

文章编号: 1003-8701(2000)04-0048-07

绿色食品蔬菜生产的现状与前景分析

马光恕, 廉 华

(黑龙江八一农垦大学植物科技学院作物系, 黑龙江 密山 158308)

摘 要: 全文系统地介绍了绿色食品蔬菜生产现状与前景, 重点阐述了绿色食品蔬菜生产的紧迫性、基本要求及关键技术环节, 同时提出了运用无土栽培手段进行蔬菜绿色食品生产的广阔前景。

关键词: 绿色食品; 蔬菜; 现状; 前景; 无土栽培

中图分类号: S 63-1

文献标识码: B

绿色食品蔬菜是无污染的、安全的和优质的营养类食品的总称。根据中国绿色食品发展中心的规定, 绿色食品分为两种: 一是 AA 级绿色食品, 系指在生态环境质量符合规定标准的产地, 生产过程中不使用任何有害化学合成物质, 按规定的生产操作规程生产、加工, 产品质量及包装经检测符合规定标准, 并经专门机构认定, 许可使用 AA 级绿色食品标志的产品; 二是 A 级绿色食品, 系指在生态环境质量符合规定标准的产地, 生产过程中允许限量使用限定化学合成物质, 其它条件与 AA 级绿色食品相同。符合上述要求生产的蔬菜, 称为绿色食品蔬菜, 我国目前多进行 A 级绿色食品生产, 将来会过渡到以生产 AA 级绿色食品为主, 同时与国际有机食品接轨。

随着人民生活水平和质量的提高, 对生产与供给有益无害的优质保健蔬菜即绿色蔬菜的呼声越来越高, 已成为当前蔬菜生产与供给中不可忽视的重要任务, 也是生态蔬菜业开发中的主要项目之一。生产绿色蔬菜的突出社会效益在于给人们提供丰富的营养素的同时, 杜绝了环境中有害物质通过蔬菜进入人体, 保证了人民的健康; 由于提高了对社会的贡献, 生产者的经济效益必然能通过增值而提高, 并由此而带动的蔬菜生产技术及相关蔬菜产业的发展, 也必将创造更大的经济效益; 另外, 由于在一定程度上阻止或切断有害物质进入蔬菜生态系统, 有利于提高系统的功能, 为持续稳定地生产高效益蔬菜创造良好的生态环境。

1 进行绿色食品蔬菜生产的紧迫性

蔬菜是人们日常生活不可缺少的食品, 对蔬菜的需求不仅要求数量充足, 而且要求品种齐全、质量上乘。为了满足人们对蔬菜的需求, 从 80 年代以来, 温室、大棚蔬菜种植面积迅速增加, 在一定程度上解决了人们的淡季蔬菜供应。随着时间的推移, 保护地中的重茬、连作导致的蔬菜病虫害日益加重, 总产量因此降低 20% 以上。

各地在防治蔬菜病虫害中, 大量使用化学农药。长江流域一带一般每公顷使用农药 30~45 kg, 多的 75 kg 以上; 北方保护地蔬菜用量更大。据有关单位调查, 北京郊区菜地每公

收稿日期: 1999-12-27

作者简介: 马光恕(1969-), 男, 黑龙江省密山市人, 黑龙江八一农垦大学讲师, 硕士, 主要从事蔬菜学研究。

顷用量在 135 kg 以上。1994 年北京市场抽样检测有机磷超标率达 33.3%，其中韭菜有机磷超标率为 100%，小白菜的超标率为 80%，小油菜的超标率为 50%。据世界卫生组织 1977 年对 19 个国家的调查统计，每年发生急性农药中毒事件约 50 万人次，死亡约 2 000 人；全世界每年死于化学农药急性中毒的就有 20 000 人左右。

在我国，60~70 年代主要受有机氯的污染。虽然 1981 年国家已明令禁止在蔬菜中使用“666”、“DDT”等有机氯农药，但至今在蔬菜产品及蔬菜田土壤中仍有较高的检出率，个别还有超标样品。如武汉市小白菜在 80 年代中期“666”含量最高已达 2.11 mg/kg，超标 10 倍，“DDT”的残留量也超标 7.5 倍。估计到 2000 年以后，有机氯的污染问题才有可能从根本上得到解决。

