



设施无公害蔬菜 施肥灌溉技术

程季珍 巫东堂 蓝创业 主编



 中国农业出版社

设施无公害蔬菜 施肥灌溉技术

程季珍 巫东堂 蓝创业 主编



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

设施无公害蔬菜施肥灌溉技术/程季珍, 巫东堂,
蓝创业主编. —北京: 中国农业出版社, 2013. 9
ISBN 978-7-109-18249-3

I. ①设… II. ①程… ②巫… ③蓝… III. ①蔬菜园
艺—设施农业—施肥—无污染技术②蔬菜园艺—设施农业
—灌溉—无污染技术 IV. ①S626②S630.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 197092 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 贺志清

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 10.25

字数: 260 千字 印数: 1~6 000 册

定价: 22.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

目 录

第一章 设施菜田土壤肥力和蔬菜需肥特点	1
一、设施菜田土壤肥力特点	2
(一) 设施蔬菜栽培对土壤的要求	2
(二) 设施蔬菜栽培土壤养分含量状况	3
(三) 设施蔬菜栽培土壤培肥	5
二、设施蔬菜需肥特点	6
(一) 设施蔬菜的养分特点	6
(二) 叶菜类蔬菜的需肥特点 ...	7
(三) 茄果类蔬菜的需肥特点 ...	7
(四) 瓜果类蔬菜的需肥特点 ...	7
(五) 葱蒜类蔬菜的需肥特点 ...	8
第二章 设施蔬菜栽培常用的肥料及施肥方法	9
一、设施蔬菜常用的肥料	9
(一) 有机肥料的种类及施用	9
(二) 大量元素肥料的种类及施用	14
(三) 微量元素肥料的种类及施用	22
(四) 复合肥料的种类及施用	27
(五) 叶面肥料的种类及施用	29
(六) 二氧化碳肥料及施用	30
二、设施蔬菜施肥方法	33

第三章 主要设施蔬菜的养分水分特点及施肥灌溉技术	44
一、我国各地设施蔬菜茬口的基本类型	44
(一) 东北、蒙新和青藏单主作区设施蔬菜 茬口的基本类型	44
(二) 华北双主作区设施蔬菜茬口的基本类型	46
(三) 长江流域三主作区设施蔬菜茬口的基本类型	48
二、主要设施蔬菜养分水分特点及施肥灌溉技术	50
(一) 设施蔬菜养分水分特点及施肥灌溉技术介绍	50
(二) 设施茄果类蔬菜的养分水分特点及施肥灌溉技术	80
(三) 设施瓜类蔬菜的养分水分特点及施肥灌溉技术	121
(四) 设施甘蓝类蔬菜的养分水分特点及施肥灌溉技术	154
(五) 设施叶菜类蔬菜的养分水分特点及施肥灌溉技术	166
(六) 设施豆类蔬菜的养分水分特点及施肥灌溉技术	192
第四章 设施蔬菜微灌施肥技术	211
一、设施微灌施肥技术概要	211
二、设施茄果类蔬菜的微灌施肥技术	244
(一) 设施番茄微灌施肥技术	244
(二) 设施茄子的微灌施肥技术	247
(三) 设施辣椒的微灌施肥技术	250
三、设施瓜类蔬菜的微灌施肥技术	253
(一) 设施黄瓜的微灌施肥技术	253
(二) 设施西葫芦的微灌施肥技术	255
(三) 设施甜瓜的微灌施肥技术	257
(四) 设施西瓜的微灌施肥技术	263
四、设施叶菜类蔬菜的微灌施肥技术	266
(一) 莴苣需求水分和养分的特点	266
(二) 日光温室秋冬茬莴苣微灌施肥方案的制定	267

