

### 3. 通过农业生产改善营养<sup>15</sup>

要提高农业生产对改善营养的贡献，我们有着很多机会。本章将从以下三个方面入手来审视如何制定战略，加大农业生产在改善营养方面的贡献：提高粮食的可供性和可获性；提高粮食的多样化程度，提高生产的可持续性；提高粮食本身的营养含量。

#### 提高粮食的可供性和可获性

农业生产对营养做出贡献的主要途径是促进农业生产力增长，从而确保粮食供应充足，价格合理。此项战略特别适用于营养不良问题主要表现为营养不足和微量元素缺乏症的地区。此项战略的基础在于提高农业部门的生产力，为农业投资和增长营造有利环境（粮农组织，2012c）。农业生产力的提高要通过收入增长、整体经济增长及减贫、降低粮食实际价格等途径起到确保粮食供应充足、价格合理的作用。

#### 农业生产力增长和营养不良

推动农业生产力增长的关键因素之一就是农业研发活动。绿色革命期间引入的水稻、小麦和玉米高产品种因为起到了提高收入和降低主粮价格的作用，从而大大改善了营养状况（Alston、Norton和Pardey，1995）。据估计，如果没有绿色革命，世界粮食及饲料价格将比现在高出35-65%，平均卡路里可供量将减少11-13%，发展中国家的儿童营养不良发生率将高出6-8%（Evenson和Rosegrant，2003）。

旨在提高主粮生产力的农业研发活动仍然是减轻饥饿和粮食不安全的最有效手段。据对马达加斯加的估计，水稻产量提高一倍就能将粮食不安全家庭所占比例降低38%，将平均挨饿时间缩短三分之一，将匮乏期非技能劳动的实际薪酬提高89%（得益于价格和劳动力需求两个方面的影响），惠及所有穷人，包括非技能劳动者、消费者和作为净出售方的稻农。此外，它还将通过降低粮价和提高非技能劳动者的实际薪酬，为最贫困人口带来最大惠益（Minten和Barrett，2008）。

生产力增长能使农民利用等量资源生产出更多粮食，帮助农业部门提高经济效率，实现环境可持续性。农民的直接收益包括：他们能获得更高收入，并利用增产部分增加自家的粮食消费量。在第二轮惠益中，生产力增长还能使农民雇用更多劳动力，购买其他商品和服务，从而产生能波及整个经济的“放大效应”，起到刺激整体经济增长和减轻贫困的作用（Hayami等，1978；David和Otsuka，1994）。

人们已经发现，农业增长比起普通经济增长能更加有效地帮助最贫困人口脱贫。在减轻以每人日均一美元为标准的贫困现象时，农业增长比非农增长的见效速度要快三倍（Christiaensen、Demery和Kuhl，2011）。当然，农业生产力增长对收入和贫困产生的影响在那些农业占重要地位、务农人口占有较高比例的国家里最为明显。

<sup>15</sup> 本章部分内容参照Miller和Welch(2012)。

最近的几项研究证实，持续的收入增长，无论来自农业活动或其它活动，都能对减轻营养不良产生较大作用。例如，如能在20年里将人均收入年增长率保持在2.5%这一相对强劲的增长水平上（总增长幅度约为65%），能使发展中国家儿童低体重发生率下降27%（Haddad等，2003）。Headey（2011）采用回归分析法对几项因素进行调整后，发现自己的样本所涵盖的89项调查里的大多数都证实农业增长对减轻儿童发育迟缓和低体重问题发挥了巨大作用。但农业产量和生产力增长带来的具体作用大小在很大程度上取决于一个国家的经济结构和营养不良问题的特征（Ecker、Breisinger和Pauw，2011；Headey，2011）。

然而，农业增长及经济增长并不会自动改善营养。印度曾经经历了快速农业及经济增长，随之而来的是有关营养不足的多数指标有所改善，但进展速度却远低于世界其它地区，且营养不足发生率仍为全球最高之一（Deaton和Drèze，2009）。

经过对有关减轻儿童营养不良方面成败历史的现有数据进行认真分析后，对问题有了更细致的了解。从绿色革命技术快速普及直到20世纪90年代初期，农业生产力的增长在多数国家里一直在减轻儿童营养不良现象方面发挥着作用，包括在印度。但从1992年起，农业增长已很难在印度各邦起到改善儿童营养状况的作用（Headey，2011）。

