

中国富硒农业 发展蓝皮书

(2015)



中国富硒农业产业技术创新联盟 编著



中国农业科学技术出版社

中国富硒农业发展蓝皮书

(2015)

① 中国富硒农业产业技术创新联盟 编著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国富硒农业发展蓝皮书 (2015) / 中国富硒农业产业技术创新联盟编著. — 北京: 中国农业科学技术出版社, 2016.2

ISBN 978-7-5116-2370-6

I. ① 2… II. ① 中… III. ① 硒—作物—农业发展—白皮书—中国—2015 IV. ① F323

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 275321 号

责任编辑 穆玉红

责任校对 贾海霞

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82106626 (编辑室) (010) 82109704 (发行部)
(010) 82109703 (读者服务部)

传 真 (010) 82106626

网 址 <http://www.castp.cn>

经销者 新华书店北京发行所

印刷者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 710 mm × 1000 mm 1/16

印 张 16.75

字 数 220 千字

版 次 2016 年 2 月第 1 版 2016 年 2 月第 1 次印刷

定 价 88.00 元

—— 版权所有 · 侵权必究 ——

目 录

第一章 富硒农业概述	1
第一节 富硒农业含义.....	2
第二节 富硒农业分类及用途.....	9
第三节 富硒农产品行业特征.....	11
第二章 国外富硒农业发展概况	13
第一节 国外富硒区的分布及特征.....	14
第二节 国外富硒农业的发展历程.....	15
第三节 国外富硒农产品发展情况.....	18
第三章 国内富硒农业发展概述	21
第一节 国内硒区分布及特征.....	22
第二节 国内富硒农业发展历程.....	23
第三节 国内富硒农产品发展布局及趋势.....	26
第四节 国内富硒农产品市场情况.....	27
第四章 我国硒标准的概述	31
第一节 我国富硒产品硒含量标准分类.....	32
第二节 我国富硒产品硒含量国家标准和行业标准.....	33
第三节 我国富硒产品硒含量地方标准.....	35
第四节 富硒标准制定中的关注点.....	42

第五章 富硒种植业发展情况	45
第一节 富硒种植业的种类及面积规模	47
第二节 富硒种植业的效益分析	48
第三节 富硒种植业的企业、合作社、家庭农场和种植大户	50
第六章 富硒养殖业发展情况	55
第一节 富硒养殖业的种类及规模	57
第二节 富硒养殖业的效益分析	58
第七章 富硒加工业发展情况	61
第一节 富硒农产品加工业现状	63
第二节 富硒保健品加工产品及企业	66
第八章 富硒农产品生产技术的发展分析	69
第一节 富硒农产品生产技术的发展概况	70
第二节 富硒农产品主要生产技术的现状	72
第三节 现存的主要技术问题	75
第四节 未来技术的发展趋势	77
第九章 富硒农业发展存在的问题	79
第一节 技术问题	80
第二节 市场问题	80
第三节 资金问题	81
第四节 政策问题	82
第五节 标准问题	82
第六节 认证问题	83
第七节 品牌问题	83
第十章 富硒农业发展建议	85
第一节 富硒农产品发展政策分析	86
第二节 富硒农业产业化建设	88
第三节 富硒品牌建设和营销策略建议	93

第十一章 典型贫硒地区富硒农业发展情况	95
第一节 2015 年淄博博山区富硒农业发展情况	96
第二节 2015 年黑龙江省方正县富硒农业发展情况	117
第十二章 2015 年典型富硒地区富硒农业发展情况	135
第一节 丰城市富硒农业发展情况	136
第二节 紫阳县富硒农业发展情况	145
第三节 桃源县富硒农业发展情况	156
第四节 新田县富硒农业发展情况	178
第五节 恩施州富硒农业发展情况	185
第六节 寿宁县富硒农业发展情况	196
第七节 广西富硒农业发展情况	202
第八节 涪川区富硒农业发展情况	215
第九节 湖北省富硒农业发展情况	219
第十节 安康市富硒农业发展情况	224
参考文献	231
附 件	235