第五章 设施蔬菜营养及环境调控技术	270
一、设施生态环境对蔬菜养分吸收的影响	270
(一) 土壤水分对蔬菜吸收养分的影响	270
(二) 土壤温度对蔬菜吸收养分的影响	270
(三) 光照对蔬菜吸收养分的影响	271
(四) 气温对蔬菜吸收养分的影响	272
(五) 蔬菜种类和品种对蔬菜吸收养分的影响	272
(六) 养分之间的相互作用对蔬菜吸收养分的影响	273
二、设施生态环境调控技术	274
(一) 施肥对温度的影响	274
(二) 温度对设施蔬菜生长发育的影响	274
(三) 温度的调控措施	275
(四) 施肥对光照的影响	277
(五) 光照对蔬菜生长发育的影响	277
(六) 光照的调控措施	279
(七) 湿度对蔬菜吸收养分的影响	280
(八) 空气湿度对蔬菜生长发育的影响	281
(九) 土壤湿度对蔬菜生长发育的影响	282
(十) 湿度的调控措施	283
(十一) 气体对蔬菜吸收养分的影响	285
(十二) 二氧化碳对蔬菜造成的危害	286
(十三) 有害气体对蔬菜造成的危害	287
(十四) 设施内二氧化碳浓度的调控措施	288
(十五) 设施内有害气体的调控措施	289
(十六) 施肥对土壤生态环境的影响	290
(十七) 土壤盐害对蔬菜造成的危害	291
(十八) 土壤盐害的调控措施	292
(十九) 土壤连作障碍对蔬菜造成的危害及其调控措施	294

(二十) 土壤酸化对蔬菜造成的危害及其调控措施	295
第六章 无公害蔬菜产地环境条件及其控制技术	297
一、无公害蔬菜产地环境条件	297
(一) 空气污染对设施蔬菜生长发育的影响	297
(二) 水质污染对设施蔬菜生长发育的影响	299
(三) 土壤污染对设施蔬菜生长发育的影响	300
(四) 农药污染对设施蔬菜生长发育的影响	303
(五) 无公害蔬菜对产地环境条件的要求	303
二、无公害蔬菜产地环境控制技术	304
(一) 农业自身污染的预防与防治措施	304
(二) 无公害蔬菜栽培的土壤和水源治理的原则	304
(三) 土壤生态环境治理的基本方法	305
附录一 无公害食品 蔬菜产地环境条件	308
附录二 生产绿色食品的肥料使用准则	313

第一章 设施菜田土壤肥力和蔬菜需肥特点

适宜于设施栽培的蔬菜种类和品种日益增多，由于其生育特点、生长时间、供食器官不同，对土壤肥力、环境条件、养分种类和需求数量也不相同。与大田作物相比较，设施栽培的蔬菜有以下共同的营养特点：

蔬菜养分含量高、需肥量大。与大田作物相比较，蔬菜生物产量高，植株养分含量高，需肥量也较多。如茄果类蔬菜的生物产量约为大田作物的数倍。种植一季蔬菜从土壤中带走的养分量，相当于种植几季大田作物的携出量。因此，设施栽培蔬菜对土壤肥力和肥料投入的数量，远比种植大田作物为高。

蔬菜对氮、钾、钙、镁、硼的需要量大，吸收比例高。由于蔬菜根系盐基代换量大，对钾、钙、镁等盐基离子的需要量也大。如番茄和辣椒的平均需钾量为小麦的 2.9 倍，吸钙量为小麦的 2.4 倍，吸镁量为小麦的 2.0 倍。根菜类、豆类蔬菜作物的含硼量最高。除洋葱外，其他各种蔬菜的含硼量均比大田作物高。因此，许多蔬菜常因土壤供硼不足而发生缺硼症状，如芹菜的茎裂病，甘蓝的褐腐病，萝卜的褐心病等。

蔬菜对肥料的依赖性大。大田作物吸收的养分约 $\frac{2}{3}$ 来自土壤， $\frac{1}{3}$ 来自肥料。设施蔬菜对肥料的依赖性比大田作物大，如辣椒约 $\frac{3}{5}$ 的氮磷养分和 $\frac{2}{3}$ 的钾养分来自肥料，只有 $\frac{2}{5}$ 的氮磷养分和 $\frac{1}{3}$ 的钾养分来自土壤，如果土壤肥力水平较差，则对肥料的依赖性更大。