对于印度营养不足发生率持续居高不下的现象已有各种不同解释，其中包括经济不平等、性别不平等、卫生条件差、缺乏洁净水以及农业部门以外的其它原因。然而，这一现象依然未能获得满意的解释，需要继续开展相关研究（Deaton和Drèze，2009；Headey，2011）。现有证据表明，农业及经济增长能有效地起到可

持续降低大量人口以务农为生的低收入国家的营养不良现象的作用，但这一作用相对缓慢，也远远不够。因此，还需要采取其它辅助性措施来减轻营养不良现象。

除了提高收入和减轻贫困外，农业生产力的增长还能惠及城乡两地消费者。它能够通过降低粮食实际价格，提高粮食可供性和可获性，为人们提供机会改善饮食。低粮价使得消费者用较少的家庭预算就能满足自身的主粮需求，从而意味着他们可以有实现饮食多样化，增加其它高营养食物，如肉类、奶类、水果和蔬菜。

图6（见第22页）显示了农业人均产值和营养不良问题之间的关系。可以看出，只有当农业生产力达到较高水平时，人们才会使自己的饮食多样化，满足自身的微量元素需求。对幼儿而言，其它因素也会阻碍收入增长对营养产生影响，如父母受教育水平、女性社会地位以及医疗服务和洁净水的获取。

### 通过农业政策改善营养

合理的农业政策会对农业生产力和营养成果产生影响，但此类政策很少将改善营养作为首要政策目标。很多国家的农业政策十分复杂，可能对营养产生相互矛盾的影响。对营养的影响还因各国的经济、营养背景而异。那些能为生产可持续集约化和多元化提供合理动力和发出清晰市场信号的农业政策将能更有效地起到改善营养的作用。

提高粮食的可供性和可获性会给面临粮食不安全和营养不足风险的人们带来惠益。但也有人责备经合组织国家的农业政策助长了超重和肥胖趋势，因为它使得加工食品与水果、蔬菜等食品相比，其供应量更为充足，价格更为低廉（Schäfer Elinder，2005；Schoonover和Muller，2006；Mozaffarian等，2012）。另一方

## 插文 5 最初1000天

妇幼营养不足是导致贫困世代相传的首要途径。五岁以下儿童中有约四分之一出现发育迟缓，约一半出现某一重要微量元素缺乏症。儿童获得充分生理和认知发育的关键窗口期是从受孕到24个月龄之间。这一阶段中营养不足对发育造成的破坏将无法随着时间推移而逆转或重新获得。因此，目前很多国家和国际营养举措都十分注重这最初1000天。

《柳叶刀》杂志2008年刊登的一系列最新论文提出了几项解决妇幼营养不足问题的战略，Horton等（2010）从中找出了13项成本效益较高的干预措施。这些干预措施注重照料和喂养措施，如加强个人卫生和驱虫工作、最初六个月内纯母乳喂养、维生素及矿物质补充。本书中提出的粮食系统干预措施主要是通过强化食品提供微量元素。

食品强化的确能够产生重要效果，但粮食系统也应在关键的最初1000天中在促进妇幼营养方面发挥更大的作用。例如，虽然婴儿在最初六个月中应该接受纯母乳喂养，但此后他们就需要高能量、富含微量元素的辅食，较大龄儿童通常和家人共同进食营养饮食。粮食系统能够通过家庭自身生产或从当地市场采购可持续地提供多样化、高营养的食物。营养教育和咨询在改善产前和产后

母婴护理和饮食方面发挥着核心作用。在这一点上，一定要选择最合理的辅食，还要采用合理的烹制、储存和喂养措施来保留甚至提高食物的营养水平（Hotz和Gibson，2005）。

在粮食系统中，性别角色与妇幼营养不良有着直接关联。证据证明，加强妇女对资源和收入的掌控权有利于子女健康、营养和受教育状况，也有利于妇女自身的健康和营养状况（粮农组织，2011b；世界银行，2011）。农业生产和食品加工是多数发展中国家女性的主要就业行业，但女性通常相比男性掌控的资源较少，得到的收入较低，因此缩小农业部门中的性别差距有助于为社会创造巨大的营养成效，包括在最初1000天里（粮农组织，2011b）。

多数国家的女性还承担着育儿、烹煮食物和其它家务，如砍柴和取水。女性因而面临着时间分配上的多重矛盾，直接影响着她们自身和子女的健康和营养状况。由于这些矛盾也会因农业活动的季节性特征而加剧，应关注工作条件可能对家庭育儿能力的影响。政策、干预措施和对能节省劳动力的农业技术和农村基础设施的投资、瞄准型安全网及现场托儿服务等，都能对妇女、婴儿及幼儿的健康及营养状况带来极大改善。

