣质等致敏物质。新鲜异株荨麻叶中含活性离子 $Fe^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$ , 重金屑Cd、Cr、Pb、Ni及活性铜(P.B.et al.,1996)。Kraus还从异株荨麻中分离得到了3个蒽二醇及它们的葡萄糖苷类成分(R.et al.,1991)。Neugebauer 等从异株荨麻叶的甲醇提取物中分离到3-羟基- $\alpha$ -紫罗兰醇基- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷和3-羟基-5, 6-环氧- $\beta$ -紫罗兰醇基- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷等化合物等(W.et al.,1995)。

### 1.2.3 药用价值

#### 1.2.3.1 治疗前列腺炎和前列腺增生(BPH)

前列腺增生是中老年男性常见的一种病症,是由于前列腺上皮细胞和基质细胞非恶性的增生导致尿道阻塞。它的病因目前还不十分清楚,但已明确是由多种因素所至:性激素(男性荷尔蒙)、胰岛素、泌乳刺激素、干细胞、表皮生长因子和上皮-基质细胞相互作用。目前对此病的治疗方式主要有观察警戒、改变生活方式、药物治疗和手术介入治疗。药物治疗中尤以药用植物治疗为主,轻度或中度的前列腺增生均可以

通过药用植物入药治疗性改善其症状,在欧洲大多数国家中,植物用药已经占市场总药物的80%(E.,2001)。德国,药用植物越来越成为前列腺增生治疗的普遍药物,每年市场植物药材零售额高达22000万德国马克,在药用植物中,异株荨麻占有很大的份额(Dreikorn,1995)。

荨麻根提取物用于前列腺增生临床治疗始于20世纪80年代,1984年,Stahl首次通过对4051例患有不同程度的BPH病人进行了大规模临床观察表明,荨麻根提取物能够有效缓解BPH病人的泌尿障碍。治疗的第二周开始,夜尿症的病人显著减少,8-9周后减少50%(HP.,1984)。荨麻根的醇提取物在欧洲特别是法国一直用于治疗前列腺肥大,其水溶性部位主要含有多糖类成分,能调解T淋巴细胞免疫功能,阻止上皮组织癌细胞的分化与扩散。治疗前列腺肥大的植物药杂交荨麻素以其确切的疗效和毒副作用极小的安全性,正逐步占领欧美主流市场。最近上市的荨麻根浸膏主要用于治疗I、II期前列腺肥大和非特异敏感性膀胱疾患(T.et al.,2004)。Sokeland等当用异株荨麻和美洲蒲葵的复方制剂和对照药物Finasteride对516例患有BPH病人进行为期48周的随机、双盲试验结果表明,两种药物对BPH均有较好的治疗效果,如明显改善尿流量、排尿时间和残留尿等指标,且异株荨麻的复方制剂的副作用显著较对照剂小(J.et al.,1997)。另外, Krzeski等用异株荨麻与另一种非洲臀果的合并用药,也能显著改善BPH患者的相关症状(T.et al.,1993)。

Schneider等采用随机-双盲实验(给异株荨麻根提取物459mg干粉和安慰剂治疗)对246个前列腺增生的病人进行了一年的比较研究,结果表明,使用荨麻根提取物治疗的病人(药剂治疗组)国际通用的前列腺症状评价指标(International Prostate Symptom Score IPSS)从平均值为18.7+/-0.3降到13.0+/-0.5,而使用安慰剂治疗的病人(安慰剂治疗组)IPSS从平均值为18.5+/-0.3降到13.8+/-0.5,二者之间差异显著( $p=0.0233$ )。药剂治疗组和安慰剂治疗组的平均排尿量、最大尿流量均有明显增加,尽管这两种方式间并无显著差异,但药剂治疗组的副作用和尿道感染的人数明显低于安慰剂治疗组的副作用(H.et al.,2004)。

### 1.2.3.2 抗炎作用

Obertreis等报道异株荨麻叶子提取物具有治疗风湿病作用,异株荨麻中UDA成分具有抗炎作用,能抑制病毒中arachidonic酸代谢(S.et al.,1995)。大量的研究和临床主要集中在治疗关节炎和风湿病上。Randall等利用异株荨麻对关节炎病人进行探索研究,旨在开发异株荨麻在治疗关节炎方面的价值。Riehemann等报道荨麻叶子提取物通过抗炎作用而用于治疗风湿性关节炎,并推测其机制可能为抑制NF-Kb的活性(N.et al.,1982)。把新鲜荨麻叶子酊剂敷在发炎的关节上,将会减少相反的刺激,血液的流动可以到皮肤表层,到那里可以使毒素减弱。因此,可以使发炎的关节很快消肿。通过对18个患有风湿性关节炎的病人进行研究调查表明,除一位病人认为异株荨麻治

疗确实有较好的效果外，其余病人均认为自己已经完全治愈。这种探索研究表明，异株荨麻治疗风湿性关节炎是一种效果好、安全且经济的治疗方法。进一步应用随机、双盲试验对27位拇指和食指患有有关节炎的病人进行治疗的结果表明，每天在关节痛的部位进行异株荨麻叶的敷用，一个星期后治疗结果显著比安慰剂治疗有显著的改善(Randall.et al.,2000)。

### 1.2.3.3 治疗糖尿病

糖尿病是一种人类常见的疾病，严重威胁人类的健康。早期的研究表明，异株荨麻具有降低血糖的功能，对糖尿病患者有较好的疗效。但对其作用机理还是十分清楚。近年来的研究表明：一种矿物-蛋白质制剂由合成沸石中的钙、复合维生素B、荨麻提取物的蛋白质部位、紫云英提取物、蜜蜂花提取物和啤酒花穗提取物组成，用于治疗与糖尿病相关的病症，预防哺乳动物(包括人)糖尿病性神经病，降低鸟苷酸激酶的浓度，减少机体对液体的吸收，减少尿量，抑制神经细胞凋亡，阻止神经膜髓磷脂纤维上IgG的产生，或消除凋亡小体的吞噬过程。这种制剂还可降低葡萄糖的浓度，阻止沉积的Ca<sup>2+</sup>离子进入神经细胞，减弱由补体介导的神经纤维免疫性破坏，消除糖尿病性神经病引起的疼痛以及神经性消化道病、神经性心脏病和有害的自由基(Bnouham M.et al.,2003)。异株荨麻叶提取物中具有一种刺激胰岛素分泌的物质，同时可降低血糖浓度。在对患糖尿病的小鼠试验中，注射异株荨麻活性物质30分钟后，体内胰岛素水平就出现显著增加，同时伴随血糖浓度的降低。120分钟后，胰岛素水平增至6倍(B Farzami.et al.,2003)。Bnouham用浓度为250mg/kg土 的异株荨麻的水提物对患有糖尿病的小鼠治疗结果表明也有显著的降低血糖的作用，其作用机理可能是抑制了小鼠肠道对葡萄糖的吸收。大剂量、长期使用该剂无明显副作用。

### 1.2.3.4 治疗高血压、心脏病

异株荨麻根提取物可通过释放内皮一氧化氮舒张血管、开放钾离子通道及降低血管肌收缩力而达到降压效果，成为血管舒张药。经初步动物试验表明，荨麻根水煎液对狗有剂量依赖地降低血压作用，且持续时间较长。对兔及蟾蜍心脏亦有明显的强心作用。Legssyer研究了异株荨麻水提物对大鼠心脏和主动脉的作用，结果表明，水提物能够诱导大鼠心搏缓慢，但使心脏收缩性增强，其作用与卡巴胆碱相似，但不受阿托品的影响，并且水提物可剂量相关地增加离体主动脉的基础张力(A .et al.,2002)。

### 1.2.3.5 抗过敏作用

过敏反应是指机体受某一抗原物质刺激后产生的一种异常或病理性免疫反应，可表现为过敏性休克、荨麻疹、湿疹、血管神经性水肿等多种症状。这些症状的产生在于机体内肥大细胞及嗜碱性细胞脱颗粒释放组胺，引起小血管扩张，血压下降乃至休克。毛细血管通透性增加，血浆渗入组织间隙，产生红肿、红斑、丘疹等。过敏性疾

病是一组涉及临床多个学科的常见疾病，据统计，我国北京地区人群的痒病率高达48%（余传霖，1998）。

抑制生物活性物质的释放和拮抗生物活性物质的作用是防治过敏性疾病的关键步骤，也是众多抗过敏中药的主要环节。许多研究表明，黄酮类化合物的抗过敏作用是通过稳定肥大细胞膜，抑制组胺的释放而发挥的（吴春福等，1995），艾叶挥发油不仅是过敏介质的阻释剂，还是过敏介质的拮抗剂（杨红菊，1995）。可分离提纯荨麻的有效成分，针对过敏反应性疾病的各个环节，去研究荨麻的抗过敏作用及其作用机制。

### 1.2.3.6 治疗皮肤病

异株荨麻可用于控制皮肤病如粉刺、痤疮、脂溢性皮炎等，其机理可能是提取物中含有脂酶抑制剂（于庆海等，1995）。另外，异株荨麻凝集素UDA能抑制系统红斑狼疮的病理发展，其机理可能是由于UDA诱导了自身抗体的产生。

### 1.2.3.7 其他

民间一般用异株荨麻植物的叶捣汁外擦治疗荨麻疹，或用鲜叶捣烂外敷治疗疮毒及蛇咬伤；荨麻的干燥叶碾细加白糖冲服治疗慢性气管炎；荨麻植物的根及根茎亦能治疗手足麻木、麻风病、虚弱劳伤、消化不良、便秘、小儿麻痹后遗症及疝痛；可治疗风湿、胃病、疟疾、瘫痪和中风等。

## 1.2.4 食用价值

异株荨麻叶片中含有丰富的营养成分、矿物质和多种氨基酸，味道清淡、爽口，开发作为一种山野菜食用具有广阔的前景。山野菜是一类重要的可食性植物资源，包括根、茎、叶、花、果和子实体，是纯净的天然食品（张宏志等，1998）。山野菜资源种类多，数量大，又能再生，是人类寻找新食源的自然宝库，而且因其滋味鲜美，大多具有较高营养价值和保健功效，受到国内外研究工作者及消费市场的广泛关注和欢迎。荨麻属植物的叶中含有丰富的蛋白质和多种维生素，据测定：荨麻叶和嫩枝中，每1kg干物质中含胡萝卜素140~300mg、维生素C1000~2000mg、维生素E20mg、维生素K25mg；铁、锰含量是苜蓿的3倍，铜、锌含量是苜蓿的5倍；其他还含有单宁酸、有机酸等多种活性物质和矿物质。人们采嫩枝叶作蔬菜或制作馅饼食用，荨麻味道清雅，味美可口。荨麻的适应性较强，生长旺盛，几乎不用多加管理；荨麻极少受病虫害危害，不需施农药，其产品是合格的绿色食品。因此荨麻可开发为一种野生的绿色蔬菜。

### 1.2.4.1 全国山野菜资源概况

我国地域辽阔，地形多样，跨越几个气候带，自然环境优越，植物种类极为丰富，

生长着形形色色的山野菜。我国仅高等植物就有近三万种，究竟有多少种可以实用，很难确切统计，而且每一个种类中，还存在着数量不等的变种和亚种。目前为止，对我国境内山野菜种类尚未有统一报道。全国关于山野菜种类的文献报道较多，从100多种到6000多种不等（宁伟等，2000），其中700多种分属100余科为最多。常见的有150种左右。1987年中国军事医学科学院受中国人民解放军总后勤部委托，组织科技人员花了3年时间在全国对可食野菜进行调查，采集标本259种，最后筛选出优良品种和参考食用品种157种，并与中国科学院植物研究所合著出版《中国野菜图谱》；罗洁报道，我国最常见的野生蔬菜约有192种，其中草本植物110种，木本植物约70种，藤本植物约12种；朱立新主编出版的《中国野菜开发与利用》（朱立新，1996）一书中，共计野菜种类226种；据各地报道，山野菜种类福建236种、江苏192种、安徽215种、河南415种、河北367种、云南330种、湖北422种、广东144种、广西153种、贵州116种、山东264种、黑龙江153中等。

#### 1.2.4.2 山野菜的营养价值

山野菜具有丰富的营养价值，正如经典中医著作《黄帝内经素问》指出的那样“五谷为养、五蓄为益、五果为助、五菜为充，气味合而服之，以补精气。”其中所论“五菜”不仅指日常蔬菜，也包括各种山野菜。据统计山野菜多数富含维生素、矿物质、蛋白质、粗纤维、脂肪、糖和水分，既可以满足人体维持正常生命活动的营养需要，也具有维持机体内酸碱平衡和帮助消化、排泄、增强体质等功能。

野菜的营养成分大多高于日常栽培蔬菜，有些甚至高出十几倍甚至几十倍，尤以维生素和矿物质含量最为丰富。以胡萝卜素及维生素C为例，常见栽培蔬菜中，每100克鲜重含胡萝卜素最高为3.62毫克，含维生素C最高为185毫克。而据《中国野菜图谱》介绍，营养学家对全国234种野菜成分的测定表明，100克鲜重中含胡萝卜素高于5毫克的有88种，维生素C含量高于50毫克的有167种，高于100毫克的有80种，维生素B<sub>2</sub>含量高于0.5毫克的有87种。此外，有些山野菜还含有一般植物所没有的维生素D、维生素E、维生素B<sub>6</sub>、维生素B<sub>12</sub>等人体必须的营养素（陶桂全等，1987）。

调查资料显示，胡萝卜素含量最高的是山野菜羊乳，为14.40毫克/100克；维生素C含量最高的是鹅绒萎陵菜，为339.7毫克/100克；维生素B<sub>2</sub>含量最高的是长萼鸡眼草，为1.41毫克/100克（张宏志等，1998）。山野菜矿物质含量丰富，通常富含Ca、K、Na、Mg等碱性金属离子，其含量在山野菜中的大致趋势是：K>Ca>Mg>P>Na>Fe>Mn>Zn>Cu，这种自然分布趋势恰好符合人体需要量情况（王艳秋等，1999）。山野菜做为常量和微量元素的补给源进行饮食配比，可增加营养，益于健康。山野菜大多数富含蛋白质，虽然含量不高，但组成蛋白质的氨基酸种类齐全、配比协调，若将其与主食搭配食用，可使膳食中蛋白质的利用率和生物价提高（杨世诚等，

1994)。此外，某些山野菜富含纤维素，使其具有疏松食物、刺激大肠蠕动、增加食欲、帮助消化等功能。

#### 1.2.4.3 全国山野菜开发利用现状

自上世纪 80 年代末 90 年代初，我国山野菜资源的开发利用逐渐受到重视。特别是近几年，随着市场经济的发展和外贸出口的需要，我国山野菜的开发利用得到很大发展。山野菜的利用已由过去农村的自采自食发展为研究、采集、加工、销售的联合开发，全国已建成数个野菜出口加工基地，很多省市建立了野菜加工厂，如天津市蓟县建立了八仙菜加工厂、吉林省长白县珍食品厂以刺五加、猴腿、桔梗、蕨菜等山野菜为原料加工出十余种野菜罐头。山野菜深加工研究也已进行，加工品种及方法出现多样化、高档化，生产的系列产品也逐渐推向国内外市场，不但成为国内人们的席上珍品，而且出口西欧、日本、韩国、东南亚一带。显示了巨大的发展潜力，成为发展地方经济的宝贵资源（高愿军，1995）。

我国目前开发利用的山野菜种类主要有蕨菜、薇菜、刺嫩菜、猴腿、黄花菜、蒲公英、牛蒡、石沙参、荠菜、马齿苋、刺五加、发菜、山芹菜、巨蕨菜、白花菜等。开发加工品种主要有保鲜菜、罐头制品、野菜汁、盐渍品、速冻食品等。