蔬菜养分转移率低。多数蔬菜属营养非完全转移作用。凡以营养器官供食用的蔬菜，其养分转移率低，其中可食用部分含氮

量还低于非可食用部分；磷和钾的含量，可食用部分与非可食用部分大致相当。蔬菜非可食用部分养分转移率低，表明养分再利用率低，也是设施蔬菜需肥量较大的重要原因之一。

蔬菜易发生生理性病害。与粮食作物相比，蔬菜易发生由于缺乏养分或养分失调引起的生理性病害。如番茄缺钙而导致的脐腐病等。

一、设施菜田土壤肥力特点

(一) 设施蔬菜栽培对土壤的要求

设施蔬菜栽培品种比较单一，重茬多，土地复种指数高，蔬菜产量高，因此，对土壤条件要求较高。

(1) 土壤要高度熟化 熟土层厚度要大于 30 厘米，土壤有机质含量不低于 20~30 克/千克，最好能达到 40~50 克/千克。

(2) 土壤结构要疏松 固、液、气三相比比例要适当，固相占 50% 左右，液相占 20%~30%，气相占 30%~20%，总隙度在 55% 以上，这样才能有较好的保水保肥和供肥供氧能力。

(3) 土壤的酸碱度要适宜 土壤 pH 为 6.0~6.8 时，大多数蔬菜生长良好。

(4) 土壤的稳温性能要好 要求土壤有较大的热容量和导热率，这样土壤温度变化较稳定。

(5) 土壤养分含量高 要求土壤肥沃，养分齐全，含量高，土壤含碱解氮在 150 毫克/千克以上，速效磷 110 毫克/千克、速效钾 170 毫克/千克以上，氧化钙 1.0~1.4 克/千克，氧化镁 150~240 毫克/千克，并含有一定量的有效硼、钼、锌、锰、铁、铜等微量元素。

(6) 土壤要符合无公害农产品生产的土壤环境质量标准 要求土壤中无病菌，无害虫，无寄生虫卵，无有害、污染性物质积累。

(二) 设施蔬菜栽培土壤养分含量状况

近十几年来,各地设施菜地面积发展很快,大部分是由粮田转改为设施蔬菜栽培土地的,多土壤肥力不高,不能充分满足蔬菜生长发育的需求。各地设施菜田土壤的养分状况大致如下:

1. 东北地区设施菜田土壤养分状况

(1) **有机质** 辽宁省设施菜田土壤有机质含量为 18.3~55.4 克/千克,平均含量为 30.0 克/千克。黑龙江省设施菜田土壤有机质含量为 36~89.8 克/千克,平均含量为 57.6 克/千克。

(2) **全氮** 辽宁省设施菜田土壤全氮含量为 0.89~2.35 克/千克,平均含量为 1.55 克/千克。黑龙江省设施菜田土壤全氮含量为 1.81~5.0 克/千克,平均含量为 2.94 克/千克。

(3) **碱解氮** 辽宁省设施菜田土壤碱解氮含量为 83~223 毫克/千克,平均含量为 1.45 毫克/千克。黑龙江省设施菜田土壤碱解氮含量为 178.8~453.2 毫克/千克,平均含量为 291.3 毫克/千克。

(4) **速效磷** 辽宁省设施菜田土壤速效磷含量为 40.4~245 毫克/千克,平均含量为 129.9 毫克/千克。黑龙江省设施菜田土壤速效磷含量为 139~550.2 毫克/千克,平均含量为 359.6 毫克/千克。

(5) **速效钾** 辽宁省设施菜田土壤速效钾含量为 67~422 毫克/千克,平均含量为 194.4 毫克/千克。黑龙江省设施菜田土壤速效钾含量为 167.8~827.5 毫克/千克,平均含量为 411.5 毫克/千克。

2. 西北地区设施菜田土壤养分状况

(1) **有机质** 陕西省设施菜田土壤有机质含量为 17~24 克/千克,平均含量为 21 克/千克。

(2) **全氮** 陕西省设施菜田土壤全氮含量为 1.08~1.4 克/千克,平均含量为 1.26 克/千克。

(3) **速效磷** 陕西省设施菜田土壤速效磷含量为 125~255 毫克/千克, 平均含量为 203.3 毫克/千克。

(4) **速效钾** 陕西省设施菜田土壤速效钾含量为 275~720 毫克/千克, 平均含量为 480.3 毫克/千克。

3. 华北地区设施菜田土壤养分状况

(1) **有机质** 山东省设施菜田土壤有机质含量为 7.04~50.1 克/千克, 平均含量为 21.0 克/千克。山西省设施菜田土壤有机质含量为 17.0~57.0 克/千克, 平均含量为 30.3 克/千克。