面，欧洲国家的“共同农业政策”实际上使得糖和奶制品价格高于水果、蔬菜价格，从而可能对欧洲饮食结构更趋健康产生了轻微的积极作用（Capacci等，2012）。同样，Alston、Sumner和Vosti（2006）发现，美国的农业补贴对农产品价格产生的影响相对较小，且效果各异，比如提高了糖价，降低了

玉米价格。他们得出结论，取消美国的农业补贴只会对超重和肥胖率产生可以忽略不计的效果。Schmidhuber（2007）提出警示，“共同农业政策”主要在欧盟中发挥了消费税的作用，它可能带来了抑制价格的效果，助长了从欧盟进口粮食的国家里的过度消费现象。

Hawkes等（2012）研究了农业政策给全球饮食结构带来的影响。他们的假设是，20世纪80年代以来的市场自由化已经在很多国家提高了粮食可供性和可获性，但由于高营养和低营养食品都同时受到影响，因此他们得出结论，认为这会给饮食结构是否健康带来积极和消极两方面的影响。随着收入增加和各种食物的价格更趋合理，方便性和营养教育收到的成效等，也都可能成为决定农业政策产生的营养效果如何的关键变量。

除了经合组织国家常见的商品支持政策之外，很多发展中国家也对农资提供补贴，特别是肥料和种子，目的是促进小农作物生产，实现本国粮食自给自足。经合组织和发展中国家的农业支持水平自20世纪80年代以来已经逐渐趋同，前者呈大幅下降趋势，后者呈上升趋势（粮农组织，2012c）。对印度和马拉维农资补贴项目的调查实证表明，尽管需要高额预算成本，但项目能大幅提高农业产量及农民收入（高专组，2012），不过此类政策对营养产生的影响却未能得到充分研究。农资补贴如能瞄准特定群体，如获得商品化农资较难的妇女，就能产生成效（粮农组织，2011b）。如下文所述，化肥补贴也可能带来营养方面的某些公益效果，但它惠及的是更广大的民众，而不仅是直接受益人。总之，从农资补贴的成本和对营养产生的间接影响可以看出，采取其它更有针对性的营养干预措施可能更加有效。

### 性别和季节性方面的考虑

为提高农业生产力而采取措施时，还必须考虑对时间分配的影响，特别是肩负着烹煮食物和育儿重大责任的妇女（粮农组织，2011b）。妇幼营养状况特别容易受

女性务农人员季节性时间分配的影响。从受孕到2岁之间的生命关键“1000天”中，如果出现母亲营养不足和育儿措施不当等现象，就可能对妇女健康造成长期损害，对儿童的生理及认知健康造成永久性破坏（插文5）。了解农村妇女在时间分配上的困难造成的营养后果，投资建设基础设施和开发技术来解决这些问题，在农业生产过程的关键阶段采取具体营养干预措施，都有助于改善妇幼营养。

农业干预措施应考虑季节性对营养成果产生的影响。Vaitla、Devereux和Swan（2009）注意到，世界上很大一部分营养不足问题归因于每年的“饥饿季”。尤其在以雨育农业为主的地区，每年的粮食可供量变化是决定营养不足和短期食物不足现象波动的一项关键决定因素（Kumar，1987）。Cornia、Deotti和Sassi（2012）在马拉维和尼日尔发现，粮价的季节性剧烈波动是儿童营养不良现象的一项主要决定因素，这些波动甚至会出现于相对富足的收获季节，原因是社区和家庭层面缺乏对储存设施的投资、信贷难、粮食战略储备不足等。

农户在收获季节对饮食能量的需求往往较高，如果家庭粮食储备充足，其粮食消费量会增加。Kennedy和Bouis（1993）发现，在冈比亚，孕妇在农忙季节的较高能量支出未能得到补偿，因此农忙后出生的新生儿体重要低于国际平均水平。在非农忙季节，新生儿体重就能接近国际平均水平。雨季也正好与疾病高发期重叠，从而对营养提出更高要求。繁重的农活与疾病和粮食供应不足叠加在一起，是造成城市和农村之间在成人营养不良发生率上存在差异的部分原因。