目前，滥用农药的问题仍普遍存在，以有机磷为主的污染已成为主要矛盾，如乐果、甲胺磷、呋喃丹的施用，已造成了严重的后果。

化肥用量过多，尤其是无机氮过量，造成植物体内硝酸盐的大量积累。硝酸盐过多引起土壤酸化，破坏了土壤结构，也污染了地下水。引用水中硝酸盐含量超过 23 mg/kg 时，即可引起婴儿中毒，著名的“蓝婴病”就是婴儿吃了硝酸盐含量较高的水冲制的奶粉，使血液变成了蓝黑色。同时，硝酸盐在体内积累，还可诱发癌症。蔬菜是一种易于富集硝酸盐的植物性食品，人体摄入的硝酸盐有 80% 以上来自蔬菜。影响体内蔬菜硝酸盐含量的因素很多，蔬菜种类及品种间存在较大差异，栽培环境的影响也较大，但是，大量施用氮素化肥或有机质及氮素含量高的土壤是蔬菜产品内硝酸盐大量积累的主要原因。

工业“三废”的有害物质，如二氧化硫、氟化氢、氮氧化物、有毒的塑料薄膜、氯气、乙烯、酚类化合物及重金属中的铝、锌、铜、铬、镉、砷和汞等，不但对蔬菜造成污染，也影响蔬菜的产量和品质。不同蔬菜对重金属的呼吸能力有很大差异，如芹菜重金属含量较高，番茄除镉稍多外，其余较少。即使同类蔬菜不同种类之间也有较大差别，如叶菜中菠菜的重金属含量明显高于青菜和甘蓝。从不同重金属元素来看，蔬菜的富集程度以镉最高，锌、铜次之，铜、砷、铬最低，汞居中。另外，不同土壤条件下重金属的吸收情况也有差异，土壤有机质含量高、质地较粘重、土壤反应为中性和碱性的重金属易被土壤吸收固定，有利于提高土壤的重金属环境含量，减少蔬菜的吸收。

此外，还有微生物的污染，如从医院排出的污水，含有各种沙门氏杆菌、各种病毒、大肠杆菌、寄生性蛔虫、绦虫卵等，流入菜田，造成对蔬菜的污染。

今天，随着生活水平的提高，消费者已不再满足于蔬菜品种的丰富多样，对蔬菜的品质尤其是卫生标准提出了更高的要求。可以想象，在即将到来的 21 世纪，绿色食品蔬菜将成为人们共同追求的目标。

2 绿色蔬菜的基本要求及标准

对绿色蔬菜的基本要求可概括为优质、洁净、保健。优质是前提，洁净是要求，保健是目的。根据现阶段我国生产现状及市场需求，可将这个基本要求具体化为以下基本规格：

2.1 优质

①在该蔬菜品种中应属品质优良的品种；

②该蔬菜商品的个体应整齐均匀、发育正常、成熟良好，不应有病虫害、过大过小、不成熟或过熟等不符合商品规格的个体；

③在外观质量上应符合销售地区市场的要求。

2.2 洁净

- ①上市商品应属净菜,除特别目的外,一般均不应带有非食用部分;
- ②上市商品不应附着任何污染物质,有的蔬菜应清洗后上市;
- ③上市商品应有足以保护蔬菜在运输及销售过程中新鲜及防止二次污染的包装。

2.3 保健

①镉、铅、汞、砷等重金属元素及苯、多环芳烃类物质含量未超 FAO/WHO 或国内制定的允许标准;

②有机氯、有机磷等农药残留少,最多不能超过规定的安全标准;

③销售时蔬菜商品内的硝酸盐含量低于规定标准;

④依照产地的环境而特殊指定的检测污染物低于规定标准。

参照以上要求,依据各地情况制定出各种“绿色蔬菜”的规格和标准。绿色食品蔬菜的标准必须满足以下 3 个条件:首先,蔬菜生产基地必须具备良好的生态环境,没有污染源,大气质量符合标准要求;其次,蔬菜栽培过程及水质、肥料、土壤条件符合无公害蔬菜生产标准;第三,蔬菜产品加工、包装、运输、销售过程符合中华人民共和国卫生法的要求,没有二次污染。