尽管如此，我国对于山野菜资源的开发利用在广度和深度上还很不够，尤其是山野菜的深加工和综合利用方面水平更低。人们常食山野菜近 200 种，而加工产品仅占 16%（丁耀忠，1995），山野菜资源利用率低，开发面窄，开发利用研究薄弱。虽然野菜资源丰富，但大多数宝贵的资源未被开发利用，真正利用的还是极少数，与发达国家相比差距较大。即使少量开发利用的野菜，其利用率也相当低（3%左右）。以生产山野菜较多的黑龙江省为例，贮藏量较丰富的蕨菜、猴腿、黄瓜香、刺嫩芽、薇菜等，其采收率仅在 9%，且采摘只限于交通方便的浅山区，其它皆处于自生自灭状态。此外，由于山野菜生长的分散性、较强的季节性及部分品种耐储性较差的特点在采集、贮运过程中造成了较大的损耗。因此，我国山野菜的开发利用仅局限于少量优势品种，对许多资源尚未开展开发利用研究，缺乏系统广泛深入的研究（王广印等，1999）。

#### 1.2.4.4 开发为异株荨麻为野生蔬菜的利用前景

异株荨麻具有悠久的食用历史，欧洲人将异株荨麻制成水果布丁食用，其中含有丰富的维生素 A 和 C、不同的矿物质以及优质植物蛋白，具有美容功效。作为一种有待开发的美容药物，异株荨麻所含有效成分中的甲酸，可延缓细胞衰老，使细胞保持活力和富有弹性；其所含 U 酸，可增强皮肤的柔润和光泽；其所含的多种维生素，对皮肤的新陈代谢起着重要的保健作用；另外，异株荨麻中含有的组胺类物质，也是人身体中所拥有的一类保护物质，有重要的保护功能，可用于预防皮肤疾病。荨麻的开发具有广阔前景。荨麻属植物广布于我国西北、华北、东北及西南各地，资源丰富，

但目前为止该属植物国内尚未被开发应用。而国外报道显示了荨麻属植物对于西药难以治疗的疾病具有一定优势。因此，我们应该充分发掘该属植物的潜力，使资源得到充分利用。

### 1.3 施肥与植物营养

绿色植物的显著特点是其根或叶能从周围环境中吸取营养物质，并利用这些物质建造自身的躯体或转化为维持其生命活动。植物体所需的化学元素称为营养元素。营养元素转变（合成与分解）为细胞物质或能源物质的过程称为新陈代谢。实质上，营养元素是代谢过程的主要参与者。这表明植物营养与新陈代谢是紧密相关的。

肥料是增产的重要措施，只有满足作物对营养的需求才能获得作物的优质、丰收。施用肥料不仅是高产量的保证，同时在一定程度上决定着产品品质的优劣及生态环境质量。肥料是提供植物必需营养元素或兼有改变土壤性质，提高土壤肥力功能的物质。它是提高农业生产的物质基础之一。合理施用有机肥料和化学肥料，对于提高单位面积产量和不断提高土壤肥力起着重要的作用。因为肥料的配合施用，不仅能营养植物，促进植物新陈代谢，而且还能调节土壤反应，改善土壤结构，提高土壤肥力，有利于作物生长发育，故能不断提高农业生产。多年的实践证明，获得作物高产和优质产品的关键，在很大程度上取决于养分的平衡供应。它必须以植物营养理论为指导，以各类植物的营养特性与不同土壤供肥状况为施肥的重要依据。只有在正确理论指导下的施肥才能明显地提高产量、改善品质、保护环境，并建立良好的生态系统，造福人类；反之，盲目施肥往往不仅不能增产，反而浪费资源，破坏生态环境，给人类带来巨大的损失和危害。

随着全球人口激增、食物短缺、环境恶化、资源枯竭的问题日益严重，社会经济发展进一步加快，人们对农产品，特别是既可以食用又可以作为药用植物的数量需求越来越多，对其品质要求也越来越高，而要达到最高产量的同时又获得最佳品质，必须依靠科学的栽培管理，特别是以现代高新技术为基础的植物营养研究与施肥技术的应用推广（蓝福生，1998）。药用植物专用肥的应用不但能够保护环境，而且能够从整体上提高药材和食用的产量和质量，从而改变我国人工栽培药用植物质量低劣的状况。随着大批量基地的建立和中药材规范化栽培的推广，药用植物专用肥会有非常广阔的发展前景。

国外对荨麻属植物研究开发为充分利用这一植物资源奠定了良好的基础，特别是异株荨麻的开发利用，已经取得了可喜的成功。但在我国，尽管有异株荨麻分布的报道，但至今仍无其栽培品种，更谈不上对其进行资源利用。我国地域辽阔，植物资源丰富，有必要对荨麻属植物在我国的种质资源进行研究调查和保护利用，在此基础上，应加大对我国荨麻属野生种的引种驯化或从国外引进新品种进行栽培研究，明确荨麻

适宜的栽培条件以及植物的抗逆性生理生化特征, 指导苧麻在我国适宜的栽培种植区域大面积种植。

## 2. 试验区概况及研究方法

### 2.1 试验区概况

试验地位于北京市海淀区西北部苏家坨镇境内，地理坐标为北纬 39°54'，东经 116°28'，横跨海淀和门头沟两个区，面积 775.1 公顷。北京地处暖温带，属半湿润大陆季风气候。干湿季节明显：春季干旱多风，经常持续干旱；夏季高温多雨，湿热同步，降水集中，7 月份平均气温 30℃；秋季冷暖适宜。年均温 11.8℃，植物生长期为 220 天。无霜期 193 天，晚霜于 4 月上旬，早霜在 9 月上旬。北京西山属于干旱半干旱的石质山地，平均年降水量为 638.8mm，年降水变幅较大。每年的 7—8 月是降水量最丰富的时期，无论是降水次数还是降水量都要多于其他月份。但 1999 年以来，北京连续 5 年降水偏少。境内山峦绵延，地形复杂，高差大，海拔 100 米—1153 米，岩石层从低到高依次交错分布，主要有：花岗岩、石灰岩、凝灰岩、砂岩及砾岩等。

### 2.2 供试材料

#### 2.2.1 供试种子

异株荨麻(*Urtica dioica*)种子购自英国，种子发芽率为 56%，发芽势为 34%，平均发芽时间为 5.89 天(发芽箱测定结果)。钵钵采用 30×22×28cm(上径×下径×高)的塑料盆，每盆装坡面土 15kg。异株荨麻播种苗直接在塑料盆里培育，采用常规栽培管理。

#### 2.2.2 供试土壤

本试验的供试土壤类型为：褐土；其基本理化性状如表 1。

表 1 供试土壤基本理化性状

Table 1 The basic Physical and chemical characteristics

土壤质地	pH	有机质 (%)	全氮 (g/kg)	全磷 (mg/kg)	全 钾 (%)	速效氮 (g/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
砂土	8.05	1.60	2.73	223.90	1.58	0.62	28.85	130.00

#### 2.2.3 供试肥料

无机化肥：尿素(N 45%)、过磷酸钙(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%)、硫酸钾 (K<sub>2</sub>O 50%)。

微肥：硫酸锰、硫酸硼。

均购自化学药品商店。

### 2.3 研究方法

### 2.3.1 试验设计

本试验采用正交试验设计优化法(续九如, 1995)。选用  $L_{16}(4^5)$  正交表做 4 因素 4 水平的氮、磷、钾、微量元素配比试验。将试验区划分为 16 个区(见表 2), 做 3 次重复。其中对照为除不施肥外, 其他管理措施同 16 组处理一致。

表 2  $L_{16}(4^5)$

Table 2  $L_{16}(4^5)$

试验号	A (N)	B (P)	C (K)	D (微量)	E
1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	2	2
3	1	3	3	3	3
4	1	4	4	4	4
5	2	1	2	3	4
6	2	2	1	4	3
7	2	3	4	1	2
8	2	4	3	2	1
9	3	1	3	4	2
10	3	2	4	3	1
11	3	3	1	2	4
12	3	4	2	1	3
13	4	1	4	2	3
14	4	2	3	1	4
15	4	3	2	4	1
16	4	4	1	3	2

每盆土按 15 公斤计, 每公斤土施肥量按照如下试验设计方案进行:

N 的四水平分别为 0.06g/kg 土、0.12g/kg 土、0.24g/kg 土、0.48g/kg 土

P 的四水平分别为 0.01g/kg 土、0.03g/kg 土、0.06g/kg 土、0.12g/kg 土

K 的四水平分别为 0.02g/kg 土、0.05g/kg 土、0.10g/kg 土、0.20g/kg 土

微肥将其等量混匀，其四水平分别为 0.009mg/kg 土、0.017mg/kg 土、0.034mg/kg 土、0.068mg/kg 土

### 2.3.2 施肥时期和方式

施肥时期的确定是以提高肥料增产效应和减少肥料损失，防止环境污染为基本原则，根据作物的营养规律和土壤供肥特性确定施肥期。施肥方式本实验采用基肥和追肥两种方式相结合。在 2 月份进行温室内播种，并施用基肥；不同生长阶段均进行追肥，以保证异株荨麻的需肥量。

### 2.3.3 观测及测试项目

#### 2.3.3.1 生长指标调查

从 4 月份开始，生长初期隔半月，生长旺季隔一个月，生长后期隔两个月调查三个重复供试植株的株高、地茎、叶面积、叶片总数、分枝数、节间距、根长等指标。

#### 2.3.3.2 营养成分的测定

氨基酸、粗蛋白质、粗脂肪、可溶性糖、维生素 C、矿物质、灰分等

## 2.4 分析方法

### 2.4.1 样品采集

**2.4.1.1 新鲜样品采集：**每次采样时间均为上午 8 点至 10 点，在每株上部东、南、西、北四个方位各一个正常发育的枝条中部的叶片，每个重复取 20 片，迅速采下装入保鲜袋带回实验室。带回实验室后按照自来水→0.1%洗涤剂→自来水→去离子水（两遍）的顺序洗涤，然后进行分类，剪碎，冰冻等处理。

**2.4.1.2 植株干样采集：**按照新鲜样采集步骤进行。将叶、茎、根分离，清洗后置于烘箱中，先在 105℃下杀青 30 分钟，然后在 65—70℃下烘干至恒重，最后用植物粉碎机粉碎后，密封于样品袋中待测。

**2.4.1.3 土壤采集：**每处理多点取使土壤混合，自然风干后，并去除杂物，过筛。用于土壤基本理化性状的分析测定。

### 2.4.2 测定方法

#### 2.4.2.1 土壤理化性质测定

有效氮用碱扩散法（鲍士旦，1999）；

全氮用凯氏定氮法（鲍士旦，1999）；

速效磷用 0.5M NaHCO<sub>3</sub> 浸提，钼锑抗比色法（鲍士旦，1999）；

全磷用 NaOH 熔融，钼锑抗比色法（鲍士旦，1999）；

速效钾用  $\text{NH}_4\text{OAc}$  浸提, 火焰光度法 (鲍士旦, 1999);

全钾用  $\text{NaOH}$  熔融, 火焰光度法 (鲍士旦, 1999);

有机质用  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 稀释热法 (鲍士旦, 1999);

pH 值用电位法 (鲍士旦, 1999)。

#### 2.4.2.2 叶片营养元素的测定

氮用  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$  消化, 气体扩散法测定 (鲍士旦, 1999);

磷用  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$  消化, 钼酸铵— $\text{SnCl}_2$  比色法测定 (鲍士旦, 1999);

钾用  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$  消化, 火焰光度法测定 (鲍士旦, 1999);

Ca、Mg、Fe、Mn、Zn、Cu 用 1N  $\text{HCl}$  浸提, 原子吸收分光光度法测定 (鲍士旦, 1999);

粗蛋白质用微量凯氏定氮法测定 (鲍士旦, 1999);

粗脂肪用索氏抽提法测定 (鲍士旦, 1999);

总糖还原糖用直接滴定法测定 (鲍士旦, 1999);

维生素 C 用 2, 6—二氯酚法测定 (鲍士旦, 1999);

灰分用灼烧重量法测定 (鲍士旦, 1999);

氨基酸的测定:

样品用 6.0mol/L  $\text{HCl}$  溶液 110℃ 真空充氮封管水解 24h, 利用 Beckman 121MB 型氨基酸自动分析仪分析氨基酸含量。

氨基酸的分析方法 (朱圣陶, 1988): 氨基酸测定数据利用世界卫生组织 (WHO) 和联合国粮农组织 (FAO) 1973 年提出的 EAA (含 Cys 和 Gyr) 模式 (reference model of EAA, RME), 计算样品中 EAA 的氨基酸比值 (ratio of amino acid, RAA), 氨基酸比值系数 (ratio coefficient of amino acid, RC), 最后求得氨基酸比值系数分 (score of RC, SRC)。SRC 的意义为: 如果食物蛋白质 EAA 组成比例与 RME 一致, 则 RC 的变异系数 (CV) 为 0, SRC=100; 若食物蛋白质 EAA 的 RC 越分散, 表明这些 EAA 在氨基酸平衡的生理作用方面所提供的负贡献越大, SRC 越小, 蛋白质营养价值越差, SRC 越接近 100, 其营养价值相对较高。

#### 2.4.2.3 叶面积测定

在苜蓿生长各个时期, 在不同施肥处理的不同位置选取叶片, 利用纸重法测定单叶面积。

#### 2.4.3 主要仪器和试剂

AA--7001 原子吸收分光光度计

UV--120 型分光光度计

酸度计 ORION--868 型

Beckman121MB 型氨基酸自动分析仪

电子分析天平

微量凯氏定氮仪

电热鼓风干燥箱

火焰光度计

YG--2 型脂肪浸提器等

试剂均为国产分析纯

#### **2.4.4 数据分析方法**

试验结果方差分析用 EXCEL 统计软件进行，用 SPSS 进行相关分析。

## 3 结果与分析

### 3.1 施肥对苧麻生长发育的影响

植株的发育指标包括株高、茎粗、叶面积等。发育指标的好坏是植株是否健壮生长的一种外在反映,而这些形态指标与各种营养元素又有着密切的关系,各种营养元素分别具有独特的生理功能,彼此不能相互取代,只有各种营养元素合理配比供应,达成一个平衡体系才能维持并促进植物的正常生长,只有各种营养元素共存时,才能各尽其长,相得益彰。可见,各种营养元素如何配比施用对植株是否健壮生长有重要意义,只有合理的肥料配施才能改善植株的生长发育,才能提高植株的产量和改善农产品品质,而且这些营养元素又与人类的生存有着密切关系,它们是人类营养的重要组成部分。所以探讨各种肥料的合理配比对人类生活有着广泛的意义。

#### 3.1.1 不同施肥处理对苧麻株高的影响

植物正常生长发育需要适量氮的供应,氮对植物地上部分和根系的生长均有很大的影响。而且植物不同生长发育时期的代谢过程不断变化,对氮素的需求规律也相应产生变化。施肥能促进植物生长良好,尤其是明显地影响植株营养生长长期的生长。不同配方处理株高结果如表 3。从苧麻株高生长情况可以看出,从 4 月到 9 月苧麻株高处于不停的生长过程中。从各月株高增长情况看,7~8 月株高的增加最多,平均增长量在 20cm 以上;4~5 月、5~6 月和 6~7 月株高的增加量最多分别为 3.74cm、9.14 cm 和 8.92 cm;8~9 月进入生殖生长期,株高增加量最多才 6 cm,营养生长逐渐减退,而生殖生长开始走向旺盛。