### 插文 6 通过家庭菜园提高饮食多样化程度

国际反饥饿行动组织（ACF）曾在西非开发了一种以家庭菜园为基础的做法，目的在于通过食品供应多样化和饮食多样化来改善家庭层面的营养状况。这一做法被称为“健康营养菜园”，其目的还在于保障妇女在家庭中获得良好营养的权利。除了在农资供应、作物生产培训和产后保存等方面提供便利外，该组织的做法中还包括以下内容：

- 对食物消费方式进行评价；
- 筛选富含微量元素的蔬菜来弥补饮食不足；
- 开展菜谱研究，以利用本地食物促进均衡饮食；
- 烹饪法展示；

- 开展宣传和营养教育，以改善妇幼饮食习惯。

项目已取得积极成效。蔬菜供应量已增加了160%以上，一年中蔬菜供应期已从项目前的5个月延长为9个月。家庭饮食多样化程度已有所提高，消费量也有大幅增加，尤其是富含维生素A的食物。项目参与者对营养不良原因的认知率已提高到88%，而非参与者的认知率为68%。

“健康营养菜园”的积极经验已促使国际反饥饿行动组织在西非、亚洲、高加索和中美及南美等地区进一步推广该项目。

资料来源：国际反饥饿行动组织（ACF）供稿。

## 提高粮食多样化程度

持续的农业生产力增长、收入增长和脱贫，无论归功于农业或其他原因，都有助于改善营养成果，但由于农业政策会产生各种不同影响，而农业研发活动对生产力增长产生效果是一个缓慢的过程，因此仍存在改进的余地。针对农民生产多元化和使农户获取粮食的渠道多样化（如通过家庭菜园或养殖小型家畜）采取具体干预措施，都有助于改善营养。

### 全国范围的多样化

农业政策，包括研发活动，都是有助于提高粮食供应多样化程度的手段，但很少有国家将多样化作为一项具体政策目标。一些欧洲国家政府已在尝试利用农业政策，减少对那些被认为不利于健康的食物的支持，同时加大对水果、蔬菜等其他食物的投资，从而改善饮食结构。例如，在芬兰，政府实行了农业政策改革，同时

还通过媒体宣传活动鼓励生产和消费更健康食品。改革措施包括减少对奶制品的补贴，鼓励生产瘦肉，提倡生产和消费各种浆果（Mozaffarian等，2012）。

农业研发活动应更加注重营养，具体可通过促进小农参与，将更多资源用于重要副食和一体化生产系统上。公共部门的农业研发活动很少注重提高水果、蔬菜、豆类和动物性食品等高营养食品的生产力。生产力的提高有助于降低这些食品的相对价格，起到支持饮食多样化的作用。产后科研工作有助于延长有限的供应期，减少养分损失和与易腐败食品相关的食品安全问题（见第四章）。

### 家庭和小农粮食生产多样化

提高城乡地区土地有限的贫困家庭的微量元素供应量是一项特殊挑战。支持家庭和小农生产多样化的项目有着巨大潜力，它能提高多种食物的消费量，减少微量元

## 插文 7 在小型牧区粮食系统中改善儿童营养

儿童营养不良现象在埃塞俄比亚索马里地区的牧民社区中十分严重（Mason等，2010）。当地人口的饮食摄入和收入大部分来自畜产品。救助儿童会的“奶类很重要（Milk Matters）”项目旨在促使畜牧业和畜牧生产以更好的方式改善当地儿童的营养状况。

项目的第一阶段采用了一种参与式做法来确定牧民们认为哪些因素对他们子女的营养状况影响最大。参与者认为奶类供应是一个关键因素。他们指出，家畜的健康和营养状况以及家畜季节性迁徙时他们不得不和年幼的子女分离，成为影响奶类供应的主要因素。

因此，项目将目标定为通过解决这些因素和改善奶类生产系统来提升儿童的粮食安全和营养状况。项目通过为家畜提供补充性饲料、接种和驱虫服务和确保充足供水来保障家畜健康。

对由救助儿童会和塔夫茨大学合作开展的“奶类很重要”项目的评价（Sadler等，2012）发现，与对照区相比，项目区幼童的奶类供应情况和消费情况均有所改善。干预项目结束时，

瓦鲁夫地区90%的儿童能喝到奶，而对对照区发德哈托地区只有31%的儿童能喝到奶。

在干预措施起效较好、家庭覆盖率较高的地方，奶类消费量的增长（1050毫升/日，而对照区为650毫升/日）相当于为每位儿童每天增加了264千卡热量、12.8克蛋白质和较多的必需脂肪酸、维生素和矿物质摄入量。对于一个两岁儿童而言，增加的这些养分能满足26%的能量需求和98%的蛋白质需求。