第一章 富硒农业概述

第一节 富硒农业含义

一、硒的概述

硒 (Selenium, Se), 是一种类金属元素, 原子系数为 34, 位于元素周期表中于第四周期, 第 VI 主族, 与硫同族, 二者具有相似的物理化学性质。硒也是一种稀有分散元素, 在地壳中含量极少但分布广泛, 能直接与各种金属和非金属反应, 可与氧、硫、碲等构成多种有机或无机的硒化合物。硒在 1817 年首次由瑞典的科学家贝采利乌斯 (Berzelius JJ) 发现, 是一种人和动物必需的微量营养元素, 但是, 在硒被发现后很长一段时期内, 其一直作为一种对人和动物健康有毒的元素来研究。直到 1957 年, Schwarz 和 Foltz 发现硒是阻止大鼠食饵性肝坏死的一种保护因子, 自此, 硒的生物学功能才初步被认识。1973 年, Rotruck 等发现硒是谷胱甘肽过氧化物酶活性中心的必需组成部分; 同年, WHO 和国际营养组织规定硒是人和动物必需的微量营养元素; 1988 年, 中国营养学会将硒列为人体必需的微量营养元素。目前研究已证实, 硒是构成哺乳动物体内 30 多种含硒蛋白质与含硒酶如谷胱甘肽过氧化物酶、硫氧还原蛋白酶以及碘化甲腺原氨酸脱碘酶等的重要组成成分, 具有抗氧化、抗癌、提高机体免疫力等多种生物学功能。

硒与人体健康息息相关, 人体缺硒容易导致未老先衰、精神不振、精子活力下降, 严重缺乏硒时会引发心肌病、心肌衰竭和克山病 (大骨节病) 等。全世界范围内, 大约有 5 亿~10 亿人缺硒, 而我国也是世界上缺硒严重的国家之一。在我国版图上, 存在一条从东北到西南走向的低硒带, 约有 1 亿多人口因膳食结构中硒含

量不足，造成人体的低硒状态。硒不能由机体自身产生，必须通过外界摄取。人体中的硒主要通过饮食摄入。美国食品与营养学会推荐成年男女硒的日摄入量分别为70 $\mu\text{g/d}$ 和55 $\mu\text{g/d}$ ；中国营养学会推荐日摄入量为50 $\mu\text{g/d}$ ，正常成人日摄入硒的安全和合适范围为50~250 $\mu\text{g/d}$ ，且膳食硒最高安全摄入量为400 $\mu\text{g/d}$ （表1-1）。

表 1-1 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所公布的硒需要量

项 目	需硒量（ $\mu\text{g/d}$ ）	全血硒量（ $\mu\text{g/mL}$ ）
硒的最低需要量	17	约 0.005
硒的生理需要量	40	约 0.1
硒的界定中毒量	800	约 1.00
推荐膳食供给范围	50~250	约 0.1~0.4
膳食硒最高安全摄入量	400	约 0.6

二、硒的特征与形态

硒在地壳中分布广泛，但相当稀少，硒在地壳中的丰度在0.05~0.09 $\mu\text{g/g}$ ，排在化学元素丰度的第70位。另外，硒在土壤中分布极不均匀，在土壤中硒的分布具有明显的地带性差异。世界上绝大多数土壤的硒含量范围为0.01~2.0 mg/kg ，一般土壤含量为0.4 mg/kg 以下，超过0.4 mg/kg 即定义为富硒土壤。在世界范围内，既有严重缺硒地区，如我国西北克山病地区；也有硒含量较高地区，如在美国北部大平原地区。中国的湖北省恩施州和陕西省紫阳县，以及在爱尔兰、哥伦比亚、委内瑞拉以及色列境内都存在高硒地区，这些富硒地区土壤中硒含量范围为5~1 200 mg/kg 。我国表层土壤硒含量范围为0.006~9.13 mg/kg ，在我国土壤环境中，硒的分布呈中间低、东南和西北地区高的马鞍型趋势。在地图上，从东北地区暗棕壤、黑土向西南方向，经黄土高原上的褐土、黑垆土至川滇地区的棕壤性紫色土、红褐土、红棕壤、褐红壤地区，再至青藏高原东部和南部的高山草甸土、黑毡土，形成一条低硒带，跨入省区包括黑龙江省、吉林省、辽宁省、北京市、山东省、内蒙古自治区、甘肃省、四川省、云南省、西藏自治区，共计大约72%的国土面积存在不同程度的缺硒（<0.05 mg/kg ），其中，缺硒区占（0.02~0.05 mg/kg ）占43%，严重缺硒地区（<0.02 mg/kg ）占29%。在低硒带西北方向为干旱地区的富硒环境，如陕西省紫阳县，东南方向为湿润地区的富硒环境，如湖北省恩施州地区。