施入氮、磷、钾肥均能促进苧麻生长,对株高表现为正效应。前四组处理由于施氮肥量非常小,所以生长状况不是很好,与对照相比株高增加量提高不大。后四组处理由于施氮肥的量过大,有点烧苗,生长较弱,与对照相比反而株高有所下降。5~12 施肥处理,5 月株高均比对照略有增加,增加的幅度从 0.12%~3.12%。6 月株高均比对照增加,增加的幅度由 1%~4%。7、8 月进入生长的高峰期,比对照有大幅度的提高,增加幅度由 1.4%~29.1%。9 月植株进入生殖生长期,株高生长量有所下降,但比对照还是增加。通过对表 3 的数据分析显示,株高以  $N_2P_1K_4$  最大,氮肥量适当,有利于植株的吸收,提高了地上部分生长,为对照的 159.8%;  $N_4P_1K_4$  最小,为对照的 71.9%,由于氮肥施量过大有烧苗情况;氮肥施用量太大会造成地上部徒长和地下部生长受到抑制,由于根系的生长受到抑制,又引起磷钾等矿物质的吸收减少,形成瘦弱细小的植株,所以并不是氮肥量越大植株生长越旺盛。第 7 处理中微量元素施用量几乎为零,说明这两种微量元素对苧麻的株高没有影响。综上所述,16 种施肥处理中以第 7 处理为最优配方,即氮肥、磷肥、钾肥、微量元素四种肥料施肥量分别为 0.12g/kg 土、0.06g/kg 土、0.20g/kg 土,异株苧麻株高生长状况为最优。

表 3 不同施肥处理对异株荨麻株高生长情况的影响 (单位: cm)

Table 3 The effect of different fertilization levels on seedling height of stinging nettle (unit:cm)

处理	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
1	4.12	8.56	15.34	21.80	30.90	34.22
2	5.12	9.58	17.14	23.80	55.80	59.00
3	4.88	9.78	15.56	24.48	61.00	65.60
4	4.26	9.02	15.40	22.40	43.90	45.67
5	5.22	9.78	17.62	23.50	60.00	64.76
6	4.24	9.56	17.40	23.20	50.00	55.32
7	7.40	12.30	21.44	29.10	55.44	59.00
8	6.60	11.88	17.50	23.00	42.60	46.34
9	4.32	9.76	16.30	22.30	40.50	43.21
10	4.26	8.72	14.72	19.50	38.30	43.89
11	5.70	10.44	16.36	21.40	51.00	57.00
12	5.68	10.48	17.70	24.60	51.60	53.12
13	4.26	8.00	10.90	11.60	23.40	24.56
14	4.14	8.58	11.80	16.00	26.40	27.00
15	3.80	7.78	9.90	12.90	28.10	31.34
16	4.60	9.36	15.70	20.40	31.00	36.11

### 3.1.2 不同施肥处理对荨麻地茎的影响

地茎是反应荨麻植株是否健壮生长很重要的形态指标, 茎越粗, 说明植株生长势强, 营养状况好, 抗性强; 反之, 植株生长不良, 不易抗病虫害, 不易抗倒伏, 必然造成产量和品质的下降。钾能促进作物茎秆维管束的发育, 使茎壁增厚, 茎秆粗壮。表 4 表明, 增加钾肥的用量茎粗明显高于只施氮肥和磷肥的处理, 有力的说明了施钾

肥对茎粗的良好效果。处理 7 茎粗显著增加，随着月份的不同增加量从 0.44cm~2.13cm。其他处理茎粗增加量和增加率均小于处理 7。除钾肥有效增加茎粗外，说明增施磷肥对茎粗也有明显的效果。因此配方施肥有利于增加茎粗。3 次茎粗调查数值表明，增长最快的时间为 8~9 月，因此要使植株生长健壮，作物生长所需的养分三要素不能缺少，并需及时得到补充供应。

表 4 不同施肥处理对异株荨麻地茎生长情况的影响 (单位: cm)

**Table 4 The effect of different fertilization levels on diameter of stinging nettle(unit:cm)**

处理	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
1	0.65	0.88	1.08	1.43	1.97
2	0.78	1.07	1.61	2.52	3.12
3	0.98	0.88	1.81	2.46	3.00
4	0.70	0.86	1.49	2.04	3.48
5	1.14	1.09	1.80	2.67	4.08
6	0.92	0.94	1.46	2.48	3.36
7	1.09	1.36	1.90	2.88	4.10
8	1.04	1.12	1.56	2.30	3.57
9	0.84	1.06	1.50	2.10	3.16
10	0.79	0.83	1.45	1.98	2.44
11	1.05	1.17	1.60	2.20	2.54
12	0.68	0.99	1.68	2.34	3.25
13	0.79	0.95	0.92	1.32	1.57
14	0.84	0.91	0.94	1.23	1.84
15	0.94	1.08	1.04	1.39	1.82
16	0.11	1.28	1.68	2.07	2.41

以上数据表明，处理 7 的配方施肥对荨麻的株高和地茎均有明显的增加，而且比其他处理增加量和增加率都高。说明处理 7 的施肥配方和用量为最佳组合。

### 3.1.3 不同施肥处理对荨麻叶片数和叶面积的影响

表 5 不同施肥处理对异株荨麻单株叶片数的影响

Table 5 The effect of different fertilization levels on leaf number of stinging nettle

处理	5月	6月	7月	8月	9月
1	6.1	7.2	10.6	13.8	15.8
2	6.6	6.8	13.2	16.0	20.0
3	6.4	8.0	13.6	17.6	19.2
4	6.6	8.8	14.4	15.6	18.0
5	7.0	8.0	13.6	14.0	16.8
6	6.4	9.2	13.6	18.0	18.6
7	8.4	11.2	16.4	19.6	21.1
8	8.2	9.6	14.0	16.8	21.0
9	7.4	8.0	14.4	16.6	19.2
10	8.2	9.6	14.4	18.4	21.2
11	7.2	9.2	13.2	16.8	17.6
12	7.8	8.4	14.4	18.0	20.0
13	7.8	8.3	9.2	7.6	8.8
14	7.2	7.6	10.8	12.4	14.4
15	6.6	6.9	8.8	10.8	12.4
16	7.9	8.8	10.1	12.5	13.0

表 6 不同施肥处理对异株荨麻单株叶片面积的影响

Table6 The effect of different fertilization levels on leaf area of stinging nettle

处理	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
1	1.70	2.11	4.20	15.67	20.11
2	2.81	3.01	4.36	17.22	23.87
3	2.30	3.45	4.76	18.32	23.77
4	2.21	2.68	3.32	10.46	15.24
5	1.80	2.34	4.41	14.26	17.99
6	4.46	4.66	5.29	20.73	24.10
7	4.61	4.75	7.00	25.69	27.65
8	5.00	5.12	8.30	22.84	33.12
9	3.08	3.09	4.06	11.42	16.65
10	3.98	4.21	4.41	19.06	23.89
11	3.09	3.32	4.61	22.15	29.56
12	3.78	4.12	5.85	20.87	34.86
13	2.18	3.77	4.38	13.04	20.11
14	1.70	2.77	3.84	13.37	19.99
15	2.11	2.31	4.84	16.33	20.34
16	3.11	3.56	4.88	14.52	19.78

叶片是植物进行光合作用的场所，是生长和发育所需有机物质的供应源。叶面积大，光合功能强，净同化效率高，合成的碳水化合物多。因此，叶片的形状和大小与荨麻的产量和品质有一定的关系。荨麻叶片的光合效率与叶面积的相关性很大，并且叶面积的田间变化还可作为生产中肥、水管理好坏的检验标志和指导生产的参考依据。

不同氮磷钾组合之间荨麻单株叶片数的差异是显著的（见表 5），从表中可以看出，单株叶片数的变化呈现了一定的趋势，处理 7 达到了对照的 143.4%，其次是处理 10=134.2%>处理 8=130.1%>处理 12=128.2%>处理 6=122.9%，除烧苗的四组外超过了对照的叶片数，表现了复肥型明显而稳定的优势。与此同时，双肥的单株叶片数明显低于复肥，而且施氮肥几乎为零的组合对叶片数的影响最大，说明了氮磷钾对荨麻的单株叶片数贡献率为氮>磷>钾。

这与生长指标的变化具有极大的相似性，说明优化的肥料组合在生长指标的各个方面均能表现出优越性，可以通过施肥设计找出最佳施肥量和配比组合。

在叶面积上，差异不太明显，但也能看出以上规律，说明不合理的单施某种肥料往往会导致营养的极度不平衡，可能效果比不施肥还差。

## 3.2 施肥对荨麻营养成分的影响分析

### 3.2.1 对荨麻灰分及粗蛋白含量的影响

本试验对荨麻粗灰分和粗蛋白质含量测定结果列于表 7 中。

表 7 不同施肥处理荨麻灰分、粗蛋白含量的影响（单位：%）

Table7 The effect of different fertilization levels on ash and crude protein of stinging nettle(unit:%)

处理	灰分	粗蛋白	处理	灰分	粗蛋白
1	23.10	12.89	9.00	26.00	16.23
2	26.50	14.78	10.00	26.00	17.16
3	24.50	13.45	11.00	29.00	16.23
4	25.50	12.99	12.00	26.50	16.70
5	26.00	16.70	13.00	25.40	17.16
6	31.00	16.70	14.00	26.80	17.62
7	26.00	15.97	15.00	27.60	17.34
8	28.50	15.77	16.00	27.90	17.62

粗灰分是在植物组织产品分析中，样品经高温灼烧，有机物中的碳、氢、氧等物质与氧结合而成二氧化碳和水蒸汽而碳化，残留物呈无色或灰白色的氧化物。它主要

是各种金属元素的碳酸盐、硫酸盐、磷酸盐、硅酸盐、氯化物等。是产品中无机营养物质的总和，是评价营养状况的参考指标之一。灰分含量高，说明苧麻中各种灰分元素——如氮、磷、钾、钙、镁、钠和多种微量元素含量就高，苧麻品质就好，反之品质就差。

表 8 灰分方差分析表

Table 8 The analysis of variance on ash

变异来源	DF	SS	MS	F	Fa
氮肥	3	18.75	6.25	23.99*	F <sub>0.05</sub> =9.28
磷肥	3	13.59	4.53	17.39*	F <sub>0.01</sub> =29.50
钾肥	3	8.42	2.81	10.77*	
微肥	3	10.64	3.55	13.61*	
误差	3	0.78	0.26		
总计	15	52.19			

由方差分析结果可知，A、B、C、D 四个因素差异均达到显著水平。可见氮肥、磷肥、钾肥和微肥都是影响苧麻叶片中灰分含量的重要因素，且据 F 值可知，其影响的主次顺序为：氮肥 > 磷肥 > 微肥 > 钾肥。下面分别对四因素各水平进行多重比较，结果见表 9 至表 12。

表 9 A 因素（氮肥）各水平均值多重比较

Table 9 The multiple comparison on A factor (N)

A 因素	A <sub>2</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>
水平均值	27.875	26.925	26.875	24.900
5%显著性	a	a	a	b

由表 9 可看出，A<sub>2</sub>、A<sub>4</sub>、A<sub>3</sub> 显著优于 A<sub>1</sub>，而 A<sub>2</sub>、A<sub>4</sub>、A<sub>3</sub> 间差异不显著。即氮肥施用量为 0.12g/kg 土、0.24 g/kg 土、0.48 g/kg 土的苧麻叶片中灰分含量显著高于氮肥施用量 0.06 g/kg 土苧麻叶片灰分含量。而氮肥施用量为 0.12 g/kg 土、0.24 g/kg 土、0.48 g/kg 土的灰分无显著差异，所以氮肥施用量选取 A<sub>2</sub>(0.12 g/kg 土)或 A<sub>4</sub>(0.48 g/kg 土)或 A<sub>3</sub> (0.24 g/kg 土)。

表 10 B 因素（磷肥）各水平均值多重比较

Table 10 The multiple comparion on B factor(P)

B 因素	B2	B4	B3	B1
水平均值	27.575	27.100	26.775	25.125
5%显著性	a	a	ab	b

由表 10 可知, B<sub>2</sub>、B<sub>4</sub> 显著优于 B<sub>1</sub>, 而 B<sub>2</sub> 与 B<sub>4</sub>、B<sub>2</sub> 与 B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub> 与 B<sub>3</sub>、B<sub>3</sub> 与 B<sub>1</sub> 间差异不显著。即磷肥施用量为 0.03 g/kg 土、0.06 g/kg 土、0.12 g/kg 土的苧麻叶片中灰分含量显著高于磷肥施用量为 0.01 g/kg 土的苧麻叶片中灰分含量。而磷肥施用量为 0.03 g/kg 土与 0.12 g/kg 土、0.03 g/kg 土与 0.06 g/kg 土、0.12 g/kg 土与 0.06 g/kg 土的灰分含量高均无显著差异。所以磷肥施用量选取 B<sub>2</sub> (0.03 g/kg 土) 或 B<sub>4</sub> (0.12 g/kg 土)。

表 11 C 因素（钾肥）各水平均值多重比较

Table 11 The multiple comparion on C factor(K)

C 因素	C1	C2	C3	C4
水平均值	27.750	26.650	26.450	25.725
5%显著性	a	ab	ab	b

由表 11 可看出, C<sub>1</sub> 显著优于 C<sub>4</sub>, 而 C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub> 和 C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub> 间差异不显著。即钾肥施用量为 0.02g/kg 土的苧麻叶片灰分含量显著高于钾肥施用量为 0.20g/kg 土的灰分含量; 但钾肥施用量为 0.02g/kg 土、0.05g/kg 土、0.10g/kg 土的灰分含量差异不显著; 钾肥施用量为 0.05g/kg 土、0.10g/kg 土、0.20g/kg 土的灰分含量差异也不显著。因此钾肥施用量选取 C<sub>1</sub> (0.02g/kg 土)、C<sub>2</sub> (0.05g/kg 土)、C<sub>3</sub> (0.10g/kg 土)。

表 12 D 因素（微肥）各水平均值多重比较

Table 12 The multiple comparion on D factor(trace factor)

D 因素	D4	D2	D3	D1
水平均值	27.525	27.350	26.100	25.600
5%显著性	a	a	ab	b

由表 12 可知, D<sub>4</sub>、D<sub>2</sub> 显著优于 D<sub>1</sub>, 而 D<sub>4</sub>、D<sub>2</sub>、D<sub>3</sub> 和 D<sub>3</sub>、D<sub>1</sub> 间差异不显著。

即微肥施用量为 0.017mg/kg 土和 0.068mg/kg 土的灰分含量显著高于微肥施用量为 0.009mg/kg 土的灰分含量；而微肥施用量为 0.017mg/kg 土、0.034mg/kg 土、0.068mg/kg 土和 0.034mg/kg 土、0.009mg/kg 土的灰分含量差异不显著。因此微肥施用量应选取 D<sub>4</sub> (0.068mg/kg 土) 或 D<sub>2</sub> (0.017mg/kg 土)。

经以上方差分析和多重比较结果来看，对苜蓿叶片中灰分含量 A、B、C、D 四因素的最佳组合为：A<sub>2</sub> B<sub>2</sub> C<sub>1</sub> D<sub>4</sub>。即五种肥料配比的最佳用量分别为：氮肥 0.12g/kg 土、磷肥 0.03g/kg 土、钾肥 0.02g/kg 土、微肥 0.068mg/kg 土。

蛋白质是植物的重要组成部分，也是农产品品质中最重要的成分。蛋白质是生命的物质基础，它的含量是衡量农、畜、水产品品质和营养价值的重要指标。测定植物中蛋白质的含量，对其品质鉴定、品种选育、改善作物剩余条件和调节作物体内新陈代谢，以提高蛋白质含量等有重要意义，也对产品加工方式及其产品质量有影响。

表 13 粗蛋白质方差分析表

Table 13 The analysis of variance on crude protein

变异来源	DF	SS	MS	F	F <sub>α</sub>
氮肥	3	34.33	11.44	114.40**	F <sub>0.05</sub> =9.28
磷肥	3	1.97	0.66	6.60	F <sub>0.01</sub> =29.50
钾肥	3	0.97	0.32	3.20	
微肥	3	0.49	0.16	1.60	
误差	3	0.29	0.10		
总计	15	38.06			

由上表可知，因素 A 差异达极显著水平；因素 B、C、D 差异不显著。这说明氮肥对粗蛋白质含量来说是重要因素，磷肥、钾肥和微肥为不重要因素。由 F 值可知，四因素对粗蛋白含量作用的主次顺序为：氮肥 > 磷肥 > 钾肥 > 微肥。下面对 A 因素做多重比较，而 B、C、D 因素取任何水平都认为差异不显著。