干预措施在项目区已经产生了营养成效。在一次严重旱灾中，项目区儿童的营养状况保持稳定，而同期非项目区的情况则出现了恶化。

干预活动改善了儿童的营养状况，而同时使得各家各户在面临较严重的粮食和营养安全风险时，能保存自己的关键资产（家畜）。项目表明，完全有可能在设计粮食生产系统包括牧业系统时，做到既能确保加强家庭生计，同时又能促进儿童营养。

资料来源：救助儿童会（英国）供稿。

素缺乏症。例如，在肯尼亚和坦桑尼亚有一个在小农中提倡生产、销售和消费非洲传统蔬菜的项目，通过项目发现，提高作物多样化与饮食多样化程度的提高之间有着相互关联（Herforth，2010）。

具体采用哪些干预措施，要取决于特定地区采用何种农作方法，家庭面临着何种局限因素。此类项目可包括从家庭菜园项目到较为复杂的一体化农业项目（见插文6和7）。

在微量元素缺乏症严重，水果、蔬菜消费量较低的情况下，小型家庭菜园是一项有前景的干预措施。种植家庭菜园已经是一种普遍做法，规模小，效果好，适合多数地区，但水和劳动力局限因素可能会是一项挑战，应该在项目设计中认真考虑。

最近的一项回顾研究表明，大多数家庭菜园项目的评价工作在设计时都没有考虑到要对项目给营养状况带来的影响进行评估。此类研究的确证明水果和蔬菜的消

费用有所上升，但并没有评估这对养分消费情况产生的整体影响，因为研究通常会忽略替代效应（Masset等，2011）。

经验还表明，家庭菜园项目如果能配套营养相关信息和教育活动，并侧重妇女的传统作用（如育儿和烹煮食物）和妇女赋权，就可能收到更好的成效（世界银行，2007a）。西非（插文6）和埃塞俄比亚（插文7）的几项计划证明，此类综合性行动有助于提高成效。

在一些社区中，微量元素摄入量能通过促进畜牧生产得到加强。例如，在埃塞俄比亚，山羊养殖在中、高海拔地区的混合农作系统中起着重要作用，由此催生了“非洲奶山羊开发项目”（Ayele和Peacock，2003）。项目侧重于通过一系列改良管理技术和遗传改良方法，着力提高当地妇女山羊养殖活动的生产力，从而提高收入和羊奶的消费量。此类干预措施使人均奶类占有量提高了119%，动物源能量占有量提高了39%，蛋白质占有量提高了39%，脂肪占有量提高了63%。通过对项目区相关家庭数据的影响分析，我们发现，该项目大大改善了项目参与者的营养状况和家庭福利（Ayele和Peacock，2003）。

这些以营养为目标的<sub>家庭生产干预措施</sub>通常都未能大规模推广。但其中一个例外是海伦·凯勒国际基金会近20年前在孟加拉国开展的“家庭食物生产项目（HFP）”。该项目起初侧重于通过推广家庭菜园来减少维生素A缺乏症，但随后增加了项目内容，通过增加小型家畜养殖和营养教育活动，努力减少铁、锌缺乏症（Iannotti、Cunningham和Ruel，2009）。该项目由一些非政府组织伙伴和孟加拉国政府负责实施，已将活动范围扩大至该国半数分区，同时还扩大至亚洲和撒哈拉以南非洲的其它国家。

证据表明，孟加拉国的“家庭食物生产项目”为生活在各类农业生态区中的近500万弱势人口改善了粮食安全。有关该项目对家庭生产、提高饮食质量和富含微量元素食物的摄入量等的影响已有令人信服的实证，但却没有充分反映出微量元素实际状况的改善或该做法的成本效益（Iannotti、Cunningham和Ruel，2009）。

Girard等（2012）最近就家庭食物生产战略及其对营养产生的影响进行了一项回顾研究，并指出，很多因素都会影响此类战略是否能对营养成果有效产生成效。例如，当传染性疾<sub>病较为常见时</sub>，就需要新增其它干预措施，因为生产战略的影响是有限的。该项研究还发现，生产战略的影响很难确定，因为很难确定新增产量中有多少被出售，自家食用的食物中有多少由妇女和儿童食用。几名作者的结论是，现有证据虽然稀缺，但仍能证明，如果生产战略能够具备明确的营养目标，且结合营养教育和性别方面的考虑，就能促使妇女和幼儿摄入更多富含微量元素的食物。