3 绿色食品蔬菜生产的技术环节

3.1 生产基地、栽培方式、蔬菜种类及品种的选择

3.1.1 生产基地的选择

这是切断环境中有害或有毒物质进入食物链及防止蔬菜污染的首要 and 关键性措施,应切实把好大气、水质及土壤关。其基本要求:根据环保等有关部门提供的资料,以“三废”污染轻的地区作为绿色蔬菜生产基地选择的基本条件,基地附近没有造成污染源的工、矿企业,基地的灌溉水应是深井地下水或水库等清洁水源,避免使用污水或塘水等地表水灌溉,基地河流的上游没有排放有毒、有害物质的工厂,基地距主干路线 50~100 m 以上,基地菜田未长期施用含有毒有害物质的工业废渣来改良土壤;也可以选择交通比较方便,适于种植蔬菜的山区耕地。从一个地区或市场来看,绿色蔬菜生产基地不宜过于分散,应相对集中,这不仅有利于环境的监测与调控,且容易较快地形成一定规模的产业化生产。在基地选择与布局上应有长远打算,绝对不能有短期行为,更不应迁就对付,要严格把关,宁缺毋滥,宁少勿多。要充分利用各地的生态经济优势,发展具有优势的蔬菜产业,如鲜菜生产基地、贮藏菜生产基地、加工菜生产基地、保护地蔬菜生产基地和淡季菜生产基地等。

3.1.2 栽培方式的选择

绿色蔬菜生产对栽培方式并没有一定的选择,只要环境好,栽培措施得当,任何栽培方式都可以生产出符合标准的优质蔬菜。但是,为了达到绿色蔬菜的生产目的,应该充分利用不同栽培方式的优点,有利于优化栽培技术体系的建立与应用。从病、虫、草害防治的角度看,水旱轮作、粮菜轮作、菜菜轮作等栽培制度的应用是有利的,可以大大降低化学农药及除草剂的用量及使用次数。蔬菜保护地栽培,特别是周年应用的温室、大棚生产,不仅可以生产淡季蔬菜,而且可起到防止大气污染,尤其是空气中的煤烟粉尘及金属飘尘对蔬菜的污染。在水质较好的条件下,在温室或大棚内采用无土栽培方法栽培蔬菜可以避免大气及土壤污染对蔬菜质量的影响,且病、虫、草害较轻,营养供给完全受栽培者的控制,有利于生产出符合标准的绿色蔬菜,这种栽培方式比较适合设施、资金及技术等资源条件较好而又有一

定程度污染的城市郊区应用。

3.1.3 蔬菜种类及品种的选择

从市场需求来看,要求周年各个时期供给多种类的优质蔬菜,因此,开发绿色食品,种类也应多样化,以满足市场的需求。但是,绿色蔬菜的生产对技术要求比较严格,几乎每一种蔬菜的生产都应建立起具有特色的栽培技术体系并严格执行。从这一点上看,每一个生产基地或基地中每个生产单位又不应当把种植计划搞得过于复杂,应该集中力量抓几个拳头产品,使其真正达到绿色蔬菜生产的标准,增强在市场中的竞争力。

从蔬菜污染方面看,各种蔬菜在同一环境下污染程度也有差别。例如,芹菜的重金属含量较多,番茄除镉稍多外,其它重金属含量较少;同是叶菜类,菠菜对重金属的吸收要高于青菜和甘蓝;从不同重金属元素来看,蔬菜的富集程度以镉最高,锌、铜次之,铅、砷、铬最低,汞中等。根据沈明珠等报道,蔬菜种类中的硝酸盐含量由高到低的顺序为根菜类>薯蕷类>绿叶菜类>白菜类>葱蒜类>豆类>瓜类>茄果类。如果经土壤检测知道重金属或硝酸盐含量偏高(并未超过允许含量),在蔬菜种类选择上应加以注意,尽量选用对污染物富集量较少的蔬菜种类,防止产品内污染物质含量超标。

在绿色蔬菜栽培中,必须选用抗病优质的蔬菜品种。品种的抗病性较强,可以减轻防治病害的压力,只要注意病害发生环境的控制并加强栽培管理,即可在少用或不用农药的条件下保证产量,既降低生产成本,又防止农药污染;在蔬菜的商品质量与营养品质方面,品种间有一定的差异,特别在风味品质上更值得注意。另外,在品种选择上也应考虑到污染物质富集力的差别。不同品种蔬菜对土壤重金属的吸收及富集力差异不大明显,但在硝酸盐积累上却差异显著,特别是菠菜、青菜等叶菜类表现得比较明显,这样为筛选、培育和选用低富集硝酸盐品种提供可能性。