表 14 A 因素（氮肥）各水平均值多重比较

Table 14 The multiple comparion on A factor (N)

A 因素	A <sub>4</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>
水平均值	17.44	16.58	16.29	13.53
5%显著性	a	ab	ab	b
1%显著性	A	B	B	B

由表 14 可看出, A<sub>4</sub> 显著优于 A<sub>3</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>1</sub>。即氮肥施用量为 0.48g/kg 土的苧麻叶片中粗蛋白含量显著高于施肥量为 0.06g/kg 土、0.12g/kg 土、0.24g/kg 土的苧麻叶片中粗蛋白含量。因此氮肥用量选取 A<sub>4</sub> (0.48g/kg 土)。

B、C、D 三因素用方差分析法差异不显著, 但从图中可以看出, 各种肥料取不同水平时, 粗蛋白含量还是有所不同。粗蛋白质含量达最大值时的各肥料用量分别为: 磷肥 0.03g/kg 土、钾肥 0.05g/kg 土、微肥 0.034mg/kg 土。

由表 14 和图 1 可知, 在本实验条件下, 粗蛋白质达最大值时各种肥料配比的最佳组合为: A<sub>4</sub> B<sub>2</sub> C<sub>2</sub> D<sub>3</sub>, 即五种肥料配比的最佳用量分别为: 氮肥 0.48g/kg 土、磷肥 0.03g/kg 土、钾肥 0.05g/kg 土、微肥 0.034mg/kg 土。

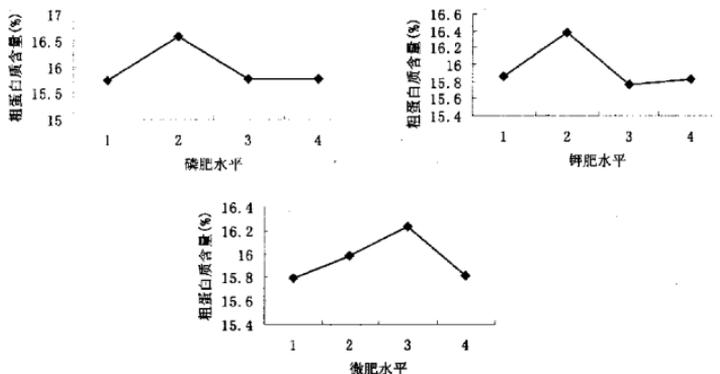


图 1 因素与指标关系图

Fig. 1 relation of factor and target

### 3.2.2 对苧麻粗脂肪含量测定

表 15 是苧麻叶片中粗脂肪的含量结果。结果表明不同施肥处理苧麻叶片中粗脂肪含量在 5.01%--7.33%之间。同日常栽培蔬菜菠菜 (4.37%) 相比较, 苧麻粗脂肪含量高于菠菜。

表 15 不同施肥处理荨麻叶片中粗脂肪含量的影响 (单位: %)

Table 15 The effect of different fertilization levels on crude fat of stinging nettle(unit:%)

处理号	粗脂肪	处理号	粗脂肪	处理号	粗脂肪	处理号	粗脂肪
1	7.33	5	7.07	9	5.33	13	7.01
2	7.19	6	6.44	10	6.97	14	6.61
3	6.24	7	5.12	11	5.26	15	6.31
4	6.94	8	5.13	12	6.64	16	5.01

表 16 粗脂肪方差分析表

Table 16 The analysis of variance on crude fat

变异来源	DF	SS	MS	F	Fa
氮肥	3	2.34	0.78	1.10	F <sub>0.05</sub> =9.28
磷肥	3	3.45	1.15	1.62	F <sub>0.01</sub> =29.5
钾肥	3	2.41	0.80	1.13	
微肥	3	0.16	0.05	0.08	
误差	3	2.12	0.71		
总计	15	10.50			

由表 16 可看出, 四种肥料配比对荨麻叶片中的粗脂肪含量影响都不显著。即氮肥、磷肥、钾肥、微肥对粗脂肪含量无影响, 取任何水平都可以。

### 3.2.3 对荨麻维生素 C 和可溶性糖含量的影响

很多研究已经证实了适量施用氮肥能提高蔬菜产品中的 Vc 含量, 但用量过高通常会降低 Vc 的含量。在很多情况下, 蔬菜的氮肥产量效应与产品中 Vc 含量的消长不是平行的。氮肥用量对蔬菜糖分含量的影响与其对 Vc 含量的趋势基本相同。在适宜范围内, 蔬菜叶片中糖分含量随着施氮量的增加而增加, 通常情况下, 高量施用氮肥会降低蔬菜中的糖分含量。

钾肥对作物品质影响的研究资料为数极少, 特别是大田蔬菜, 国内学者的大多数研究结果表明了施用钾肥可以明显提高蔬菜产品中 Vc 的含量。钾肥施用对蔬菜 Vc 含量提高作用的大小因蔬菜种类、土壤的养分含量和栽培条件不同而有变化。钾肥的施用可以提高蔬菜产品中的糖分含量。钾肥对蔬菜糖分含量影响的差异是由于陪伴离

子的不同而引起的植株对钾素吸收、利用效率和方式的不同而造成的。

钾肥和氮肥的影响一样，都是在一定氛围内随着施用数量的增加，蔬菜 Vc 含量提高，而后呈下降的趋势，氮肥的下降幅度比钾肥的大。总的来看，影响蔬菜 Vc 含量的氮钾肥料用量水平低，且范围较窄。

表 17 不同处理荨麻叶片中维生素 C 和可溶性糖含量的影响 (单位: mg/100g)

Table 17 The effect of different fertilization levels on Vc and soluble sugar of stinging nettle(unit: mg/100g)

处理	维生素 C	可溶性糖	处理	维生素 C	可溶性糖
1	0.279	14.210	9	0.334	16.100
2	0.296	14.260	10	0.338	15.710
3	0.299	15.030	11	0.325	16.360
4	0.304	14.290	12	0.341	16.590
5	0.337	14.700	13	0.312	13.280
6	0.322	14.250	14	0.315	12.980
7	0.342	15.460	15	0.324	14.230
8	0.356	15.340	16	0.306	13.870

表 18 维生素 C 方差分析表

Table18 The analysis of variance on Vc

变异来源	DF	SS	MS	F	Fa
氮肥	3	0.00505	0.00168	66.232**	F <sub>0.05</sub> =9.28
磷肥	3	0.000302	0.00010075	3.963	F <sub>0.01</sub> =29.5
钾肥	3	0.000858	0.000286	11.262*	
微肥	3	2.025E-05	6.75E-06	0.265	
误差	3	7.625E-05	2.54E-05		
总计	15	0.00630			

由表 18 可以看出，不同氮肥水平对荨麻叶片中维生素 C 含量差异极显著，不同钾肥水平对荨麻叶片中维生素 C 含量差异显著，磷肥和微量元素对荨麻叶片中维生

素 C 含量差异不显著。由 F 值可以看出, 四因素对维生素 C 含量影响的主次顺序为: 氮肥 > 钾肥 > 磷肥 > 微肥。下面对 A 因素和 C 因素即氮肥和钾肥做多重比较, B 因素和 D 因素认为取任何水平对维生素 C 的含量差异都不显著。

表 19 A 因素 (氮肥) 各水平平均值的多重比较

Table 19 The multiple comparison on A factor (N)

A 因素	A2	A3	A4	A1
水平均值	0.339	0.335	0.314	0.295
5%显著水平	a	a	b	c
1%显著水平	A	A	B	C

由表 19 可得, A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>极显著优于 A<sub>1</sub>, A<sub>4</sub>显著优于 A<sub>1</sub>; A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>显著优于 A<sub>4</sub>; A<sub>2</sub>与 A<sub>3</sub>间差异不显著。即氮肥施用量为 0.12g/kg 土和 0.24g/kg 土的维生素 C 含量极显著大于 0.06g/kg 土的维生素 C 含量, 还显著大于 0.48g/kg 土的维生素 C 含量。但氮肥施用量为 0.12g/kg 土和 0.24g/kg 土的苜蓿叶片中维生素 C 含量差异不显著。因此, 氮肥施用量选取 A<sub>2</sub> (0.12g/kg 土) 或 A<sub>3</sub> (0.24g/kg 土)。

表 20 C 因素 (钾肥) 各水平平均值的多重比较

Table 20 The multiple comparison on C factor (P)

C 因素	C3	C2	C4	C1
水平均值	0.326	0.325	0.324	0.308
5%显著水平	a	ab	ab	b

由表 20 可以看出, C<sub>3</sub>显著于 C<sub>1</sub>, 而 C<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>4</sub>和 C<sub>2</sub>、C<sub>4</sub>、C<sub>1</sub>间差异不显著。即钾肥施用量为 0.10g/kg 土的维生素 C 含量显著高于钾肥施用量为 0.02g/kg 土的维生素 C 含量, 而钾肥施用量为 0.05g/kg 土、0.10g/kg 土、0.20g/kg 土和 0.05g/kg 土、0.20g/kg 土、0.02g/kg 土之间差异不显著。所以, 钾肥施用量选取 C<sub>3</sub> (0.10g/kg 土)。

B、D 两因素方差分析差异不显著, 但从图 2 可以看出 B、D 两因素取不同水平还是有差异的。维生素 C 含量达最大值时 B、D 的水平为: 0.12g/kg 土、0.017mg/kg 土。

所以，不同施肥处理苧麻叶片中维生素 C 含量达到最大值时氮肥、磷肥、钾肥、微肥的施肥量不同值为：A<sub>2</sub> (0.12g/kg 土) 或 A<sub>3</sub> (0.24g/kg 土)、B<sub>4</sub> (0.12g/kg 土)、C<sub>3</sub> (0.10g/kg 土)、D<sub>2</sub> (0.017mg/kg 土)

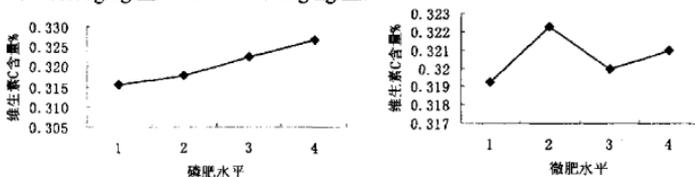


图 2 因素与指标关系图

Fig. 2 relation of factor and target

表 21 可溶性糖方差分析表

Table 21 The analysis of variance on soluble sugar

变异来源	DF	SS	MS	F	Fa
氮肥	3	14.15	4.71	52.49**	F <sub>0.05</sub> =9.28
磷肥	3	2.28	0.76	8.48	F <sub>0.01</sub> =29.5
钾肥	3	0.21	0.072	0.80	
微肥	3	0.029	0.0099	0.11	
误差	3	0.26	0.089		
总计	15	16.95			

由表 21 可以得出，不同氮肥施用量对苧麻叶片中可溶性糖含量差异达极显著水平。B、C、D 因素对可溶性糖含量差异不显著。由 F 值可以看出，不同施肥对苧麻叶片中可溶性糖含量影响的主次顺序为：氮肥>磷肥>钾肥>微肥。下面对 A 因素做多重比较，B、C、D 因素认为取任何水平对可溶性糖含量差异都不显著。

表 22 A 因素 (氮肥) 各水平均值的多重比较

Table 22 The multiple comparion on A factor (N)

A 因素	A3	A2	A1	A4
水平均值	16.190	14.938	14.448	13.590
5%显著水平	a	bc	bc	c
1%显著水平	A	B	BC	C

由表 22 可以看出,  $A_3$  极显著于  $A_4$ ,  $A_3$  显著于  $A_2$  和  $A_1$ ;  $A_2$  显著于  $A_4$ ,  $A_1$  和  $A_4$  之间差异不显著。即氮肥施用量为  $0.24\text{g/kg}$  土时苜蓿叶片中可溶性糖含量极显著于氮肥施用量为  $0.48\text{g/kg}$  土, 氮肥施用量为  $0.24\text{g/kg}$  土显著高于  $0.12\text{g/kg}$  土和  $0.06\text{g/kg}$  土; 氮肥施用量为  $0.12\text{g/kg}$  土的显著高于  $0.48\text{g/kg}$  土可溶性糖含量; 氮肥施用量为  $0.06\text{g/kg}$  土和  $0.48\text{g/kg}$  土之间可溶性糖含量差异不显著。所以, 氮肥施用量选取  $A_3$  ( $0.24\text{g/kg}$  土) 水平时, 苜蓿叶片中可溶性糖含量达到最高。

B、C、D 三因素在方差分析条件下差异不显著, 但从图 3 可以看出 B、C、D 三因素取不同水平时还是有差异的。苜蓿叶片中可溶性糖含量达到最高时 B、C、D 三因素的水平值分别为:  $0.06\text{g/kg}$  土、 $0.05\text{g/kg}$  土、 $0.034\text{mg/kg}$  土。

经上方差分析和多重比较结果来看, 对苜蓿叶片中可溶性糖含量 A、B、C、D 四因素的最佳组合为:  $A_3 B_3 C_2 D_3$ , 即五种肥料配比的最佳用量分别为: 氮肥  $0.24\text{g/kg}$  土、磷肥  $0.06\text{g/kg}$  土、钾肥  $0.05\text{g/kg}$  土、微肥  $0.034\text{mg/kg}$  土。

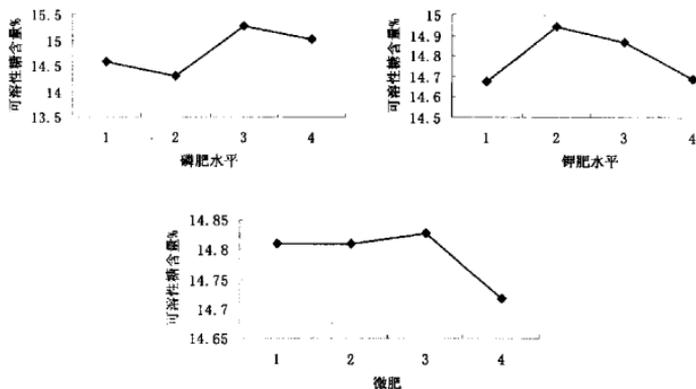


图 3 因素与指标关系图

Fig. 3 relation of factor and target

### 3.2.4 施肥对苜蓿叶片中氮、磷、钾含量的影响

#### 3.2.4.1 施肥对苜蓿叶中氮含量的影响

苜蓿叶中氮含量的方差分析同粗蛋白质方差分析。见表 13。

#### 3.2.4.2 施肥对苜蓿叶中磷含量的影响

苜蓿叶中全磷含量测定结果见表

表 23 不同施肥处理苧麻叶片中磷含量的影响 (单位: %)

Table 23 The effect of different fertilization levels on P of stinging nettle (unit:%)

处理号	磷含量	处理号	磷含量	处理号	磷含量	处理号	磷含量
1	0.060	5	0.064	9	0.059	13	0.059
2	0.063	6	0.070	10	0.067	14	0.063
3	0.073	7	0.073	11	0.070	15	0.076
4	0.061	8	0.063	12	0.067	16	0.072

对表 23 中全磷含量数据进行方差分析得表 24 结果。

表 24 苧麻叶中磷含量方差分析表

Table 24 The analysis of variance on P of stinging nettle

变异来源	DF	SS	MS	F	Fa
氮肥	3	3.07E-05	1.02E-05	1.87	F0.05=9.28
磷肥	3	0.00031	0.000104	19.02*	F0.01=29.5
钾肥	3	3.67E-05	1.22E-05	2.23	
微肥	3	5.76E-05	1.92E-05	3.50	
误差	3	1.64E-05	5.48E-06		
总计	15	0.00045			

由表 24 可知, 因素 B 差异达显著水平, A、C、D 差异都不显著。可见磷是影响叶片中磷含量的主要因素, 而氮肥、钾肥、微肥是非主要因素。由 F 值可知, 影响叶片中磷含量因素的主次顺序为: 磷肥 > 微肥 > 钾肥 > 氮肥。下面对磷肥各水平做多重比较, 而氮肥、钾肥、微肥取任何水平都认为差异不显著。