在越南，“农渔畜（VAC）系统”就是此类综合做法，看起来已对营养产生了积极效果。“农渔畜系统”通常包括：一个离家很近的鱼塘；建在鱼塘旁或鱼塘上的几处畜栏或禽栏，作为有机肥的直接来源；种植一年生或多年生作物的几处菜园，全年为家庭提供食物，并供应市场。越南2000年的“全国营养普查”显示，自1987年以来该国的动物性食品<sub>和水果、蔬菜消费量</sub>已有大幅提高。虽然这一成绩要归功于多种原因，但“农渔畜系统”被认为在其中发挥了重要作用（Hop，2003）。因此，儿童营养不良和育龄妇女长期能量缺乏现象的发生率均出现下降，越南农村人口的健康和营养水平也有了大幅提升（Hop，2003）。

如上文所述，生产项目如果在项目设计和实施阶段能考虑到不同的性别角色，就更有可能获得成功（Berti、Krasevec和Fitzgerald，2004；Quisumbing和Pandolfelli，2010）。女性在时间上面临的局限因素最为重要。会给女性的时间安排带来新要求的战略可能会占用她们用在哺乳、育儿、烹煮食物和取水上的时间，而所有这些都与营养相关。新增任务还可能占用她们用于在家庭菜园中种植高营养食物或从市场上购买高营养食物的时间。而那些针对妇女传统上承担的如取水、砍柴、除草、锄地、加工食物和在当地销售产品等任务开发有助于提高生产力、节约时间的技术和做法的政策与项目就能大幅提高妇女儿童的营养状况（Herforth、Jones和Pinstrup-Andersen，2012；Kes和Swaminathan，2006；Gill等，2010）。

## 提高粮食的营养价值

贫困家庭的饮食通常以单一淀粉类主粮为主要能量来源。而因为奶、蛋、鱼、肉、水果和蔬菜等富含微量元素的副食往往相比价格较高，贫困人口难以足量购买。饮食多样化对贫困人口而言往往是一件奢侈支出。目前正试图采取一些措施来帮助贫困人口自行生产多样化食物。

## 通过农艺措施改善营养

使用含有均衡配比的氮、钾、磷的有机或非有机肥料能改善土壤肥力，从而提高作物产量和作物中的微量元素含量。在肥料或灌溉水中添加特定微量元素有助于进一步提高产量和微量元素含量。

印度的安得拉邦、中央邦和拉贾斯坦邦采取在土壤中添加微量元素的方法后，其产量提高了20-80%，而采取微量元素和氮、磷同时添加后，产量则在此基础

上再次提高了70-120%（Dar，2004）。这些结果在多种作物上都已得到证实，包括玉米、高粱、绿豆、木豆、蓖麻、鹰嘴豆、大豆和小麦。通过均衡配方施肥来提高产量有助于减少用来种植主粮的土地，从而加强农作系统的可持续性。

中国西北地区为消除碘缺乏症，一直采用用碘化钾在灌溉水中添加碘元素（Cao等，1994；Ren等，2008）。仅靠在农田中添加碘元素就为食用这些土地上生产出来的粮食的村民解决了至少四年的碘缺乏症问题，而每年的成本仅为人均0.05美元。畜牧产量也提高了约30%，因为该地区的家畜原先也存在缺碘现象。

饮食中缺锌也能通过在水稻生产中使用微量元素肥料得到解决，虽然其它一些辅助性干预措施也能起效，如植物选育、对当地品种就锌含量开展育种、改变烹煮方法等（Mayer等，2011）。几位作者得出结论，这些方面的改变加在一起，可能使大米的锌含量提高一倍，使儿童从饮食中摄取的锌元素总量提高50%以上。

虽然在肥料中添加微量元素的技术从营养成效和经济效益上都很有前景，但目前农民在采用此项技术时仍面临几项挑战。评估土壤中现有微量元素含量是一件复杂的工作，而且目前也缺乏有关不同类型土壤上种植的粮食作物的微量元素含量的量化数据（Nubé和Voortman，2011）。

必须让农民认识到使用微量元素肥料能够在营养成效或经济效益上带来的好处，例如能够增加产量或使产品卖出更高价格。由于大多数微量元素都是消费者肉眼无法识别的，因此如果缺乏在宣传教育、营销和标签方面的配套工作，农民很可能无法卖出更高价格。那些已经为使用肥料提供奖励措施的政府可以考虑将微量元素肥料纳入自己的活动，因为它所带来的营养成效具有明确的公益效果，属于对人力资本的一项投资。