自然土壤中的硒主要来自风化的岩石或流经风化岩石的水层，也可以降水的形式来自大气。一般而言，硒主要通过火山活动进入地面，在火山活动的过程中，硒以两种形态存在，在 694.9°C （硒的沸点）时，硒是火山气体的组成成分之一；低于此温度的硒以火山的形式喷发出来，形成含硒的火山尘埃，最后通过降水在环境中迁移累积。此外，工业废气和酸雨也可带入硒，大气中的硒多数集中沉降在工业城市附近的土壤中。另外，通过施用磷酸钙、硫酸肥料和杀虫剂也能使硒在土壤中得到累积。

硒在土壤中主要以 Se^0 、 Se^{2-} 、 Se^{4+} 和 Se^{6+} 四种价态存在，按形态主要分为元素态硒、硒化物、有机硒、亚硒酸盐和硒酸盐。元素态硒是土壤微生物还原亚硒酸盐或硒酸盐的产物，元素态硒在土壤中含量极小，在一定条件下，可在水解、氧化剂及微生物作用下重新转换为有效性强的硒酸盐和亚硒酸盐。硒化物主要存在于透气性差的强酸性土壤中，大多难溶于水。土壤中有机态硒主要由含硒生物体腐烂分解形成，有机硒是土壤有效硒的重要组成部分，且有机态硒平均可占土壤总硒量的 30% 左右。亚硒酸盐和硒酸盐是土壤中硒的主要存在形态。亚硒酸盐是水溶性的，在酸性土壤中及还原条件下（ $7.5 < \text{pe} + \text{pH}$ 值 < 15 ），亚硒酸盐是主要存在形态。在碱性和氧化环境中（ $\text{pe} + \text{pH}$ 值 > 15 ），硒酸盐是土壤中的主要存在形态。硒酸盐也是水溶性的，且在土壤中迁移转化能力强，很容易发生淋滤和迁移。土壤中硒的存在形态主要取决于土壤的氧化还原电位 E_h 、 pH 值以及土壤类型等因素，不同形态硒之间可以在微生物作用、土壤腐殖化作用、氧化作用以及还原作用下进行转化，最终各形态在土壤中维持一个相对平衡的状态。

土壤中的硒通常以硒酸盐、亚硒酸盐或有机态被植物根系吸收，硒的形态不同，植物对硒的吸收机制也不同（图 1-1）。硒酸盐同硫酸盐一样，通过植物根部相同的吸收位置被根系吸收，并且这两种离子在吸附和吸收过程中发生激烈竞争，硫酸盐可以通过竞争作用影响硒酸盐的吸收。与硒酸盐的吸收不同，对于亚硒酸盐的吸收机制研究较少，且对亚硒酸盐的吸收机制还不明确。另外，植物对不同形态硒的吸收机制有显著差异，而植物吸收的硒从根向地上部的转移与运输能力，也主要取决于硒的形态。植物吸收的硒酸盐很容易通过木质部从根部转移到地上部，且硒酸盐在输送过程中不会发生形态转化，然后在叶绿体中通过酶的催化作用下还原为亚硒酸盐，再进一步还原为其他形态的硒，最后再分配到植物的其他组织中；而当亚硒酸盐被植物根系吸收后，亚硒酸盐能够很快地在根系中通过硫的代谢途径转化为其他形态的硒。亚硒酸盐和其代谢产物主要累积在根部，只有极少一部分转移到植物地上部。