表 25 B 因素(磷肥)各水平均值多重比较

Table 25 The multiple comparion on B factor (P)

B 因素	B3	B2	B4	B1
水平均值	0.073	0.066	0.066	0.060
5%显著水平	a	ab	ab	b

由表 25 可看出, B<sub>3</sub> 显著优于 B<sub>2</sub>、B<sub>4</sub>、B<sub>1</sub>。即磷肥施用量为 0.06g/kg 土的荨麻叶片磷含量显著高于其它水平。因此磷肥用量选取 B<sub>3</sub>。

A、C、D 三因素用方差分析法差异不显著, 但从图 4 中可以看出, 各种肥料取不同水平时, 叶片中磷含量还是有所不同。磷含量达最大值时的各肥料用量分别为: 氮肥 0.48g/kg 土、钾肥 0.02g/kg 土、微肥 0.034mg/kg 土。

由表 25 和图 4 可知, 在本试验条件下, 对荨麻叶片中磷含量 A、B、C、D 四因素的最佳组合为: A<sub>4</sub> B<sub>3</sub> C<sub>1</sub> D<sub>3</sub>, 即五种肥料配比的最佳用量分别为: 氮肥 0.48g/kg 土、磷肥 0.06g/kg 土、钾肥 0.02g/kg 土、微肥 0.034mg/kg 土。

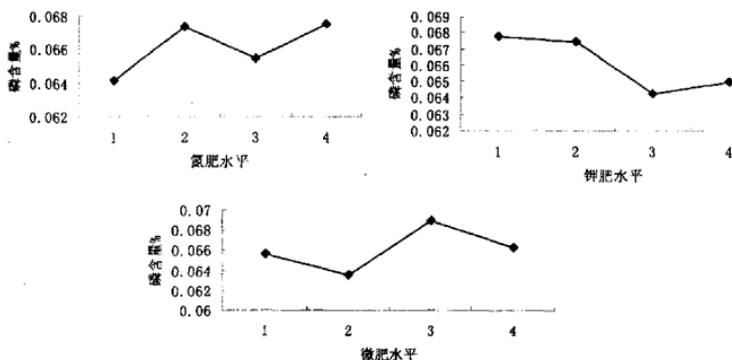


图 4 因素与指标关系图

Fig. 4 relation of factor and target

### 3.2.4.3 施肥对荨麻叶片中钾含量的影响

表 26 不同施肥处理对荨麻叶片中钾含量的影响 (单位: %)

Table 26 The effect of different fertilization levels on K of stinging nettle (unit:%)

处理号	钾含量	处理号	钾含量	处理号	钾含量	处理号	钾含量
1	4.03	5	4.21	9	4.23	13	4.62
2	3.89	6	4.16	10	4.59	14	4.22
3	4.67	7	4.97	11	4.25	15	4.45
4	4.81	8	4.31	12	4.45	16	4.26

将表 26 中数据进行方差分析得表 27 结果。

由方差分析结果可知，C 因素差异达显著水平，A、B、D 因素差异都不显著。可见钾是影响苧麻叶片中全钾含量的主要因素，而氮肥、磷肥、微肥都是非主要因素。由 F 值可知，影响叶片中全钾含量的主次顺序为钾肥>磷肥>微肥>氮肥。下面对钾肥各水平做多重比较，而氮肥、磷肥、微肥取任何水平都认为差异不显著。

表 27 苧麻叶片中钾含量方差分析表

Table 27 The analysis of variance on K of stinging nettle

变异来源	DF	SS	MS	F	F <sub>α</sub>
氮肥	3	0.00795	0.00265	0.164	F <sub>0.05</sub> =9.28
磷肥	3	0.347	0.116	7.180	F <sub>0.01</sub> =29.5
钾肥	3	0.778	0.259	16.088*	
微肥	3	0.0714	0.0238	1.477	
误差	3	0.0484	0.0161		
总计	15	1.253			

由表 28 可看出，C<sub>4</sub> 显著优于 C<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>1</sub>，即钾肥施用量为 0.20g/kg 土的苧麻叶片钾含量显著高于其它水平。因此钾肥用量选取 C<sub>4</sub>。

表 28 C 因素（钾肥）各水平均值多重比较

Table 28 The multiple comparison on C factor (K)

C 因素	C <sub>4</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>
水平均值	4.75	4.36	4.25	4.12
5%显著水平	a	ab	b	b

A、B、D 三因素用方差分析法差异不显著，但从图 5 中可以看出，各种肥料取不同水平时，叶片中钾含量还是有所不同。钾含量达最大值时的各肥料用量分别为：氮肥 0.12g/kg 土、磷肥 0.06g/kg 土、微肥 0.034mg/kg 土。

由表 28 和图 5 可知，在本试验条件下，对苧麻叶片中钾含量 A、B、C、D 四因素的最佳组合为：A<sub>2</sub> B<sub>3</sub> C<sub>4</sub> D<sub>3</sub>。即五种肥料配比的最佳用量分别为：氮肥 0.12g/kg 土、磷肥 0.06g/kg 土、钾肥 0.20g/kg 土、微肥 0.034mg/kg 土。

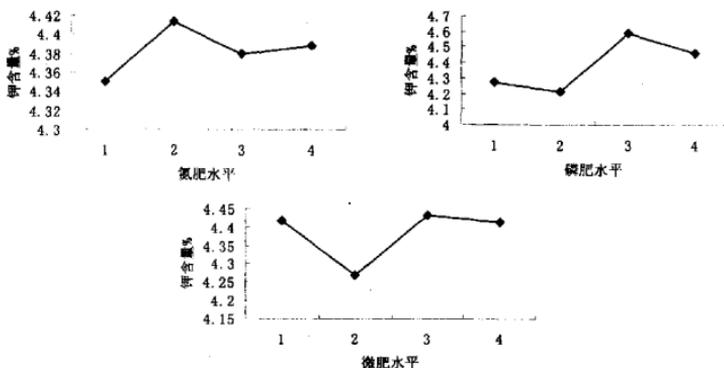


图5 因素与指标关系图

Fig. 5 relation of factor and target

### 3.2.5 施肥对荨麻叶片中其他矿质元素含量的影响

表 29 不同施肥处理荨麻叶片中矿质元素含量的影响 (单位: mg/100g)

Table 29 The effect of different fertilization levels on nutrient element of stinging nettle(unit: mg/100g)

施肥处理	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
1	285.400	86.200	112.180	17.280	1.130	1.150
2	283.200	74.000	103.540	16.900	1.286	0.568
3	263.000	74.400	95.460	17.560	1.320	0.746
4	245.600	58.400	98.300	17.260	1.118	0.846
5	277.600	86.000	96.380	21.280	1.422	0.746
6	296.200	74.000	86.200	20.920	0.888	0.974
7	253.400	82.400	101.260	16.900	2.138	0.518
8	274.200	83.600	117.100	17.160	1.258	0.522
9	247.600	55.000	122.980	17.340	1.528	0.396
10	279.400	63.000	98.640	17.520	1.200	0.446
11	250.600	57.400	96.780	17.200	1.036	0.716
12	306.800	84.600	101.060	17.220	1.248	1.058
13	281.000	63.200	116.640	17.440	1.062	0.530
14	268.800	58.000	97.780	16.980	1.462	0.426
15	278.200	59.800	83.820	17.520	1.356	0.706
16	234.600	58.600	85.480	17.060	1.124	0.524

人体矿质元素的代谢平衡是“阴平阳秘”的一个组成部分。矿质元素的代谢失衡常可致阴阳失衡和发生病变。反之，机体阴阳失衡又可出现矿质元素缺乏所致（曹治权，1993）。大量的研究表明，矿质元素与心脑血管疾病的病因及发病机制有密切关系，心脑血管病人体内的铁、锌、锰、铜等微量元素的含量均比健康人低。实验表明，不同施肥处理的苜蓿叶片中都富含人体必需的矿质元素，其平均含量以铁为最高，依次为锌、锰、铜，表明苜蓿叶片作为野生蔬菜食用可以补充和调整机体失衡的矿质元素，调节机体的代谢，对心脑血管疾病会有一定的益处，尤其春季食用最佳。

### 3.2.5.1 对苜蓿叶片中钙、镁含量的影响

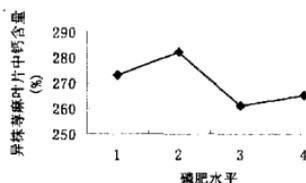
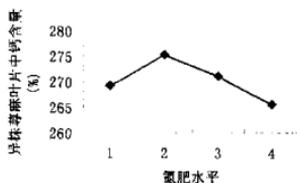
研究表明，钙在体内有降压和减少中风的发病率的作用。镁是植物的“绿色血液”——叶绿素中的唯一代谢成分。镁是人体内能量代谢和许多酶促反应的激活剂，镁可改善冠状动脉血流量，有效清除氧自由基，可调节细胞内外的钠、钙转运，低镁可导致心脑血管紊乱，促进动脉粥样硬化的形成。心脑血管疾病患者体内钙、镁含量均低于正常值。且高血压患者血清中Ca/Mg比值高于13可能对缓解心脑血管疾病的发病危险有一定作用。苜蓿叶片中含有大量的钙、镁矿质元素，食用后可以补充人体内钙、镁含量，对人体减少疾病大有好处。

表 30 苜蓿叶片中钙含量的方差分析

Table 30 The analysis of variance on Ca of stinging nettle

变异来源	DF	SS	MS	F	Fa
氮肥	3	195.02	65.0067	0.0708	F <sub>0.05</sub> =9.28
磷肥	3	989.24	329.7467	0.3594	F <sub>0.01</sub> =29.5
钾肥	3	1404.34	468.1133	0.5102	
微肥	3	513.86	171.2867	0.1867	
误差	3	2752.30	917.4333		
总计	15	5854.76			

由以上方差分析结果可知，A、B、C、D 四因素差异均不显著，说明上述四种肥料在本试验范围内对异株苜蓿叶片中钙含量的影响均不显著，因此不必做多重比较。



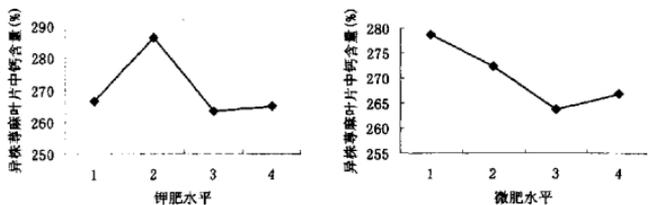


图 6 因素与指标关系图

Fig. 6 relation of factor and target

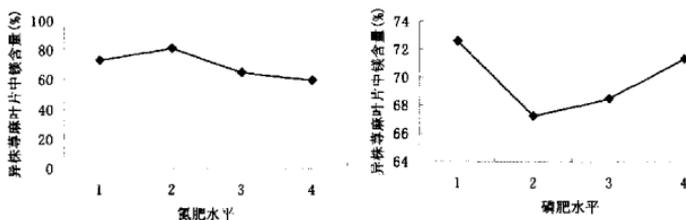
但从图 6 的因素与指标关系图可以看出, 在本试验施肥范围内, 使异株荨麻叶片中钙含量达到最大值时的各肥料用量分别为: 氮肥 0.12g/kg 土、磷肥 0.03g/kg 土、钾肥 0.05g/kg 土、微肥 0.009mg/kg 土。

表 31 荨麻叶片中镁含量的方差分析

Table 31 The analysis of variance on Mg of stinging nettle

变异来源	DF	SS	MS	F	F <sub>a</sub>
氮肥	3	1079.17	359.72	4.65	F <sub>0.05</sub> =9.28
磷肥	3	72.93	24.31	0.31	F <sub>0.01</sub> =29.5
钾肥	3	214.83	71.61	0.93	
微肥	3	514.01	171.34	2.21	
误差	3	232.19	77.40		
总计	15	2113.12			

由以上方差分析结果可知, A、B、C、D 四因素差异均不显著, 说明上述四种肥料在本试验范围内对异株荨麻叶片中镁含量的影响均不显著, 因此不必做多重比较。



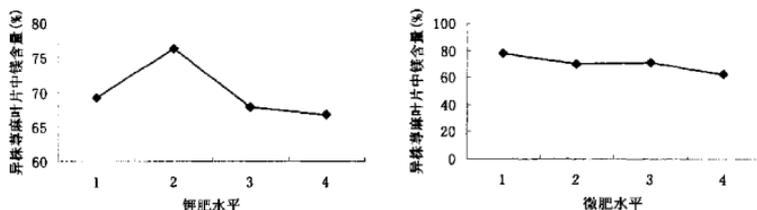


图 7 因素与指标关系图

Fig. 7 relation of factor and target

但由图 7 的因素与指标关系图可以看出, 在本试验施肥范围内, 使异株荨麻叶片中镁含量达到最大值时的各肥料用量分别为: 氮肥 0.12g/kg 土、磷肥 0.01g/kg 土、钾肥 0.05g/kg 土、微肥 0.009mg/kg 土。

### 3. 2. 5. 2 对荨麻叶片中锌、铁含量的影响

锌是人们健康所必需的一种重要微量元素, 人体缺锌尤其是儿童缺锌已经成为世界上普遍关注的问题。目前, 解决这一问题的主要途径是直接服用高浓度的无机和有机锌口服液。但是, 直接服用这种药物锌在体内的吸收利用和对正常代谢产生的副作用是不容忽视的。而且这种直接服用的成本较高, 因此人们寻求一种更为经济有效而且安全的补锌途径来改善人体中缺锌的这种状况。韩永兰等人报告中指出 (韩永兰, 1991): 小白鼠灌喂通过施锌肥含量增加的番茄, 血锌含量比不施锌肥番茄的增加 0.01529mg/100g。说明食物含锌量高的蔬菜补锌效果显著, 并且优于无机锌盐。异株荨麻叶片中锌含量 (17.28 mg/100g) 显著高于普通栽培蔬菜白菜 (4.68mg/100g) 和菠菜 (3.91 mg/100g) 的锌含量。因此, 通过施肥的方式, 增加蔬菜产品中的锌含量, 将锌纳入食物链是有效的补锌措施 (楮天铎等, 1992), 为实际生产提供了一定的科学依据。

表 32 荨麻叶片中锌含量的方差分析

Table 32 The analysis of variance on Zn of stinging nettle

变异来源	DF	SS	MS	F	Fa
氮肥	3	9.64	3.21	2.19	F <sub>0.05</sub> =9.28
磷肥	3	3.94	1.31	0.89	F <sub>0.01</sub> =29.5
钾肥	3	3.29	1.09	0.75	
微肥	3	5.53	1.84	1.25	
误差	3	4.41	1.47		
总计	15	26.81			

由方差分析结果可知, A、B、C、D 四因素差异均不显著, 说明上述四种肥料在本试验范围内对异株荨麻叶片中锌含量的影响不显著, 因此不必做多重比较。

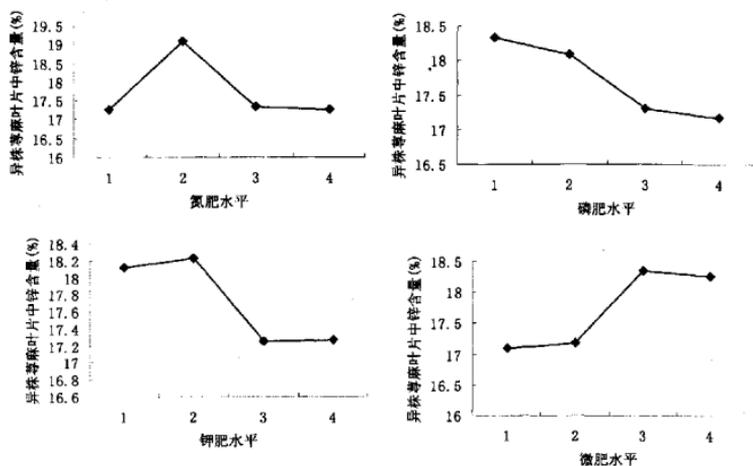


图 8 因素与指标关系图

Fig. 8 relation of factor and target

但从图 8 的因素与指标关系图可以看出, 在本试验施肥范围内, 使异株荨麻叶片中锌含量达到最大值时的各肥料用量分别为: 氮肥 0.12g/kg 土、磷肥 0.01g/kg 土、钾肥 0.05g/kg 土、微肥 0.034mg/kg 土。