(2) **全氮** 山西省设施菜田土壤全氮含量为 0.66~1.7 克/千克, 平均含量为 1.1 克/千克。

(3) **碱解氮** 山东省设施菜田土壤碱解氮含量为 23.8~540.2 毫克/千克, 平均含量为 160.5 毫克/千克。山西省设施菜田土壤碱解氮含量为 65.8~150.8 毫克/千克, 平均含量为 111.9 毫克/千克。

(4) **速效磷** 山东省设施菜田土壤速效磷含量为 17.4~833.6 毫克/千克, 平均含量为 128.2 毫克/千克。山西省设施菜田土壤速效磷含量为 63.4~191.1 毫克/千克, 平均含量为 105.8 毫克/千克。

(5) **速效钾** 山东省设施菜田土壤速效钾含量为 52.7~913.6 毫克/千克, 平均含量为 238.0 毫克/千克。山西省设施菜田土壤速效钾含量为 80.5~211.9 毫克/千克, 平均含量为 152.3 毫克/千克。

(6) **有效硼** 山东省设施菜田土壤有效硼含量为 0.74~1.47 毫克/千克, 平均含量为 0.99 毫克/千克。山西省设施菜田土壤有效硼含量为 0.46~1.92 毫克/千克, 平均含量为 0.83 毫克/千克。

(7) **有效钼** 山东省设施菜田土壤有效钼含量为 0.06~0.17 毫克/千克, 平均含量为 0.11 毫克/千克。山西省设施菜田土壤有效钼含量为 0.16~0.42 毫克/千克, 平均含量为 0.22 毫

克/千克。

(8) **有效锌** 山东省设施菜田土壤有效锌含量为 0.82~6.9 毫克/千克, 平均含量为 3.0 毫克/千克。山西省设施菜田土壤有效锌含量为 2.17~3.14 毫克/千克, 平均含量为 2.66 毫克/千克。

(9) **有效锰** 山东省设施菜田土壤有效锰含量为 8.3~38.1 毫克/千克, 平均含量为 15.3 毫克/千克。山西省设施菜田土壤有效锰含量为 5.23~13.05 毫克/千克, 平均含量为 8.82 毫克/千克。

(10) **有效铁** 山东省设施菜田土壤有效铁含量为 8.6~40.4 毫克/千克, 平均含量为 14.8 毫克/千克。山西省设施菜田土壤有效铁含量为 9.96~15.15 毫克/千克, 平均含量为 12.51 毫克/千克。

(11) **有效铜** 山东省设施菜田土壤有效铜含量为 0.85~2.29 毫克/千克, 平均含量为 1.34 毫克/千克。山西省设施菜田土壤有效铜含量为 1.13~3.07 毫克/千克, 平均含量为 1.86 毫克/千克。

(三) 设施蔬菜栽培土壤培肥

1. **设施栽培土壤存在的问题** 近几年来, 各地设施栽培面积发展很快, 大部分是由粮田转改为菜田的, 土壤肥力不高, 土壤有机质、全氮、速效磷、速效氮等含量偏低, 不能满足蔬菜生长发育的需要。另外, 老设施土壤还面临着土壤盐渍化和连作障碍等问题。

2. 设施栽培土壤的培肥和改良

(1) **培肥和改良的原则** 应因地制宜, 用培结合, 综合治理, 逐年改良。

(2) **改良的措施** 增施有机肥, 深翻土壤, 扩大土壤熟化层; 适量施用化肥, 要注意氮、磷、钾三要素的合理配比, 不能单独施用氮肥; 要合理轮作与耕作。

①增施有机肥。有机肥养分齐全，许多养分可以被蔬菜直接吸收利用；能改善土壤的理化性质，提高土壤的缓冲能力和保肥、供肥能力；能在土壤中转化成有机质，与土壤中的多种金属离子结合形成水溶性或非水溶性的结合物，不使其产生毒害作用。其养分是缓慢释放出来的，不易发生浓度障害，又可产生大量的二氧化碳，提高光合作用的效率。生产实践证明，增施有机肥，蔬菜病害轻，产量高，品质好。