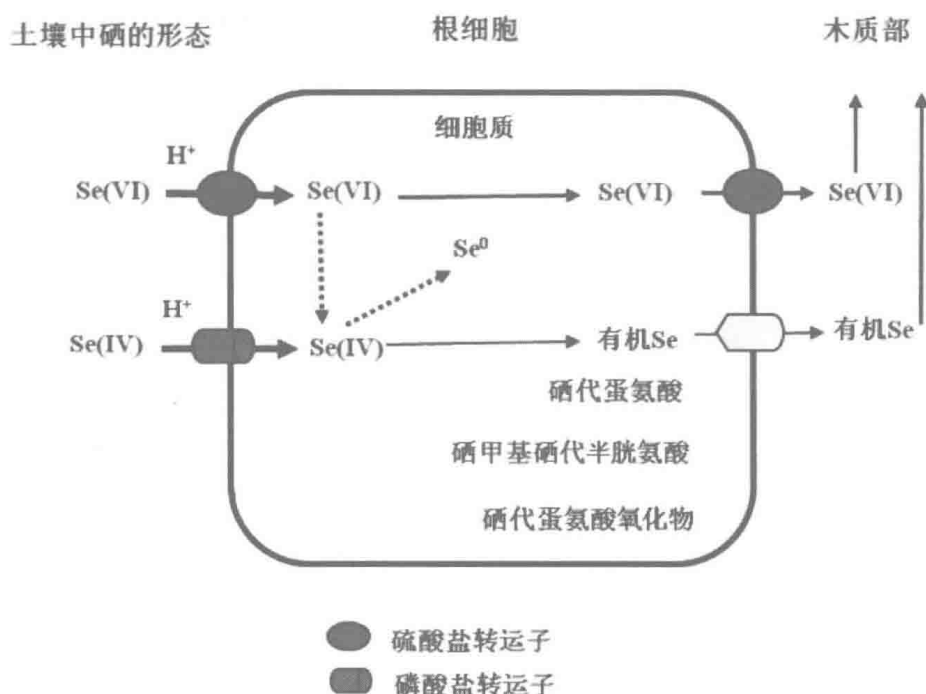


图 1-1 植物根系对不同形态硒的吸收转运和形态转化（王晓芳等，2014）

硒被植物吸收后，在植物体中通过硫的代谢途径主要转化为各种形态的硒。硒在植物体内能以多种化合物的形式存在，主要包括是硒酸盐、硒代蛋氨酸（SeMet）、硒代胱氨酸（SeCys₂）、含硒蛋白、硒甲基硒代半胱氨酸（SeMeCy）、 γ -谷氨酰基-硒甲基硒代半胱氨酸（ γ -glutamyl-Se-methyl-selenocystein, γ -Glu-MeSeCys）。不同形态硒的生物利用率和生物功能不同，有机硒的生物有效性要高于无机硒。SeMet 是一种生物利用率高的硒化合物，被认为是最佳硒补充剂，而 SeMeCys 被认为是植物中存在的具有抗肿瘤效应的含硒化合物。

三、硒的生物学功能

硒是一种人和动物必需的微量营养元素，遍布人体各组织器官和体液，其中，肾中浓度最高。人体内不存在长期贮藏硒的器官，机体所需的硒主要是不断地从饮食中摄入。硒浓度的平衡对许多器官、组织的生理功能有着重要的保护作用 and 促进作用，当人体硒缺乏时，就很容易导致免疫能力下降，威胁人类健康和生命。医学研究发现，人体 40 多种疾病都与缺硒有关，如癌症、心血管病、肝病、白内障、胰脏疾病、糖尿病、生殖系统疾病等。硒具有许多非常重要的生物学功能（图