表 33 荨麻叶片中铁含量的方差分析

Table 33 The analysis of variance on Fe of stinging nettle

变异来源	DF	SS	MS	F	Fa
氮肥	3	172.061	57.354	1.794	F <sub>0.05</sub> =9.28
磷肥	3	746.191	248.730	7.781	F <sub>0.01</sub> =29.5
钾肥	3	472.514	157.505	4.927	
微肥	3	479.563	159.855	5.001	
误差	3	95.901	31.967		
总计	15	1966.230			

由方差分析结果可知, A、B、C、D 四因素差异均不显著, 说明上述四种肥料在本试验范围内对异株荨麻叶片中铁含量的影响不显著, 因此不必做多重比较。

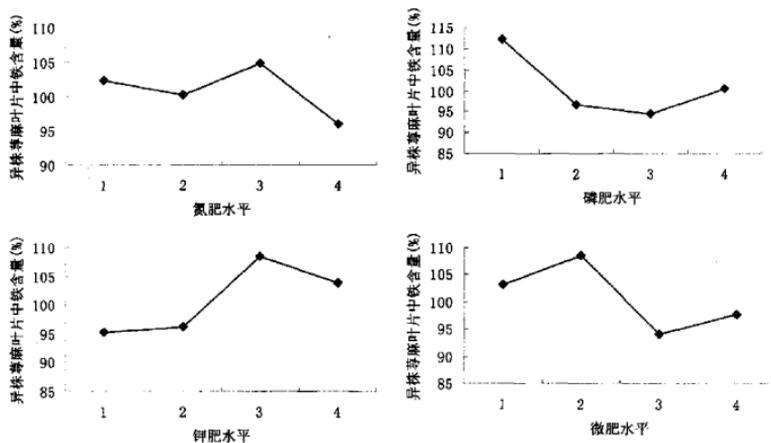


图9 因素与指标关系图

Fig. 9 relation of factor and target

但由图9的因素与指标关系图可以看出,在本试验施肥范围内,使异株荨麻叶片中锌含量达到最大值时的各肥料用量分别为:氮肥0.24g/kg土、磷肥0.01g/kg土、钾肥0.10g/kg土、微肥0.017mg/kg土。

### 3.2.5.3 对荨麻叶片中锰、铜含量的影响

表34 荨麻叶片中锰含量的方差分析

Table 34 The analysis of variance on Mn of stinging nettle

变异来源	DF	SS	MS	F	Fa
氮肥	3	0.161	0.0538	0.745	F <sub>0.05</sub> =9.28
磷肥	3	0.0395	0.0132	0.182	F <sub>0.01</sub> =29.5
钾肥	3	0.271	0.0903	1.251	
微肥	3	0.110	0.0368	0.509	
误差	3	0.217	0.0722		
总计	15	0.798			

由方差分析结果可知, A、B、C、D 四因素差异均不显著, 说明上述四种肥料在本试验范围内对异株荨麻叶片中锰含量的影响不显著, 因此不必做多重比较。

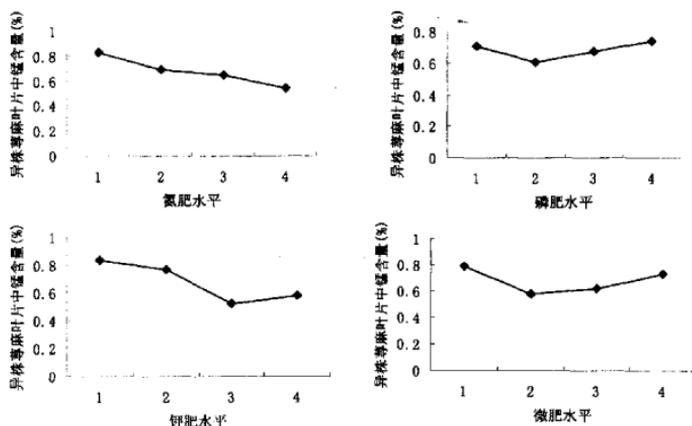


图 10 因素与指标关系图

Fig. 10 relation of factor and target

但从图 10 的因素与指标关系图可以看出, 在本试验施肥范围内, 使异株荨麻叶片中锰含量达到最大值时的各肥料用量分别为: 氮肥 0.06g/kg 土、磷肥 0.12g/kg 土、钾肥 0.02g/kg 土、微肥 0.068mg/kg 土。

表 36 荨麻叶片中铜含量的方差分析

Table 36 The analysis of variance on Cu of stinging nettle

变异来源	DF	SS	MS	F	Fa
氮肥	3	0.1092	0.03641	0.3331	F <sub>0.05</sub> =9.28
磷肥	3	0.1875	0.06251	0.5719	F <sub>0.01</sub> =29.5
钾肥	3	0.3203	0.1068	0.97660	
微肥	3	0.2545	0.08484	0.77620	
误差	3	0.3279	0.1093		
总计	15	1.1995			

由方差分析结果可知, A、B、C、D 四因素差异均不显著, 说明上述四种肥料在本试验范围内对异株荨麻叶片中铜含量的影响不显著, 因此不必做多重比较。

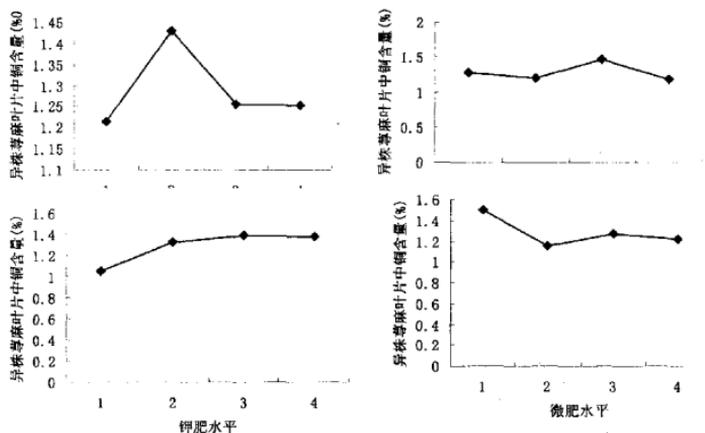


图 11 因素与指标关系图

Fig. 11 relation of factor and target

但从图 11 的因素与指标关系图可以看出, 在本试验施肥范围内, 使异株荨麻叶片中铜含量达到最大值时的各肥料用量分别为: 氮肥 0.12g/kg 土、磷肥 0.06g/kg 土、钾肥 0.10g/kg 土、微肥 0.009mg/kg 土。

### 3.2.6 施肥对荨麻叶片中氨基酸含量的影响

氨基酸是组成一切蛋白质的最基本的单位, 目前已知道的有 20 多种。根据其营养和生理作用分类为必需氨基酸 (essential amino acid, EAA) 和非必需氨基酸。必需氨基酸即不能在体内合成或合成的速度远不能适应机体需要的氨基酸。一般来说, 人体必需的氨基酸有赖氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸、缬氨酸。非必需氨基酸是除上述 8 种必需氨基酸之外, 其它均为非必需氨基酸。

表 37 不同施肥处理对荨麻叶片中氨基酸的组成与含量影响 I (单位: mg/100g)

Table 37 The effect of different fertilization levels on amino acids of stinging nettle I (unit: mg/100g)

名称	处理 1	处理 2	处理 3	处理 4	处理 5	处理 6	处理 7	处理 8
<b>必需氨基酸</b>								
异亮氨酸 Ile	---	18.653	18.059	12.541	10.892	22.200	17.960	18.576
亮氨酸 Leu	---	30.310	26.608	17.593	18.543	34.234	33.103	30.436
赖氨酸 Lys	---	---	---	---	---	30.618	---	---
蛋氨酸 Met	---	24.245	17.798	9.172	18.040	95.640	64.692	15.639
苯丙氨酸 Phe	13.847	20.628	17.644	11.370	10.420	28.036	18.048	22.456
苏氨酸 Thr	18.549	40.634	37.023	29.659	26.911	61.753	45.514	47.662
缬氨酸 Val	9.052	---	---	---	30.016	58.696	44.765	44.208
<b>非必需氨基酸</b>								
酪氨酸 Tyr	---	12.477	6.536	7.419	9.145	13.204	12.796	13.219
精氨酸 Arg	15.280	13.291	54.166	15.123	50.240	58.528	26.069	96.035
组氨酸 His	9.657	15.082	17.041	10.645	8.540	25.708	13.012	18.820
谷氨酸 Glu	57.011	64.165	76.809	62.690	64.266	88.960	98.419	71.500
天门冬氨酸 Asp	31.712	35.381	72.210	41.830	52.990	54.470	54.084	59.881
甘氨酸 Gly	---	31.454	---	34.067	39.647	61.719	78.922	67.973
脯氨酸 Pro	5.692	3.220	2.153	15.723	2.665	4.380	2.199	2.395
丝氨酸 Ser	50.219	89.804	91.443	63.294	89.964	112.519	72.950	107.101
T	211.019	399.343	437.491	331.124	432.281	750.665	582.535	615.902
E	41.445	134.470	117.133	80.335	114.824	331.177	224.082	178.978
E/T	19.64	33.67	26.77	24.26	26.56	44.12	38.47	29.06

注：(T) 总氨基酸含量；(E) 必需氨基酸的含量；(E/T) 必需氨基酸占总氨基酸百分比。

表 38 不同施肥处理对荨麻叶片中氨基酸的组成与含量影响 II (单位: mg/100g)

Table 38 The effect of different fertilization levels on amino acids of

stinging nettle II

(unit: mg/100g)

名称	处理 9	处理 10	处理 11	处理 12	处理 13	处理 14	处理 15	处理 16
必需氨基酸								
异亮氨酸 Ile	8.938	5.023	5.913	13.509	8.748	6.048	15.368	8.741
亮氨酸 Leu	19.482	10.458	10.510	25.875	14.949	13.857	29.130	14.718
赖氨酸 Lys	7.109	6.131	6.824	17.658	9.213	7.711	52.402	15.327
蛋氨酸 Met	16.140	14.277	18.995	17.766	16.208	14.570	27.040	25.638
苯丙氨酸 Phe	9.185	6.203	7.682	13.975	9.354	6.675	16.125	10.603
苏氨酸 Thr	28.768	12.210	14.157	36.312	33.138	28.488	62.803	35.937
缬氨酸 Val	29.050	12.158	13.648	34.303	—	30.022	57.556	26.671
非必需氨基酸								
酪氨酸 Tyr	6.781	5.091	5.413	8.491	3.158	8.722	12.273	3.797
精氨酸 Arg	38.586	13.549	39.506	77.994	110.265	41.199	710.155	179.534
组氨酸 His	11.870	5.449	7.909	13.415	11.909	10.244	35.946	13.665
谷氨酸 Glu	104.623	35.664	41.647	76.304	133.661	100.522	220.358	66.511
天门冬氨酸 Asp	38.356	14.989	17.620	36.142	74.628	81.957	155.190	85.649
甘氨酸 Gly	65.625	12.007	29.863	73.655	79.738	72.956	195.540	101.338
脯氨酸 Pro	—	2.801	3.637	3.088	3.938	4.360	—	4.086
丝氨酸 Ser	140.011	38.035	51.827	146.099	150.785	78.220	253.844	164.759
T	524.525	194.044	275.152	594.586	659.693	505.550	1843.729	756.974
E	118.673	66.460	77.730	159.398	91.610	107.371	260.424	137.634

注：(T) 总氨基酸含量；(E) 必需氨基酸的含量；(E/T) 必需氨基酸占总氨基酸百分比。

由表 37 和表 38 结果表明，16 种施肥处理除胱氨酸(Cys)和精氨酸(Ala)因仪器原因未检测出外，其他 15 中氨基酸总量在 194.044mg/100g---1843.729mg/100g 之间，其中处理 15 氨基酸含量最高，为 1843.729mg/100g；处理 10 氨基酸含量最低，为 194.044mg/100g。与日常栽培蔬菜相比较，16 中施肥处理的荨麻叶片中总氨基酸含量除第 15 施肥处理外均低于小白菜(1228 mg/100g)和油菜(1338 mg/100g)，15 处理氨基酸总量与菠菜(2147 mg/100g)相接近。

16 中施肥处理中，7 种必需氨基酸的含量在 41.445 mg/100g---331.177 mg/100g 之间，其中，以施肥处理 6 最高，为 331.177 mg/100g；施肥处理 1 最低，为 41.445 mg/100g，其它居于二者之间。16 种施肥处理必需氨基酸含量均低于日常栽培蔬菜小白菜、油菜和菠菜。

其中，必需氨基酸占总氨基酸的百分比在 13.89%---44.12%之间，以施肥处理 6 最高，为 44.12%；施肥处理 13 最低，为 13.89%。其中施肥处理 2、6、7、10 均在 33% 以上，与小白菜和油菜相比较，这四个处理均高于小白菜和油菜，与菠菜相比较，施肥处理 6、7 大于菠菜。

表 39 叶片中氨基酸 (E/T) 含量方差分析

Table 39 The analysis of variance on amino acids(E/T) of stinging nettle

变异来源	DF	SS	MS	F	Fa
氮肥	3	640.4894	213.4965	13.4528*	F <sub>0.05</sub> =9.28
磷肥	3	336.8147	112.2716	7.0744	F <sub>0.01</sub> =29.5
钾肥	3	25.8557	8.6186	0.5431	
微肥	3	0.2606	0.08687	0.005474	
误差	3	47.6101	15.8701		
总计	15	1051.0300			

由表 39 方差分析结果可知，A 因素差异达显著水平，B、C、D 三因素差异都不显著。可见氮是影响荨麻叶片中必需氨基酸占总氨基酸百分比含量的主要因素，而磷肥、钾肥、微肥都是非主要因素。由 F 值可知，影响叶片中必需氨基酸占总氨基酸百分比含量的主次顺序为氮肥>磷肥>钾肥>微肥。下面对氮肥各水平做多重比较，而磷肥、钾肥、微肥取任何水平都认为差异不显著。

由表 40 可以看出，氮肥的 A<sub>2</sub> 水平显著高于 A<sub>4</sub>，而 A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>1</sub> 间差异不显著，A<sub>3</sub>、A<sub>1</sub>、A<sub>4</sub> 之间差异也不显著。即氮肥施用量为 0.12g/kg 土时必需氨基酸占总氮

基酸的百分比最高。所以氮肥选取 A<sub>2</sub> 水平。

表 40 A 因素（氮肥）各水平均值多重比较

Table 40 The multiple comparison on A factor (N)

A 因素	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>4</sub>
水平均值	34.5525	27.9825	26.0850	16.8575
5%显著性	a	ab	ab	b

B、C、D 三因素用方差分析法差异不显著，但从图 12 中可以看出，各种肥料取不同水平时，叶片中必需氨基酸占总氨基酸百分比含量还是有所不同。钾必需氨基酸占总氨基酸百分比含量达最大值时的各肥料用量分别为：过磷酸钙 0.12g/kg 土、硫酸钾 0.20g/kg 土、硫酸锰--硫酸硼 0.009mg/kg 土。