②适量施用化肥。过量施用化肥易形成盐类浓度障害，不利于蔬菜生长发育。只有适量施用化肥，才能有效促进蔬菜健康地生长发育。

二、设施蔬菜需肥特点

（一）设施蔬菜的养分特点

不同种类的蔬菜，对营养元素的吸收能力、吸收过程、耐肥性能和需肥特性等方面也存在着差异。

据调查分析，设施栽培蔬菜吸收养分能力大小的顺序是：甜椒>茄子>番茄>甘蓝>芹菜>黄瓜>西瓜。对养分吸收的过程，由于叶菜类生长期短，生育前期生长速度慢，干物质积累少，吸收养分也少。在出苗后 40~60 天，生长速率加快，吸收量逐渐增加，但已逐渐进入收获期。甘蓝、白菜、根菜类对养分的吸收有前期少、中期大、后期又少的特点；瓜果类蔬菜具有营养生长与生殖生长并进的生育特点，对养分吸收持续时间较长，直到生育后期吸收量仍较大。

甘蓝、大白菜、芹菜和茄子等耐肥力较强，番茄、辣椒、洋葱和黄瓜等耐肥力中等，生菜、菜豆等耐肥力较弱。耐肥力强的蔬菜在生长盛期能耐受较高的土壤养分浓度，而耐肥力中等的蔬菜能耐受的土壤养分浓度相对降低，耐肥力弱的蔬菜对土壤养分浓度的耐受力更低。

(二) 叶菜类蔬菜的需肥特点

叶菜类蔬菜种类较多，种植面积大，产量高，包括结球叶菜类的大白菜和甘蓝等及绿叶菜类的芹菜、菠菜、生菜和油菜等。它们共同的需肥特点是：

第一，在氮、磷、钾三要素养分中，以钾素的需求量为最高，每 1 000 千克产量吸收的钾和氮量接近于 1 : 1。

第二，根系入土较浅，属于浅根型作物，根系抗旱、抗涝力较弱。土壤过湿、氧气含量低时，会严重影响它们对土壤养分的吸收。土壤干旱时，很容易发生缺钙和缺硼症状。

第三，植株体内的养分在整个生育期内不断积累，但养分吸收速度的高峰是在生育前期。因此，生育前期的营养对全生育期影响较大，对产量和品质有重要作用。

(三) 茄果类蔬菜的需肥特点

茄果类蔬菜以浆果供人们食用，主要有番茄、茄子和甜椒等，它们的需肥特点是：

第一，茄果类蔬菜都是育苗移栽，从生育初期一直到花芽分化开始时的养分吸收，均在苗床中进行。由于磷素在花芽分化中具有重要的作用，因此在育苗阶段一定要保证幼苗的磷素供应。在苗期加强磷、钾营养的供给，不仅可以提高幼苗质量，使带花植株率增加，而且可明显促进果实早熟，增加产量。

第二，吸收钾量最大，其次为氮、钙、磷、镁。由于是多次采收，植株所含养分随果实采收而不断地带走。因此，茄果类蔬菜的养分吸收到生育后期仍然很旺盛，茎叶中的养分到末期仍在增加。

(四) 瓜果类蔬菜的需肥特点

瓜果类蔬菜包括黄瓜、西葫芦、南瓜、西瓜和冬瓜等，为营养器官与产品器官同步发育型的蔬菜。其需肥特点是：

第一，果重型瓜果类对营养的需求低于果数型瓜类。黄瓜为果数型瓜类的代表，耐肥力弱，但需肥量高，一般采用“轻、勤”的施肥方法。果重型瓜果类则注重基肥的施用。

第二，植株体内碳氮比增高时，花芽分化早，氮多时，碳氮比降低，花芽分化推迟。因此，苗期要注意氮、钾肥的施用比例。

第三，瓜果类蔬菜施肥中值得重视的问题是施肥对品质的影响。增施钾肥能显著提高瓜果类蔬菜的抗病力和品质，使西瓜糖度提高，风味改善。

（五）葱蒜类蔬菜的需肥特点

葱蒜类蔬菜包括韭菜、大蒜、洋葱和大葱等，主要以叶片、假茎（由叶鞘抱合而成）或鳞茎（叶的变态，由叶鞘基部膨大而成）供食用。它们共同的需肥特点是：

根系为弦状须根，几乎没有根毛，入土浅，根群小，吸肥力弱，需肥量大，属喜肥耐肥作物。要求土壤具有较强的保水、保肥能力，需施用大量腐熟有机肥提高土壤的养分缓冲能力，同时以氮为主，磷、钾配合，保证植株健壮生长，并促使同化产物送往贮藏器官（如韭菜的根茎）。