1-2)，具有抗癌、保护心脏、保护肝脏、防治近视和白内障、解毒、提高免疫力、延缓衰老和增强生殖功能等多种药理作用，被誉为“生命之火”“心脏的守护神”和“抗癌之王”。



图 1-2 硒的生物学功能

（一）抗氧化作用

硒是谷胱甘肽过氧化物酶（GSH-Px）的组成成分，每摩尔的 GSH-Px 中含 4 克原子硒，GSH-Px 酶的作用是催化还原性谷胱甘肽（GSH）与过氧化物的氧化还原反应，可以发挥抗氧化作用，是重要的自由基清除剂。如果机体内存在大量的不饱和脂肪酸，当它们受到具有强氧化力的化合物攻击，会发生过氧化反应生成过氧化物。而硒的抗氧化作用主要通过酶促反应清除脂质过氧化物和自由基。因此，通常将活性作为衡量硒在生物体内功能的指标。另外，正是由于“硒”的高抗氧化作用，适量补硒就能起到防止器官老化与病变，延缓衰老，增强免疫，抵御疾病，抵抗有毒害重金属，减轻放化疗副作用，防癌抗癌。

（二）增强机体免疫力

动态有机硒能清除体内自由基，排除体内毒素、抗氧化、能有效地抑制过氧化脂质的产生，防止血凝块，清除胆固醇，增强人体免疫功能。一般来说，硒几乎存在所有免疫细胞中，补硒可明显提高机体免疫力，硒能有效提高机体的体液免疫和细胞免疫功能，增强细胞介导的肿瘤特异性免疫，有利于细胞毒性淋巴细胞的诱

导,并明显加强细胞毒活性,能刺激蛋白质及抗体的产生,显著提高吞噬过程中吞噬细胞的存活率和吞噬率。

(三) 防癌作用

近年来,美国的多项防癌试验充分证明,硒对多种人类癌症具有防治保护作用。而早在20世纪70年代,研究就发现癌症可能与机体缺硒有关,且在以后多种动物模型试验中也证实:硒能抑制肿瘤的生长,显著降低乳腺癌、皮肤癌、结肠癌、肝癌等多种癌的发生率。研究发现,硒是癌细胞基因表达的调节因子,能够诱导癌细胞程序性死亡,对机体细胞起到免疫作用。另外,硒可抑制癌细胞的合成,改变癌细胞的恶性表型特征,具有诱导癌细胞分化的显著作用。

(四) 防止心脑血管疾病

硒是维持心脏正常功能的重要元素,对心脏肌体有保护和修复的作用。人体血硒水平的降低,会导致体内清除自由基的功能减退,造成有害物质沉积增多,血压升高、血管壁变厚、血管弹性降低、血流速度变慢,进而送氧功能下降,从而诱发心脑血管疾病的发病率升高。科学补硒对预防心脑血管疾病、高血压、动脉硬化等都有较好的作用。

(五) 防止糖尿病

硒是构成谷胱甘肽过氧化物酶的活性成分,它能防止胰岛 β 细胞氧化破坏,使其功能正常,促进糖分代谢、降低血糖和尿糖,改善糖尿病患者的症状。

(六) 防止地方性疾病

缺硒是克山病、大骨节病两种地方性疾病的主要病因。补硒能防止骨髓端病变,促进修复,且在蛋白质合成中促进二硫键对抗金属元素解毒,从而对这两种地方性疾病和关节炎患者产生很好的预防和治疗作用。

(七) 硒与其他疾病

另外,硒在保护视力、调节甲状腺激素分泌及提升精子活力等方面,都能起到一定的作用。

保护视力:硒能催化并消除对眼睛有害的自由基物质,从而保护眼睛的细胞膜。如果人眼长期处于缺硒状态,就会影响细胞膜的完整,从而导致视力下降和许多眼疾如白内障、视网膜病、夜盲病等的发生。

强健脑功能:硒缺乏时能够使一些“神经递质”的代谢速率改变,同时人体内产生大量的有害物质,如自由基也无法得到及时清除,从而影响人体的脑部功能。此外,增加硒摄入,不但会减少儿童癫痫的发生,也可以有效地减轻焦虑、抑郁和疲倦。