### 通过植物育种实现生物强化

生物强化是通过农艺措施和植物育种加强食物微量元素含量的一种营养针对型干预措施。与食品加工过程中的食品强化（见第四章）不同，生物强化在植株中添加微量元素。生物强化对自给自足为主的农户很有好处，对于购买生物强化食物的城乡家庭也有好处（Bouis等，2011）。

植物育种人员通常在开发新作物品种时会考虑多种目标，如产量、抗病性、加工特性和烹煮质量等。在生物强化过程中，育种人员在各项目标中相对更侧重营养含量。

通过植物育种进行生物强化会涉及到品种选育和育种，甚至更先进的分子生物学技术，如标记辅助选育或遗传工程。育种人员可以利用作物物种及其野生亲缘种的现有遗传多样性来寻找、筛选和培育营养含量较高的品种。如果目标作物的基因组中不存在某一营养性状，就可以通过遗传工程从其它物种那里引入这一性状。生物强化项目通常侧重主粮或块根作物，并针对小农，但生物强化作物也可由规模较大的商业化农民种植。

生物强化作物需要高额的科研、开发和推广方面的启动资金，但一旦生物强化主粮作物被纳入粮食供应链，它们能在几乎不需要额外投入的前提下，持续提供微量元素（Qaim、Stein和Meenakshi，2007）。2008年，生物强化干预措施被“哥本哈根共识”（2008）列为排名第五的最具成本效益的开发干预措施。

国际农业研究磋商组织（CGIAR）的HarvestPlus项目以传统植物育种为基础，针对生物强化开展了大量的研发活动。<sup>16</sup>从2003年开始，该项目一直在微量元素缺乏症风险最大的国家中开发和推广生物强化主粮作物。表2列出了该项目正在开发的

各种生物强化作物的预计推出年份。大规模推广预计还需十年时间。

迄今为止最具前景的成果要数红肉甜薯。红肉甜薯与南部非洲常见的白肉和黄肉甜薯品种不同，它富含维生素A。HarvestPlus项目选择了北美的红肉甜薯品种，对此品种进行了调整，使其适应南部非洲的农学条件，随后将这一品种推广给了莫桑比克和乌干达2.4万多个农户。除了植物育种外，该项目还与农民和消费者保持密切合作，以确保符合消费者喜好，促进行为改变和推广。很多薯农已从种植黄肉或白肉甜薯转为红肉甜薯，还有很多农民则开始首次种植甜薯。

红肉甜薯干预措施在两国中均大幅提高了相关家庭中儿童和妇女的维生素A摄入量（Hotz等，2012）。在乌干达，项目降低了儿童和妇女患上维生素A缺乏症的几率。在后续行动中，人们发现红肉甜薯是饮食中最主要的维生素A来源，占参照组儿童维生素A总摄入量的80%（Hotz等，2011）。

尚未解决的一个疑问是消费者是否愿意购买生物强化食物，特别是在如果这些食物在外观或口味上与传统品种不同的情况下。接受度可能因不同作物和性状、不同地方口味、不同喜好和不同育种技术而各不相同。有关红肉甜薯的初步证据表明，消费者愿意购买，甚至可能愿意支付较高价格。在乌干达，即使在没有任何促销活动的情况下，消费者们也愿意以与白肉品种同样的价格购买红肉甜薯，而当他们了解了其营养价值后，就愿意出更高价格购买红肉甜薯（Chowdury等，2011）。在赞比亚，经过营养强化的橙色玉米也有类似的结果。消费者并没有将其与普通的黄玉米或白玉米混淆，他们在通过介绍了解了其营养信息后，愿意出更高价格购买橙色玉米（Meenakshi等，2012）。

<sup>16</sup> 更多详情参见HarvestPlus（2011）。

**表 2**  
HarvestPlus项目中的各种生物强化主粮作物以及实际或预计推出时间

生物强化作物	微量元素	首批推出国家	农学性状	年份
甜薯	维生素A原	莫桑比克、乌干达	抗病、抗旱、耐酸性土壤	2007
木薯	维生素A原	刚果民主共和国、尼日利亚	抗病	2011
豆类	铁、锌	刚果民主共和国、卢旺达	抗病毒、耐热耐旱	2012
玉米	维生素A原	赞比亚	抗病、抗旱	2012
珍珠稷	铁、锌	印度	抗霉菌、抗旱、抗病	2012
稻米	铁、锌	孟加拉国、印度	抗病虫害，耐寒耐涝	2013
小麦	铁、锌	印度、巴基斯坦	抗病、抗涝	2013