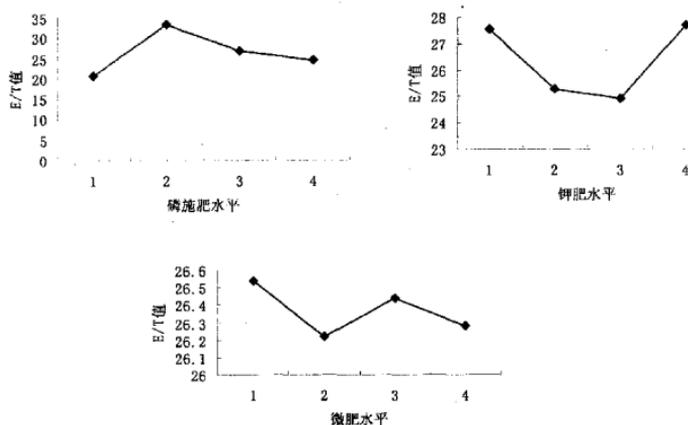


图 12 因素与指标关系图

Fig. 12 relation of factor and target

由以上分析可得出：异株荨麻叶片中必需氨基酸占总氨基酸百分比含量达到最大值时的肥料配比组合为：A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>4</sub>D<sub>1</sub>，即肥料的施肥量为：尿素 0.12g/kg 土、过磷酸钙 0.12g/kg 土、硫酸钾 0.20g/kg 土、硫酸锰--硫酸硼 0.009mg/kg 土。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

通过氮肥、磷肥、钾肥与微肥配施满足了异株荨麻整个生育期的需求，协调了各种营养元素之间的关系，改善了异株荨麻的营养环境，从而增加了株高、茎粗、叶片数和叶面积，最终提高了异株荨麻的产量，改善了其品质。基于上述分析，可以得出以下结论：

4.1.1 氮肥、磷肥、钾肥与微肥合理配施明显改善了异株荨麻的生长发育，增加了株高、茎粗、叶片数和叶面积，这为异株荨麻的高产和优质奠定了雄厚的物质基础。当株高、茎粗、叶片数和叶面积达到最大值时，相对应的施肥配方均为  $A_2B_3C_4D_1$ 。说明配方施肥的处理 7 对异株荨麻的营养生长为最优配方，其组合可以大大提高异株荨麻的营养生长。所以对异株荨麻的发育指标进行综合平衡，确定发育指标的最优处理组合即为  $A_2B_3C_4D_1$ 。即发育指标达到最佳时，各肥料配施用用量分别为：尿素 0.12g/kg 土、过磷酸钙 0.06g/kg 土、硫酸钾 0.20g/kg 土、硫酸锰-硫酸硼 0.009mg/kg 土。

4.1.2 氮肥、磷肥、钾肥与微肥不同施肥水平均对异株荨麻叶片中灰分含量差异均显著，即这四种肥料的不同水平对灰分含量的影响都明显。叶片中灰分含量达到最大时各种肥料配施最优组合为： $A_2B_2C_1D_4$ 。即五种肥料配比的最佳用量分别为：尿素 0.12g/kg 土、过磷酸钙 0.03g/kg 土、硫酸钾 0.02g/kg 土、硫酸锰-硫酸硼 0.068mg/kg 土。

4.1.3 氮肥、磷肥、钾肥与微肥合理配施对异株荨麻叶片中粗蛋白的含量有明显的影 响。叶片中粗蛋白含量达到最大时，各种肥料配施最优组合为： $A_4B_2C_2D_3$ ，即五种肥料配比的最佳用量分别为：尿素 0.48g/kg 土、过磷酸钙 0.03g/kg 土、硫酸钾 0.05g/kg 土、硫酸锰-硫酸硼 0.034mg/kg 土。

4.1.4 氮肥、磷肥、钾肥与微肥合理配施对异株荨麻叶片中粗脂肪和微量元素（包括钙、镁、铁、铜、锌、锰）含量均差异不显著。说明，不同施肥水平之间对粗脂肪和微量元素的含量没有差异性，但不同的施肥水平还是会带来其含量的不同。

4.1.5 氮肥、磷肥、钾肥与微肥合理配施对异株荨麻叶片中维生素 C 和可溶性糖含量的影响差异显著。由方差分析结果可以看出，不同施肥处理荨麻叶片中维生素 C 含量达到最大值时氮肥、磷肥、钾肥、微肥的配施最优组合为： $A_2B_4C_3D_2$ 。即五种肥料配比的最佳用量分别为：尿素 0.12g/kg 土、过磷酸钙 0.12g/kg 土、硫酸钾 0.10g/kg 土、硫酸锰-硫酸硼 0.017mg/kg 土。经可溶性糖的方差分析和多重比较结果来看，对荨麻叶片中可溶性糖含量 A、B、C、D 四因素的最佳组合为： $A_3B_3C_2D_3$ 。即五种肥料配比的最佳用量分别为：尿素 0.24g/kg 土、过磷酸钙 0.06g/kg 土、硫酸钾 0.05g/kg 土、硫酸锰-硫酸硼 0.034mg/kg 土。

4.1.6 氮肥、磷肥、钾肥与微肥合理配施对异株荨麻叶片中大量元素氮、磷、钾的影响差异显著。氮肥对叶片中氮的影响最大，磷肥对叶片中磷的影响最大，钾肥对叶片中钾的影响最大，都达到显著水平。根据方差分析和多重比较叶片中氮、磷、钾含量达到最大值时的配施组合分别为： $A_4B_2C_2D_3$ 、 $A_4B_3C_1D_3$ 、 $A_2B_3C_4D_3$ 。对异株荨麻叶片中氮、磷、钾做综合平衡，确定其均达到最高水平的处理组合为： $A_4B_3C_4D_3$ ，即五种肥料的配比最佳用量分别为：尿素 0.48g/kg 土、过磷酸钙 0.06g/kg 土、硫酸钾 0.20g/kg 土、硫酸锰--硫酸硼 0.034mg/kg 土。

4.1.7 氮肥、磷肥、钾肥与微肥合理配施对异株荨麻叶片中必需氨基酸占总氨基酸百分比含量达到最大值时的肥料配比组合为： $A_2B_2C_4D_1$ ，即肥料的施肥量为：尿素 0.12g/kg 土、过磷酸钙 0.12g/kg 土、硫酸钾 0.20g/kg 土、硫酸锰--硫酸硼 0.009mg/kg 土。

4.1.8 由以上方差分析和多重比较结果分析，并综合平衡异株荨麻品质指标和产量指标，得出本试验条件下，使异株荨麻高产、优质、高效的肥料配施组合为： $A_2B_3C_4D_3$ ，即四种肥料的施肥量为：尿素 0.12g/kg 土、过磷酸钙 0.06g/kg 土、硫酸钾 0.20g/kg 土、硫酸锰--硫酸硼 0.034mg/kg 土。

## 4.2 讨论

4.2.1 本试验采用正交优化试验设计，在相同的密度下，异株荨麻的田间配置方式对改善田间的群体结构、个体生长发育、产量品质和生产的经济效益起着重要的作用，但是，我们目前在这方面的研究报道很少，有待今后的进一步探讨研究。

4.2.2 试验只研究了配方施肥对异株荨麻地上部分的影响，还应研究配方施肥对地下部分（如根系活力、根系 CEC、发根数及对土壤容重等）的影响

4.2.3 由于实验仪器的限制，没有研究异株荨麻根系中凝集素含量，此项研究国内尚未有报道，国外已经用荨麻根系中的提取物制成药品，而且疗效甚好，在以后的研究中还有待进一步深入。

## 参考文献

- [1] 鲍士旦. 土壤农化分析. 中国农业出版社. 1999. 12 第三版;
- [2] 褚天铎. 微量元素肥料的特点与人畜健康. 矿质微量元素与事物链. 1992. (2):14-19;
- [3] 曹治权. 微量元素与中医药[M]. 北京: 中国中医药出版社. 1993. 54;
- [4] 丁耀忠. 开发野菜资源前景广阔. 中国土特产. 1995. (1): 24;
- [5] 高愿军. 我国野生蔬菜的开发利用. 中国蔬菜. 1995. (1): 38-40;
- [6] 韩永兰. 锌肥对蔬菜锌素营养的影响及施用技术土壤肥料. 1991. (2): 34-36;
- [7] 康玉林. 事物链中蔬菜的富锌研究. 矿质微量元素与事物链. 1994. (1):89-90;
- [8] 刘新保. 微量元素在事物链中的功能. 矿质微量元素与事物链. 1994. (2):96-100;
- [9] 罗洁, 扬卫英, 吴圣进, 黄宁珍. 中国野生蔬菜资源研究和开发利用现状. 1997. 17 (4): 363-369;
- [10] 宁伟, 张树林, 张春明, 刘义玲. 我国野菜资源的利用开发及其可持续发展. 沈阳农业大学学报. 2000. 2 (1): 48-50;
- [11] 陶桂全, 傅国勋. 中国野菜图谱[M]. 北京: 解放军出版社. 1998. 198
- [12] 王广印, 刘会超. 面向 21 世纪的我国野菜资源开发与利用. 1999. 15(3):159-199;
- [13] 王艳秋, 赵丽辉, 谭兴光. 野菜的营养价值及医疗功效. 长春师范学院学报. 1999. 18 (5): 54-56;
- [14] 续九如, 黄智慧. 林业试验设计. 中国林业出版社. 1995. 6. 第一版. 71;
- [15] 杨世诚, 曾召成. 综合开发山区野菜资源. 生物学通报. 1994. (3): 36;
- [16] 杨红菊. 艾叶挥发油对速发型变态反应的作用研究[J]. 沈阳药科大学学报. 1995. 12(2): 124;
- [17] 于庆海, 吴春福. 黄酮类化合物对大鼠腹腔肥大细胞组胺释放的作用[J]. 沈阳药科大学学报. 1995. 12(4):273;
- [18] 余传霖. 现代医学免疫学. 上海医科大学出版社. 1998. 829;
- [19] 朱圣陶, 吴坤. 蛋白质营养价值研究——氨基酸比值系数法. 营养学报. 1988. 10 (2): 187-190;
- [20] 朱立新. 中国野菜开发与利用. 北京: 金盾出版社. 1996

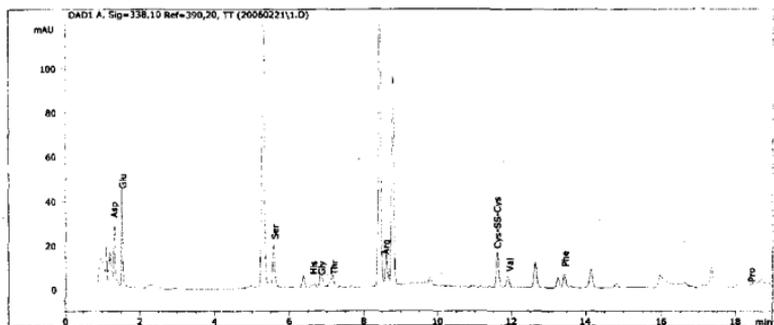
- [21] 张宏志, 管正学, 王建立. 中国山野菜资源开发利用研究. 资源科学. 1998. 20(2): 53-58;
- [22] B Farzami, D Ahmadvand, S Vardasbi, FJ Majin, and Sh Khaghani. Induction of insulin secretion by a component of *Urtica dioica* leave extract in perfused Islets of Langerhans and its in vivo effects in normal and streptozotocin diabetic rats. *J Ethnopharmacol*, 2003, 89(1): 47-53.
- [23] Beintema JJ, Peumans WJ . The primary structure of stinging nettle (*Urtica dioica*) agglutinin: a two-domain member of the hevein family. *FEBS Lett*, 1992, 299: 131-134
- [24] Bnouham M, Merhfour FZ, Ziyat A, Antihyperglycemic activity of the aqueous extract of *Urtica dioica*. *Fitoterapia*. 2003, 74(7-8): 677-81.
- [25] Bnouham M, Merhfour FZ, Ziyat A, Mekhfi H, Aziz M, Legssyer A. Antihyperglycemic activity of the aqueous extract of *Urtica dioica*. *Fitoterapia*. 2003, 74(7-8): 677-81.
- [26] C Randall, H Randall, F Dobbs, C Hutton and H Sanders. Randomized controlled trial of nettle sting for treatment of base-of-thumb pain. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 2000, 93(6) : 305-309.
- [27] C Randall, K Meethan, H Randall, and F Dobbs. Nettle sting of *Urtica dioica* for joint pain--an exploratory study of this complementary therapy. *Complement Ther Med*, 1999, 7(3): 126-31.
- [28] Chaurasia N, Wichtl M. Flavonolglykoside aus *Urtica dioica*. *Planta Med* 1987; 53: 432-434.
- [29] Does MP, Ng DK, Dekker HL, Peumans WJ, Houterman PM, Van Damme EJM, Comelissen BJC. Characterization of *Urtica dioica* agglutinin isolectins and the encoding gene family. *Plant Mol Biol*, 1999, 39: 335-347
- [30] Food and Agriculture Organization of the United United Nations/Word Health Organization, Energy and protein requirement. Report of joint FAO/WHO, Gneve: WHO: 1973
- [31] Ganper Dietmar, Spitteller, Gerhard. Aromatase inhibitors from *Urtica dioica* roots *Plant Med (Germany)* 1995, 61(2): 138-140
- [32] K Dreikorn and PS Schonhofer. Status of phytotherapeutic drugs in treatment of benign prostatic hyperplasia. *Urologe A*, 1995, 34(2): 119-29.

- [33] Kavtaradze N. Sh., Alaniya, M.D. & Aneli J.N., Chemical components of *Urtica dioica* Growing in Georgia. 2001,37 (3) 287
- [34] Koch E. "Extracts from fruits of saw palmetto (*Sabal serrulata*) and roots of stinging nettle (*Urtica dioica*): viable alternatives in the medical treatment of benign prostatic hyperplasia and associated lower urinary tracts symptoms." *Planta Med.* 2001; 67: 489-500.
- [35] Kraus R.; Spitteller G. Lignan glucosides from roots of *Urtica dioica*; *Liebigs Ann. Chem.*, 1990, (12), 1205-13
- [36] Kraus, R. and G. Spitteller. Ceramides from *Urtica dioica* roots. *Liebigs Annalen Der Chemie*1991 (2): 125-128
- [37] Krzeski T, Kazon M, Borkowski A, et al. Combined extracts of *Urtica dioica* and *Pygeum africanum* in the treatment of benign prostatic hyperplasia: double-blind comparison of two doses. *Clin Ther* 1993;15:1011-1020.
- [38] Legssyer A . Cardiovascular effects of *Urtica dioica* L. in isolate rat heart and aorta. *Phytother. Res.*, 2002,16(6)503-507
- [39] Mabey R., *Flora Britannica*. Sinclair-Stevenson, London.1996
- [40] Nishizawa,N. JP2002226888 2002-8-14;
- [41] P.B.Issopoulos and O.Ch.Manouri, Medicinal plants in the district of epirus(greece). IV. Determination of "active iron" and some heavy metals contained in the superterrestrial biomass of Stinging Nettle(*Urtica Dioica* L.) by visible and atomic absorption spectrometry. *Epitheor. Klin.Farmakol.Farmakokinet*, 1996, 10(2): 75-83
- [42] Peumans WJ, De Ley M, Broekaert WF. An unusual lectin from stinging nettle (*Urtica dioica*) rhizomes. *FEBS Lett*, 1984, 177: 99-103
- [43] Preston C.D., Pearman D.A. & Dines T.D. *The New Atlas of the British and Irish Flora*. Oxford University Press, Oxford. 2002
- [44] Ramm S, Hansen C. Brennessel-Extrakt bei rheumatischen Beschwerden. *Dtsch Apoth Ztg* 1995;135 (supplement):3-8.
- [45] Schneider T, Rubben H. Stinging nettle root extract (Bazoton-uno) in long term treatment of benign prostatic syndrome (BPS). Results of a randomized, double-blind, placebo controlled multicenter study after 12 months. *Urologe A*, 2004, 43(3): 302-306.