调节甲状腺激素:硒与人体内分泌激素关系密切,其中,人体甲状腺中硒的含

量高于除肝和肾以外的其他组织。硒在甲状腺组织中具有非常重要的功能，可以调节甲状腺激素的代谢平衡，缺硒会造成甲状腺功能紊乱。

提升精力活力：研究发现，男性不育症患者精液中硒水平普遍偏低，而如果精液中硒水平越高，则精子数量越多，活力也就越强。人类精子细胞含有大量的不饱和脂肪酸，易受精液中存在的氧自由基攻击，诱发脂质过氧化，从而损伤精子膜，使精子活力下降，甚至功能丧失，造成不育。而硒具有强大的抗氧化作用，可清除过剩的自由基，抑制脂质过氧化作用。男性不育症患者由于精液硒水平低，自然会削弱机体自身对精液中存在的氧自由基的清除和脂质过氧化的抑制，从而导致患者精子活力低下，死亡率高，引发不育症。

此外，硒对重金属具有一定排毒解毒的作用，硒能与体内的汞、铅、锡、铊等重金属结合，形成金属硒蛋白复合而解毒、排毒，被誉为“重金属的天然解毒剂”。

四、富硒农业含义

我国是一个缺硒比较严重的国家，根据 2002 年公布的全国居民膳食营养调查结果显示，全国人均摄入硒为 39.9g/d，不到中国营养学会推荐的 50g/d。因此，从我国居民营养膳食结构的现状和要求看，补硒是一种必然的趋势。但硒在人体的新陈代谢是非常复杂，不同的形式，从不同的来源硒的代谢途径是完全不同的，硒过量对人体是有害的，因此应根据不同的目的和要求选择补充适量的硒。补硒的途径主要是食补富硒食物和药补含硒的药品或保健品。相比药补，现代医学证明，食补是目前人类补硒最科学、最安全的途径之一。食补主要是通过发展富硒农业，开发富硒农产品，提高食物链中“硒”的含量水平。

富硒农业是指通过硒的生物转化的方法，利用富硒地区丰富的硒资源或通过根部施硒肥和叶面喷硒措施来发展种植业，生产富硒农产品；或采用富硒饲料来发展养殖业，生产富硒动物产品。随着人们生活水平的不断提高，人们营养保健意识日益增强，不仅要吃的安全，还要吃的健康，富硒农产品正好迎合了人们的这种消费需求，越来越受到消费者的青睐，富硒农业前景广阔。

目前，随着人们对健康食品的需求增加，人们补硒意识的提高，我国富硒食品市场日益兴起。近年来，我国掀起了富硒产业发展的热潮。据国家统计局所属的国家市场调研中心产业经济研究院《2010—2015 年中国富硒农产品行业深度研究与预测分析报告》统计，2006 年，我国富硒农产品行业工业总产值为 82.1 亿元，到 2011 年已达到 138.5 亿元，每年以 9.3%~13.1% 的速度递增，预计今年将达到 200 亿元。我们认为该数据是保守和偏低的，但其揭示的发展趋势值得肯定。资料显

示,全国已有 21 个县生产富硒大米和杂粮,拥有富硒大米品牌达 25 个;富硒果品品牌 15 个以上;富硒蔬菜及深加工产品品牌 100 多个;富硒茶品牌 20 多个;富硒药品、保健品及食品品牌达 60 多个。目前,我国富硒农业发展较好的地区有湖北恩施、陕西紫阳、江西丰城、贵州开阳、湖南桃园和新田、福建寿宁、山东博山、淄川、青海平安等。