注: HarvestPlus 项目还为香蕉/芭蕉(维生素A)、小扁豆(铁、锌)、马铃薯(铁、锌)和高粱(铁、锌)的生物强化提供了支持。

资料来源: 改编自Bouis等, 2011。

要想成功引入和接受生物强化作物, 离不开对不同性别在其生产、消费和销售过程中所起的作用的了解(Bouis和Islam, 2012a)。因为妇女肩负照料家人和烹煮食物的责任, 所以往往非常愿意接受对健康有特定好处的食物。在乌干达, 红肉甜薯的推广理由是它对健康和营养有利, 这使得妇女们更愿意在自己掌控的地块上种植这些品种(Gilligan等, 2012)。Bouis和Islam(2012a, 第2页)称, “红肉甜薯取得成功的一项关键原因是妇女发挥了关键作用, 她们既要负责照料幼儿, 又要负责生产和销售红肉甜薯”。

为提高某些主粮作物的维生素、矿物质含量和生物可利用度时, 如果这些性状在目标作物基因组中并不存在, 那就要借助遗传工程来达到目的(Waters和Sankaran, 2011; White和Broadley, 2009)。目前正在就相关营养素开展研究, 如维生素A和E、核黄素、叶酸、铁和锌。最著名的一个例子就是由一个叫做“黄金大米网络”的国际公共科研机构联合体开发的“黄金大米”, 目前正在开展上市前试验。

生物强化作物的潜力巨大, 但除红肉甜薯外, 其营养效果和可持续性都尚未得到明确。为此, HarvestPlus项目各伙

伴正在就生物强化豆类、珍珠稷、小麦、稻米、木薯和玉米的此类相关问题开展研究。首轮研究成果应于2013年完成(Bouis和Islam, 2012b)。

## 结论和要点

农业产量和生产力的提高能发挥为务农人口创收和为所有消费者改善粮食可供性和可获性的传统作用, 从而为营养成果提供支持。农业生产力的提高能减少生产所需资源, 提高粮食的可持续性。如果科研重点能更加侧重于一体化生产系统和高营养的水果、蔬菜、豆类和畜产品, 那么农业生产就能更好地发挥促进粮食多样化和高营养的作用。

农业生产力增长要取决于一个有利的政策与体制环境, 包括完善治理、宏观经济稳定性、农村基础设施、稳定的产权(特别是妇女的产权)和有效的市场体制(粮农组织, 2012b)。农业研发活动是保持生产力增长的必要因素, 同时也是提高粮食供应多样化、可持续性和营养质量的必要因素。

农业支持政策如果能够重新调整重点, 加大对更健康、更可持续饮食结构的重视, 就能更好地促进营养改善。当前政策

如能将营养作为自身的首要目的之一，就能对营养产生更大影响。

### 要点

- 农业生产能通过提高粮食的可供性和可获性，起到改善营养的作用。农业产量和生产力增长将在今后几十年继续发挥其在创收和降低粮食价格方面所起的重要传统作用。同时，该部门还有能力、有必要在提高粮食的可持续性、多样化和营养质量方面做出更大贡献。
- 农业生产政策应侧重于创建一个有利环境，让市场信号起到鼓励生产的作用。农业研发活动的重点必须继续包括主粮生产的可持续集约化，但也必须更加注重营养，加大对豆类、水果、蔬菜和动物性食品等高营养食物的重视。应加大力度采取干预措施来促进小农生产多样化，如打造一体化农作系统。通过生物强化直接提高主粮的微量元素含量是一项极具前景的做法。农业干预措施如果能够与营养教育配套，并在实施中注重性别角色，就更有可能获得成功。
- 量证据证明，农业在改善营养方面发挥着关键作用，但两者之间的因果关系却十分复杂。农业干预措施通常有着多重目标，如生产力增长、作物多样化或创收，同时各项措施对营养产生的影响往往间接且不断变化。因此，与简单的治疗性干预措施相比，这一影响更难准确评价。但归根结底，农业干预措施将发挥更加有效的作用，因为它能够在增长、减贫、营养改善和健康状况的改善之间打造一种良性循环。