3.2 病虫害的综合防治

3.2.1 生物防治的根本措施

所谓的生物防治就是指从环境条件控制、栽培技术改进以及各种生物防治因素角度出发,削弱病原的数量、传播及致病力,保护寄主并增强其健康水平,改善土壤及空气环境,从而达到控制病害危害的目的。

生物防治最根本的措施就是控制危害蔬菜的生物侵入蔬菜的通道,强化蔬菜本身的抵抗能力,并利用“食物链”原理控制这些生物的大量繁殖,既维持了自然界固有的生物间的生态平衡关系,也基本上保护了栽培作物,从而达到防治的目的。近 20 年来,由于抗病品种和农药受到了前所未有的挑战,促使人们探索新的防治途径,加上伴随农业现代化而不断出现的病害问题,生物防治越来越受到重视。

3.2.2 蔬菜病害生物防治技术的应用

提起生物技术,很容易认为是单纯的以虫治虫、以菌治虫的防虫技术,因为这方面已经取得很好的效果并推广应用于生产。如应用苏云金杆菌(1:800 倍)或用颗粒体病毒 30 单位防治菜青虫和小菜蛾;采用广赤眼蜂寄生鳞翅目幼虫、金小蜂寄生菜青虫的蛹、微红茧蜂寄生菜青虫 4 龄幼虫等都能获得较好的防虫效果。随着科学技术的发展,以菌治菌的病害生物防治技术也逐步地推广应用于生产,如应用农抗 120 对蔬菜多种病害均有较好的防治效果。据北京农科院研究,农抗 120 和农抗 Bo-10 在发病前施用,对黄瓜枯萎病的防效可达 59%~72%,对黄瓜霜霉病的防效为 55%~57%。又如植物病毒抑制剂对番茄、青椒病毒病防治有一定效果,有可能成为病毒病的生物防治手段之一。近些年来,在蔬菜病害的免疫防

治上也有较大的研究进展,如采用中国科学院微生物所提供的番茄花叶病毒(TMV)弱病毒苗接种,对番茄病毒的抑制作用较强;S₅₂卫星病毒对黄瓜花叶病毒引起的青椒病毒病也有防治效果。蔬菜病害的免疫防治也受到重视并正在拓宽与深入研究,可望获得较好的研究成果并应用于生产。

3.2.3 蔬菜病虫害防治中的药剂应用

“吃药治病”是天经地义的事,防治蔬菜病虫害也是如此。但在绿色蔬菜栽培中用药应坚持以下的原则:采用农业技术措施能够基本上达到防治目的时,能不用药尽可能不用,必须用药时,应优先选用不产生公害且有一定防治效果的生物农药,尽量不采用或少用化学合成有残毒的农药;应用农药的时间、浓度及方法以满足防治效果最佳而残毒最小的原则制定规模并严格按其执行。当然,作为一种农业技术措施,也必须考虑到在经济上的可行性及使用上的可操作性。

根据中国绿色食品发展中心制定的《生产绿色食品的农药使用准则》(1995),在生产过程中,允许使用植物源杀虫剂、杀菌剂、拒避剂和增效剂,如杀虫菌素、鱼藤酮、烟草水、大蒜素、芝麻素等;允许释放寄生性捕食性天敌动物,如赤眼蜂、瓢虫、捕食螨、各类天敌蜘蛛及芜菁夜蛾线虫等;允许在害虫捕捉器中使用昆虫外激素,如性信息素或其他动植物源引诱剂;允许使用矿物油乳剂和植物油乳剂;允许使用矿物源农药中的硫制剂、铜制剂;允许有限度的使用活体微生物农药,如真菌制剂、细菌制剂、病毒制剂、放射菌、拮抗菌剂、线虫和原虫等;允许有限度的使用农用抗生素,如春雷霉素、多抗霉素、井冈霉素和农抗 120 等防治真菌病害,浏阳霉素防治螨类。禁止使用有机合成的化学杀虫剂、杀螨剂、杀菌剂和生长调节剂;禁止使用生物源农药中混配有机合成农药的各种制剂。如果生产中必须使用有机合成化学农药,应严格要求符合以下使用原则:严格按照规定的方法使用,按规定目录中选用低毒农药和个别中等毒性农药,在农产品中的最终残留不得检出或低于最大残留量,最后一次施药距采收间隔天数不得少于规定的日期,每种有机合成农药在一种作物的生长期只允许使用一次,在使用混配有机合成化学农药的生物源农药时,必须经过审批后使用,严格禁止使用剧毒、高毒、高残留或者具有 3 致(致畸、致癌、致突变)的农药。在目前使用的各种农药中有 27 种农药在商品蔬菜中的残留量低于国家标准,其中杀虫剂 14 种:如 50%辛硫磷和 20%杀灭净;杀菌剂 10 种:如 50%多菌灵和 75%百菌清;除草剂 3 种:有 48%氟乐灵、48%拉索油和 10%草甘磷。其他注意事项如下所述:

①严格禁止使用高毒、高残留农药,如甲胺磷、氧化乐果、呋喃丹、三硫磷化锌和除草醚等。

②根据各农药性质严格在安全间隔期内施药。一般情况下,生物农药安全间隔期为 3~5 d,菊脂类 5~7 d,有机磷 7~10 d;杀菌剂中的百菌清、代森锌和多菌灵要 14 d 以上;其它如乐果、敌百虫为 7~10 d。

③掌握有效用药量,适量用药。能点片挑治的病虫害不普治,尽量减少使用农药。

④进行合理轮换和混用农药,可以克服或延缓抗药性的产生,提高防治效果,但是不能盲目混用。

⑤根据蔬菜不同生育期的病害发生特点,合理调整作物一病虫一天敌一环境之间相互依存、相互制约的关系,综合运用各种措施进行生态防治。

3.3 施肥技术的合理应用

3.3.1 蔬菜的吸肥特点及注意事项

蔬菜种类:品种繁多,食用部位各不相同,生长特性各异,对营养的要求也差别较大。与其他作物相比,在营养元素吸收上有以下特点:

①吸肥力强:根部是植物吸收养分的重要器官,根系盐基代换量是衡量根系吸收能力的主要标志之一,根系盐基代换量大的作物,其吸收养分的能力也强。

②好硝酸性:番茄、菠菜等蔬菜是喜硝酸态氮的典型蔬菜。据报道,在全施硝态氮的地块菠菜产量最高,随着铵态氮施用比例增加,产量逐渐下降,若铵态氮比例过高,则会降低蔬菜对钙、镁的吸收。

③喜高肥:与水稻等作物相比,蔬菜正常发育对养分浓度的要求要高出 4~10 倍,有的元素如磷、钾则要高出 20~30 倍,浓度降低则生育量下降,这说明从总体上蔬菜是喜肥作物。

④好气性强:与蔬菜营养吸收相联系的是它们都要求较高的根际氧素含量,即根系呼吸的需氧量高,土壤中氧气不足对作物生长影响很大。

⑤对钙、硼的敏感性:蔬菜根部盐基代换量高,所以吸钙量也高,一般蔬菜吸钙量比小麦高 5 倍多,萝卜比小麦要高 10 倍,甘蓝则要高 25 倍。蔬菜对微量元素硼的需求量也较大。由于蔬菜对钙、硼元素从适量到发生缺素的浓度范围较窄,因此较易发生缺素症状。

由于蔬菜养分吸收具有以上的特点,为了保证高产、稳产、优质,在培肥上必须重视以下几个方面:①为适应其喜肥及吸肥力强的特性,必须在提高菜田的土壤肥力上下功夫,使菜田土壤含有较多的有机质和较高水平的可溶性养分含量;②为满足其好硝酸态氮及好气性的特性,必须注意改良土壤的物理性,改善其通气条件,及时中耕,消除土壤的板结,防止水涝及土壤过湿;③注意平衡施肥、测土施肥等科学施肥技术,防止由于养分不足、过量及养分间平衡失调等问题而导致缺素、浓度障碍的发生。