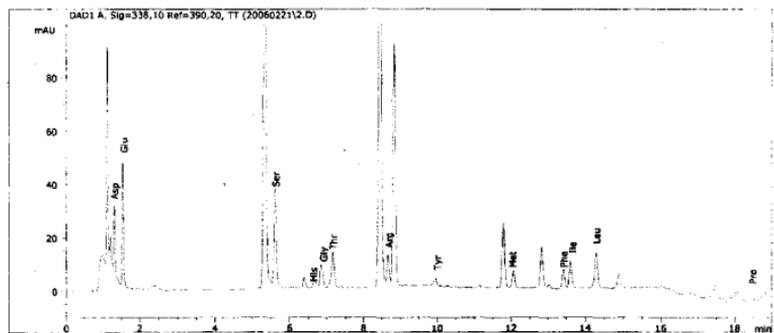
- [46] Schneider T, Rubben H. Stinging nettle root extract (Bazoton-uno) in long term treatment of benign prostatic syndrome (BPS). Results of a randomized, double-blind, placebo controlled multicenter study after 12 months. *Urologe A*, 2004, 43(3): 302-306.
- [47] Schottner M, Gansser D, Spitteller G. Lignans from the roots of *Urtica dioica* and their metabolites bind to human sex hormone binding globulin (SHBG). *Planta Med*, 1997, 63(6): 529-32.
- [48] Sökeland J, Albrecht J. Combination of Sabal and *Urtica* extract vs. finasteride in benign prostatic hyperplasia (Aiken stages I to II). Comparison of therapeutic effectiveness in a one year double-blind study. *Urologe A*, 1997;36:327-333.
- [49] Stahl HP. : *Z Allg Med* 1984 60(3) 128-132.
- [50] Turner N, Efrat BS. *Ethnobotany of the Hesquiat Indians of Vancouver Island*. Victoria (BC): British Columbia Provincial Museum;1982.
- [51] Van Damme EJM, Peumans WJ. Isolectin composition of individual clones of *Urtica dioica*: evidence for phenotypic differences. *Physiol Plant*, 1987, 71: 328-334
- [52] W.Neugebauer, P. Schreier, Identification and enantiodifferentiation of C13-norisoprenoid degradation products of glycosidically bound 3-hydroxy-a-ionol from stinging nettle (*Urtica dioica*, L.). *J. Agric. Food Chem.* 1995,43: 1647

# 附图：不同施肥处理氨基酸图

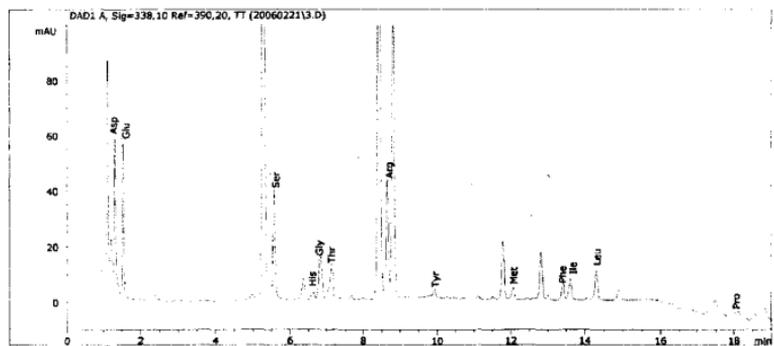
## 处理 1



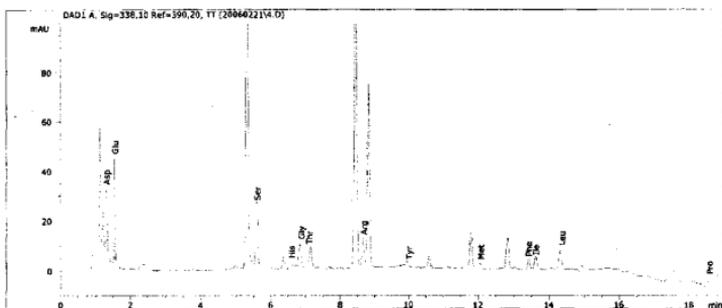
## 处理 2



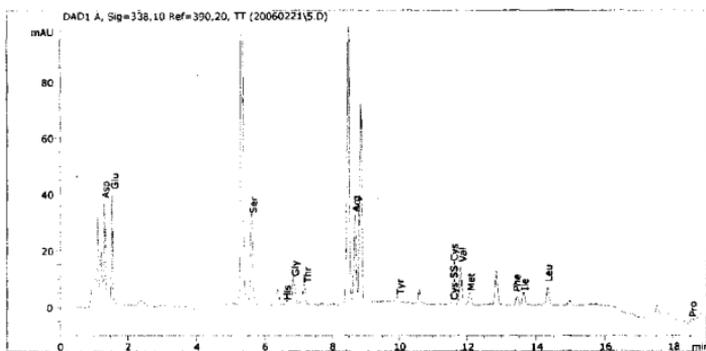
## 处理 3



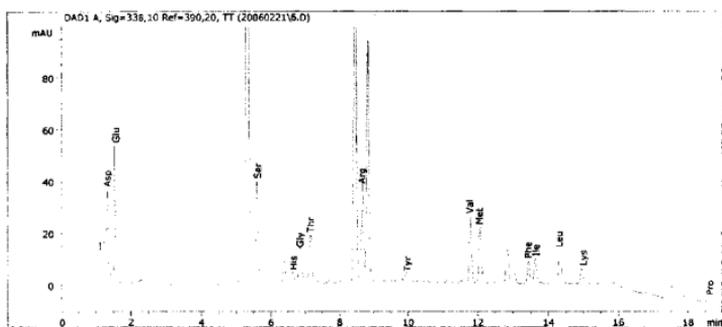
### 处理 4



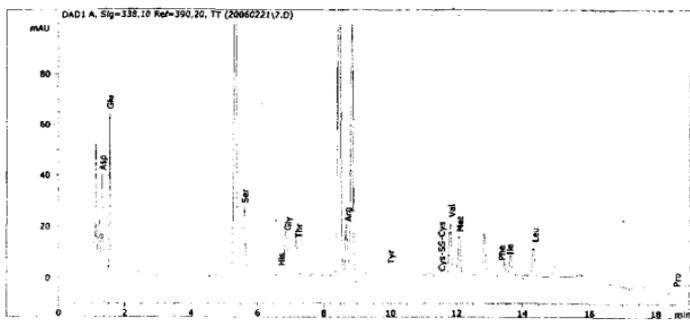
### 处理 5



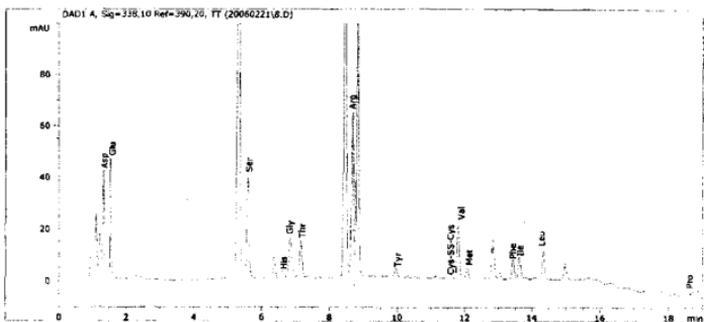
### 处理 6



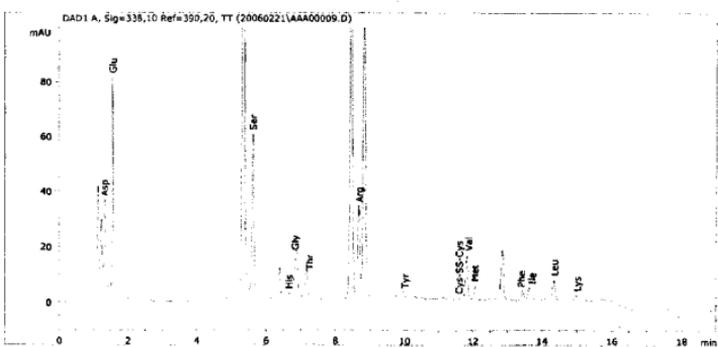
处理 7



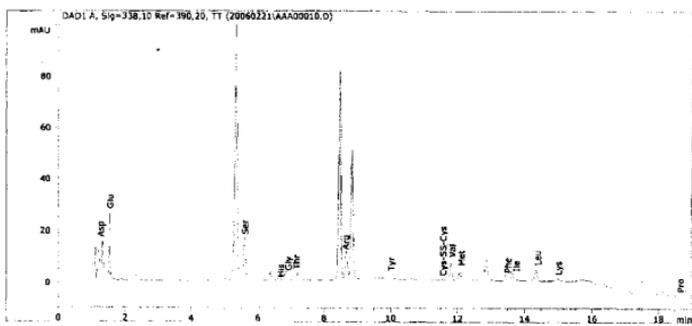
处理 8



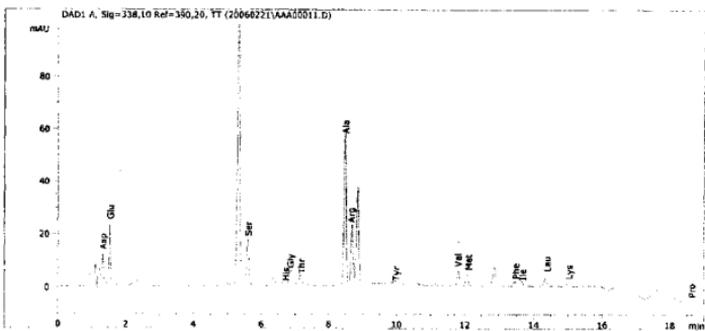
处理 9



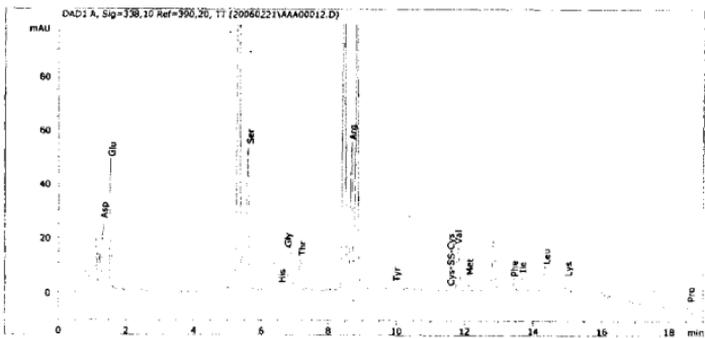
### 处理 10



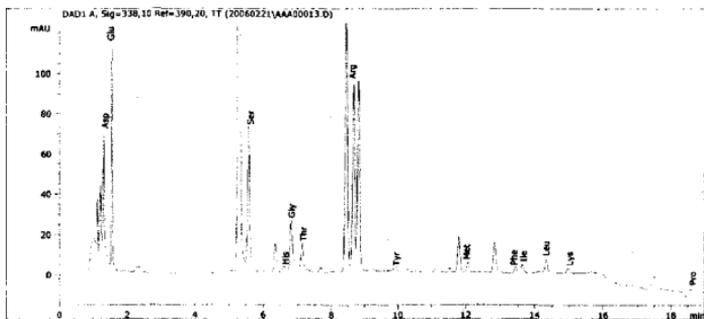
### 处理 11



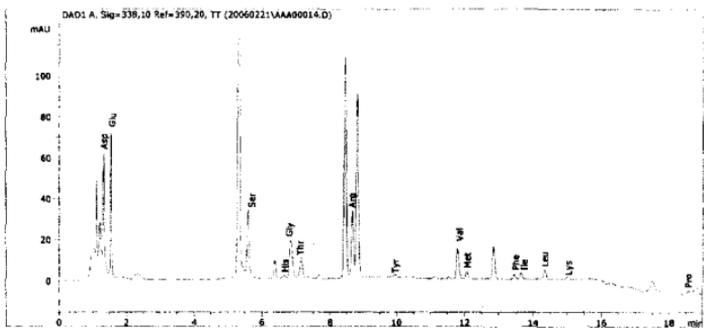
### 处理 12



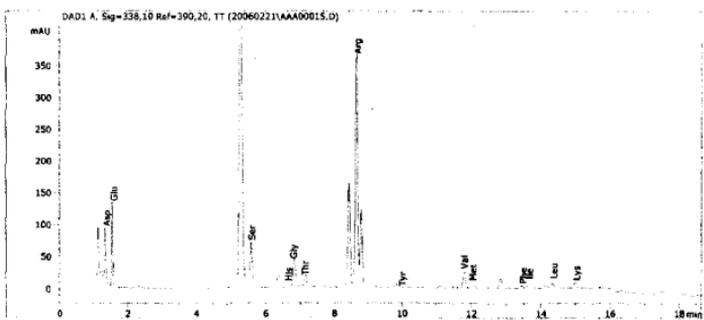
处理 13



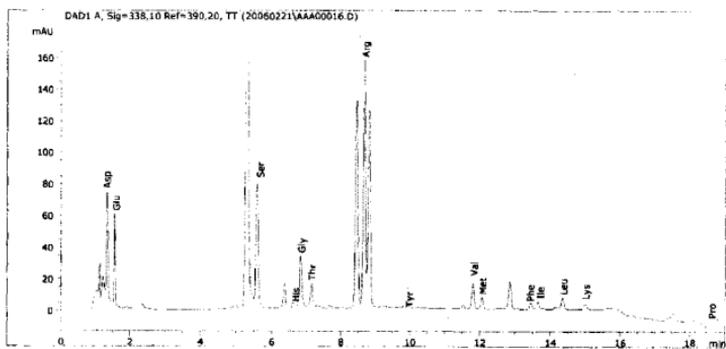
处理 14



处理 15



处理 16



# 个人简介

---

姓名	胡剑非	性别	女	民族	汉
政治面貌	中共党员	籍贯	山西阳泉	出生年月	1980.04
学位级别	硕士	授予时间	2006.06	毕业时间	2006.06
专业	作物栽培与耕作学	研究方向	土壤与植物营养		

---

## 个人经历

1995年9月——1999年7月	山西孟县中学
1999年9月——2003年7月	山西农业大学
2003年9月——2006年7月	华南热带农业大学

## 科研和发表论文情况

- 参与国家林业局 948 引种栽培项目“异株荨麻等适于沙漠化地区的灌木资源引进”，并担任主要研究人员。发表文章《荨麻属植物的化学成分及药理活性研究进展》，被《宁波农业科技》接收。
- 参与北京市林业局中外合作项目研究办公室与马来西亚合作的“生态垫在京津风沙源治理中的应用”。发表文章《生态垫 (Ecomat) 对造林地土壤水分及养分影响研究》，被《华南热带农业大学学报》接收。

## 致谢

在导师漆智平研究员和北京林业大学孙向阳教授的悉心指导下，我的学位论文终于划上了句号。论文从选题、设计、实施到撰写的最终完成，倾注了导师们的大量心血和智慧。论文中每个难关的攻克都离不开导师的鼓励和支持。三年来，两位导师从学习、工作、生活等各个方面给予了无微不至的关心，他们严谨的治学态度，兢兢业业的工作精神和豁达的胸怀都是我终生学习的榜样。在此谨向我尊敬的导师们致以最诚挚的敬意和谢意！

本文在选题、试验设计和开题报告过程中，得到了北京农学院刘月秋老师的很多宝贵意见和建议，在此表示感谢。同时，感谢北京鹫峰林场的刘勇师兄和温室管理人员刘师傅的顶力支持和帮助。在室内分析工作中特别感谢吴京科老师的热心帮助和照顾。在写作方面要感谢王海燕老师给予的极大帮助。

论文研究工作还得到了很多同学和朋友的倾力协助，论文中到处显现着他们热情的帮助与鼓励。我的试验得到同实验室师妹薛言和曲天竹硕士的外业帮助，在此向他们表示真诚的感谢。在论文修改方面要感谢师兄张黎明、师弟曹启明的帮助。

最后，我要特别感谢我的男朋友韩向忠硕士，不论在外业还是内业工作中他都给了我最大的帮助，我的论文才能顺利的完成。还有我勤劳善良的父母，他们时刻给我最大限度的理解、支持和鼓励，给我向前的动力，在此向他们表示最真挚的感谢。

胡剑非

2006年4月于北京