第二节 富硒农业分类及用途

一、富硒农业分类

一般来说,富硒农业可分为天然富硒农业与人工富硒农业。天然富硒农业是利用富硒地区丰富的硒资源自然生长的富硒农产品。我国拥有湖北恩施、陕西紫阳等少数几个高硒区,研究发现,土壤中硒含量与其上生长的植物硒含量有良好的相关性,因此可以充分利用高硒地区天然的土壤优势生产多种富硒农产品。如开阳的富硒茶、富硒大米、富硒辣椒、富硒玉米等;紫阳的富硒茶叶、富硒柑橘、硒菇、富硒果醋、富硒药材等;恩施的玉米、小麦、黄豆、高粱、甘薯、烟叶、茶叶等硒含量较高,可以作为富硒产品来开发。

而对于环境中硒相对缺乏的地区,则可以通过增施硒源来生产富硒产品。人工富硒农业主要是通过人工制造富硒环境(植物根部施硒肥和叶面喷硒)和生物转化的方法,以及采用富硒饲料来生产富硒农产品。人工富硒农业的方法包括微生物富集法、动物转化法以及植物转化法。

(一) 微生物富集法

微生物富集法生产的富硒营养食品主要包括富硒酵母和富硒真菌。富硒酵母是一种很好的功能性食品。酵母的富硒能力很强且易将无机硒转化为有机硒,通常酵母体内硒含量为 500~1 500 $\mu\text{g}/\text{kg}$,其中,有机硒高达 95% 左右,且主要以硒蛋白和硒代氨基酸的形式存在。另外,富硒食用菌的研究已经涉及金针菇、平菇、灵芝、蛹虫草、灰树花、猴头菇、香菇、木耳、姬松茸、茶树菇、鸡腿菇、秀珍菇、鲍鱼菇、白灵菇、槐耳等多个种类。研究发现,通过向培养基料中添加无机硒可以显著提高食用菌含硒量,且在平菇、凤尾菇、金针菇和香菇上的研究表明,在培养基料硒浓度 0~100 $\mu\text{g}/\text{kg}$,食用菌中的含硒量与亚硒酸钠的浓度呈正相关关系。

(二) 动物转化法

动物转化法生产富硒产品是指通过饲料中加入硒,增加动物产品中的有机硒含

量,从而生产出富硒蛋、奶、肉、禽产品,如富硒肉食制品、富硒蛋、富硒蜂蜜等。通过在猪饲料中添加硒代氨基酸纳米分子,可以用来生产富含有机硒的富硒猪肉;富硒蛋的生产方法是在蛋鸡饲料中歇式添加亚硒酸钠或硒酵母,连续饲喂后即可得到富硒蛋;富硒牛奶是用较高含硒量的饲料饲喂奶牛,从而生产出富硒牛奶,人体对该类富硒乳制品硒蛋白的吸收率很高,可以很好地改善人体免疫力,提高抗病能力。

(三) 植物转化法

通过提高植物中硒含量,从而通过饮食方式加大人体硒摄入量是一项经济、方便、可行性强的措施,且通过植物转化法可以生产出食用广泛的产品,如粮食、蔬菜和水果等,目前,已经生产出名目繁多的各种富硒植物产品。

目前,植物富硒的方法有多种,但应用最为广泛的主要是通过土壤施硒、叶面喷硒及拌种富硒等方式富硒。① 土壤施硒即直接向土壤中撒施硒肥的方式,可以有效提高作物体内硒的含量,是一种简单、方便、持久而稳定的方法。土壤施硒提高作物含量的效果十分显著。芬兰在 20 世纪 80 年代开始就向土壤中施入亚硒酸钠形态的硒肥,使芬兰居民从膳食中摄入的硒量大幅提高,满足了人体对硒的需求量;② 叶面喷硒是也常用的植物富硒方式之一,可以有效提高植物中硒含量。试验结果表明,按照每公顷(1 公顷=10 000 平方米,全书同)土地喷施 5~10 g 的硒肥量,可使大麦中的硒含量提高到 0.1 mg/kg 左右。通过对黑龙江低硒土壤上种植的农作物叶面喷施硒肥,结果发现小麦、大豆和玉米的籽粒含硒量从 0.05 mg/kg 提高至 0.2 mg/kg 以上,达到正常硒含量标准;③ 拌种富硒即通过硒肥拌种的方式增加植物硒含量。试验发现,在谷子播种之前,分别用 75 g/hm²、150 g/hm²、225 g/hm² 和 300 g/hm² 亚硒酸钠溶液拌种,收获时,谷子籽粒的含硒量与亚硒酸钠的拌种施用量呈极显著的正相关,但拌种需要的硒肥量相对较多,研究表明,拌种处理所需的硒量,比叶面喷施要多 20 倍。