3.3.2 绿色食品蔬菜生产对施肥的要求

依据中国绿色食品发展中心制定的《生产绿色食品的肥料使用准则》,绿色食品蔬菜生产允许使用的肥料种类:堆肥、厩肥、沤肥、沼气肥、绿肥、作物秸秆、泥肥和饼肥等有机肥,腐殖酸类肥料、根瘤菌、固氮菌、磷细菌、硅酸盐细菌和复合菌等微生物肥料;半有机肥料(有机复合肥)及矿物钾肥、硫酸钾、矿物磷肥(磷矿粉)、锻烧磷酸盐(钙镁磷肥、脱氟磷肥)、石灰石(酸土上使用)、粉状硫肥等无机(矿质)肥料;用于叶面喷施的微量元素肥料及植物生长辅助物质(不包括合成的化学物质)肥料及其他有机物肥料。除规定外,不允许使用其他化学合成肥料,如生产上实属必须,应有限度地使用部分化学合成肥料,但对于叶菜类、根菜类蔬菜,氮素化肥应严格控制使用量,特别要禁止使用硝态氮肥料。各种肥料的具体使用方法及使用量应以保证产量、不造成对产品的污染为原则。

4 利用无土栽培手段生产绿色食品蔬菜

随着我国国民经济的迅速发展和人们物质文化水平的提高,作为绿色食品蔬菜生产象征的无土栽培手段,倍受各级政府和人民群众的重视,新的发展浪潮正在形成。这一方式可通过电脑程序自动控制水、肥的供应,杜绝病虫害的发生,从而避免施用农药和重金属污染,并有效地控制了蔬菜产品的硝酸盐含量,成为绿色食品蔬菜生产的理想途径。目前,我国已有许多地区进行无土栽培的研究和生产,效果非常显著,在不久的将来,无土栽培将成为绿色食品蔬菜生产的主导手段而加以推广。

参考文献:

- [1] 葛小光·生态蔬菜业开发的一项重要任务——生产‘绿色蔬菜’[J]. 辽宁农业科学, 1992(4):7-11.
- [2] 贾小红,等·无污染蔬菜的现状和未来[J]. 农牧情报研究, 1993(3):34-37.
- [3] 易 齐·怎样生产无农药污染的无公害蔬菜[J]. 蔬菜, 1987(1):1-7.
- [4] 王晓佳,等·蔬菜的污染与无污染蔬菜生产[J]. 中国蔬菜, 1996(3):53-55.
- [5] 郑光华,等·绿色食品蔬菜——21世纪设施园艺的主导产品[J]. 中国蔬菜, 1999(1):1-3.
- [6] 王利英,等·浅谈无公害蔬菜生产[J]. 天津农业科技, 1999, 5(2):53-55.
- [7] 黄 卫·全球共趋——绿色蔬菜的生产发展[J]. 世界农业, 1997(3):28-29.
- [8] 李 辉·无公害蔬菜生产中如何使用化学农药[J]. 北方园艺, 1997(2):23.
- [9] 李国景,等·我国现阶段发展蔬菜无土栽培的探讨[J]. 长江蔬菜, 1997(4):1-4.
- [10] 李式军,等·我国无土栽培研究新技术、新成果及发展方向[J]. 长江蔬菜, 1997(5):1-5.

(上接第 47 页)

3 结 论

GM-256 中间砧对绝大多数苹果种质资源表现出良好的致矮作用, 四年生树高都在 230 cm 以内, 属于矮化中间砧类型。

GM-256 中间砧对大多数苹果种质资源表现出早见果、早丰产的效果, 三年生见果率和丰产率皆可达到 50% 左右。

GM-256 中间砧对大多数苹果种质资源都有较强的亲合性, 在 59 份极不亲合的材料中, 主要是输导组织的导管连接受阻, 使矿物质和水分的运输不畅。

矮化砧的生理机理主要是利用砧穗组织构造与生理功能的差异, 造成水与矿物质和光合产物运输受阻, 使地上部生长与根系生长受到阻滞, 达到致矮作用。但这种阻滞作用必须有一个度的限制, 否则就起不到致矮作用或使生长停止或死亡。

参考文献:

- [1] 林凤起,等·抗寒苹果矮化砧 GM-256 使用方法的研究[J]. 北方园艺, 1997, (3):33-34.
- [2] 林凤起·苹果矮化砧 GM-256 生物学特性的研究[C]. 全国果树高效与品种改良学术讨论会, 1995.
- [3] 河北农业大学主编·果树栽培学总论[M]. 北京: 农业出版社, 1980, 344-345.
- [4] 王中英,等·矮化中间苹果树¹⁴C 同化物分配和运转的研究[J]. 山西农业科学, 1998, 26(3):10-14.