第二章 设施蔬菜栽培常用的肥料及施肥方法

设施蔬菜栽培常用的肥料包括有机肥、化肥和二氧化碳气体肥等肥料。施肥方法包括基肥、追肥和叶面肥。

一、设施蔬菜常用的肥料

(一) 有机肥料的种类及施用

1. 有机肥的重要作用 在蔬菜生产中，特别是无公害蔬菜生产中，有机肥的使用起着不可替代的作用。

(1) 提供大量的无机和有机养分 有机肥含有多种养分，并且养分的有效性高。它不仅含有氮、磷、钾等大量元素，还含有钙、镁、硫及各种微量元素。在其腐解过程中能释放出大量的二氧化碳气体，改善作物的碳素营养状况，这在设施蔬菜栽培中尤为重要。

另外，在有机肥中，氮素是以有机态氮为主，无机态氮含量较少。其中氨基酸、核酸和核苷酸均能被植物直接吸收。有机肥中的腐殖质对种子萌发、根系的生长有刺激作用，因此，可增强蔬菜作物的呼吸作用和光合作用，从而提高蔬菜的产量和品质。

(2) 改良土壤、培肥地力 有机肥是有机物、无机物和具有生命的微生物的混合物。有机肥富含有机质，在微生物和酶的作用下，形成的腐殖质和黏粒一起，把分散的土壤颗粒变成稳定的团粒结构，从而提高了土壤保水、保肥、稳温和通气的性能，改善了土壤的物理、化学和生物特性，增加了土壤有机质含量，增强了土壤缓冲性能，为蔬菜生长发育创造良好的生态环境。

(3) 提高土壤养分的有效性 施用有机肥,除直接增加土壤养分外,有机肥中含有多种酶,在腐解过程中增加土壤酶的活性,提高土壤微生物群体数量,有利于土壤有机物质的分解和难溶性养分的有效性转化。有机肥中还含有多种糖类、脂肪等有机化合物,它们是土壤微生物生命活动的能源,可促进各类微生物的生长发育。同时有机物在转化中形成的有机酸和二氧化碳,也使土壤中无效态的养分有效化,对土壤中磷素的影响尤为明显。

2. 人粪、尿的使用 人粪尿中有机物占鲜重的5%~10%,含氮量为0.5%~0.8%,其中70%~80%的氮素呈尿素态,易被蔬菜吸收利用,肥效快,含磷量为0.2%~0.4%,含钾量为0.2%~0.3%。人粪尿经充分腐熟后用做基肥,适用于各种蔬菜。人粪尿与作物秸秆或其他杂草混合,经高温发酵沤制,做基肥效果更好。特别是对叶菜类蔬菜,如白菜、甘蓝、菠菜和韭菜等肥效明显。不要把人粪尿晒成粪干,既损失氮素又不卫生;不要把人粪尿和草木灰、石灰等碱性物质混合沤制或施用,以防氮素损失;也不宜在瓜果类蔬菜上使用太多的人粪尿,以防过量的氯离子造成瓜果品质下降;在次生盐渍化的设施内,一次施用人粪尿不能太多,以免产生盐害;没有腐熟过的人粪尿,禁止在蔬菜上使用。

3. 畜、禽粪肥料的使用

(1) 畜粪的施用 包括猪、牛、马、羊等家畜的粪便,经过充分腐熟后可用作基肥。

①猪粪的施用。猪粪的有机物含量为15%,氮含量为0.5%~0.6%,磷含量为0.45%~0.6%,钾含量为0.35%~0.5%。猪粪是优质的有机肥料。在堆积沤制过程中,不能加入草木灰等碱性物质,以避免氮素损失。

②马粪的施用。马粪的有机物含量为21%,氮含量为0.4%~0.55%,磷含量为0.2%~0.3%,钾含量为0.35%~0.45%。马粪质地粗松,其中含有大量的高温性纤维分解细菌,