二、富硒农产品的功能与作用

富硒农产品就是通过生物转化的方法,在动植物的自然生长过程中,把土壤或含硒肥、富硒饲料中的硒吸收利用到动、植物体内,且硒由无机硒转化成为有机硒,从而生产出有机硒较高的产品。富硒农产品具有“安全、优质、健康”食品的特征,适合人们不断增长的饮食消费需求。富硒农产品的功能和作用除硒的普遍功能外,还包括以下几个方面。

(1) 富硒农产品的开发为缺硒人群科学补硒提供了便利。富硒农产品的生产是

运用了作物的生物转化功能,转变了硒的存在形式,即将无机硒转化为有效性更高的有机硒。

(2) 促进农产品的质量安全。由于硒对作物病虫害有抗逆性,对有害重金属有拮抗作用以及对硝酸盐有降解作用,因而使农产品的质量安全更可靠。另外,富硒农产品生产是以绿色技术和规模化生产为基础,以品牌农业为方向的制度,进一步保障了农产品质量安全。

(3) 改善农产品的品质。硒具有抗氧化等特性,使植物细胞同样也具有抗氧化、抗衰老的功能,增强细胞活性,且营养更多更充分。富硒粮食籽粒饱满,棉花纤维粗长,蔬菜原滋原味,瓜果个大甜美,且水果切开不易变色,肉类放置不易腐败。研究测试表明:当水果中的含硒量达到 $10\sim 20\ \mu\text{g/kg}$ 时,水果中糖分增加超过了1度,糖酸比明显增大,且6种人体必需的矿物元素钾、磷、钙、镁、锌、铁和5种维生素都相应提高。富硒果蔬通常表光细腻,口感甚佳,是天然的“黄金搭档”食品。另外,硒素抗氧化、抑病菌的特性,使富硒农产品耐储耐运,提高了鲜活农产品的商品性能。

第三节 富硒农产品行业特征

富硒农业是特色农业,富硒农产品品质高,具有较高的经济附加值。目前,市场对富硒农产品需求弹性强、市场容量和潜力大、生产技术进步快、具有较大的成长性,但是,目前我国富硒农业仍然处于起步阶段,规模小、产业化水平低,经济需求分析较少,且主要以粗加工为主,精深加工少,缺少名特优质产品;产品品牌混杂,质量良莠不齐,符合高标准、高质量要求的产品少。从地域上看,富硒农业主要集中在富硒地区,湖北恩施和陕西安康两个地区研究最多。大面积富硒地区的恩施、安康等地对富硒产品的开发层次较高,传统的富硒粮食、富硒粮油产品、富硒肉禽产品、富硒干鲜果、富硒蔬菜、富硒茶、富硒食用菌等富硒产品产业化水平较高;技术,资金含量较高的硒蛋白片、富硒饲料及添加剂、硒矿粉和硒复混生物有机肥、富硒营养剂、硒藻类、富硒中药材、富硒保健品等亦有一定的规模。此外,目前尚没有各类富硒产品的国家标准,富硒产品生产有待规范。2013年6月,卫生部取消了《食品中污染物限量》(GB/T 2762—2005)中的硒限量指标,只有《富硒稻谷》(GB/T 22499—2008)规定,大米含硒量为 $0.04\sim 0.3\ \text{mg/kg}$,行业标准 NY/T 600—2002《富硒茶》规定含硒量范围为 $0.25\sim 4.00\text{mg/kg}$ 。地方已出台的富硒食品标准有:湖北省《富硒食品标签》DB42/211—2002;浙江省颁布了《富硒