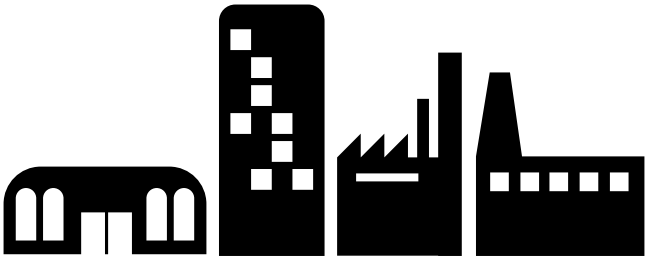
ELLEN
MACARTHUR
FOUNDATION

城市
与
食物循环经济

所有图片来源在第 65 页列出。

目录

报告评赞	4
术语表	6
执行摘要	8
1. 线性食物体系已经亟待改进	14
2. 循环经济助力打造一个适合未来的食物体系	22
3. 城市——变革的催化剂	24
4. 采购以再生农业方式种植的食物，并在可能的情况下采购本地生产的食物	26
5. “食”尽其用	35
6. 设计和销售更健康的食物	41
7. 四所重点城市：食物循环经济效益调查	44
8. 城市循环食物体系的效益	51
9. 实现大规模转型需要新方法	54



本报告旨在强调城市食物体系参与者在推动食物体系变革方面可发挥的作用，
激发全球公私合作，以促进食物循环经济建设。
“城市和食物循环经济”是世界经济论坛加速循环经济平台（PACE）的附属项目。
本报告作为Project Mainstream行动计划的一部分，
是艾伦·麦克阿瑟基金会（Ellen MacArthur Foundation）和
世界经济论坛（World Economic Forum）联合创立的一个由CEO主导的全球行动计划，
旨在帮助推广由企业推动的循环经济创新发展。
报告分析内容由SYSTEMIQ支持。

引用报告请注明：
艾伦·麦克阿瑟基金会，*城市与食物循环经济*（2019）

报告评赞

“该报告拥有优秀的分析法作支撑，从一个新颖的视角出发，探索城市应如何肩负起变革食物体系的重任。现有食物体系无论是从环境的角度，还是从人类健康的角度，都无法保证长期的运作。因此，我们有必要改革食物体系，让它造福于人类和地球。很多城市都在倡导人们践行有利于环境的健康生活方式，因此，这本报告也可被视为催化剂，促使人们将理论转化为实际成果。”

TIM BENTON教授，利兹大学（UNIVERSITY OF LEEDS）
战略研究院院长及查塔姆研究所（CHATHAM HOUSE）杰出访问学者

“到2040年，如何养活全世界90亿人口将成为我们面临的最大挑战之一。正如这本报告所言，已有一系列方法能够改变我们生产食物的方式，并通过改善资源利用创造更好的食物体系。当然，这需要我们向循环经济转型，尤其是在城市中打造循环经济，因为到2050年，城市消费的粮食将占全世界的80%。将有机废弃物转化为堆肥、肥料或生物能是现如今切实可行，且能被大规模推广的循环经济解决方案。”

ANTOINE FRÉROT，威立雅环境集团（VEOLIA）首席执行官

“若不能从根本上改革整个食物体系，我们就很难实现地球的良好运转，也很难确保人类的健康。该报告从城市着手，提出了有关未来的一种愿景。在此愿景下，未来我们生产和消费食物的方式，将对环境和人类健康大有裨益，而不是无尽地损害环境和人类健康。这一目标的实现迫在眉睫，但并没有捷径可走。我们已经具备了采取行动的知识和工具，而循环经济将成为该愿景的关键组成部分。”

GUNHILD STORDALEN博士，EAT基金会（EAT）创始人兼执行主席

“到2050年，城市粮食消费将占全世界的80%，在塑造未来食物体系中起到至关重要的作用。‘城市与食物循环经济’对就未来食物系统开展的重要对话有很大价值。”

MICHAEL POLLAN，作家、教授

“城市是我们向更健康的食物体系转变的关键所在。这种新食物体系下的食物生产能够滋养土地、加强农业生态多样性、改善人们的营养状况，并促进地方经济发展。”

OLIVIER DE SCHUTTER，原联合国食物权特别报告员（2008–2014）
兼国际可持续食物体系专家小组（IPES-FOOD）联合主席

“本报告就城市如何向有利于人类和地球发展的食物体系转变提供了深刻的见解。它指明了企业、零售商、政府和机构如何通过合作打造一个更加健康、更有利于子孙后代的体系。它还与‘多伦多市长期废弃物管理战略（Long Term Waste Management Strategy）’、‘多伦多食物战略（Toronto Food Strategy）’以及‘向气候行动战略转变（Transform TO Climate Action Strategy）’相得益彰。”

JAMES PASTERNAK议员，多伦多市基础设施和环境委员会
（THE INFRASTRUCTURE AND ENVIRONMENT COMMITTEE）主席

“本文对一个具有再生性的食物体系进行了深入分析，并就其实现方式提供了极富见解又切实可行的建议。它还向我们有力地证明：循环经济无关贫富和发展程度，也不受政治信仰左右。循环经济对每个人都息息相关。我们都肩负着相同的重任，面临着相同的挑战，但与此同时，也享受着相同的机遇：开展大规模的创新，用创造带来的经济韧性，同时为公众利益促进发展新型商业和市场竞争力。”

PEDRO TARAK，国际联合（SISTEMA B INTERNATIONAL）创始人兼总裁

“这份报告不仅帮助决策者认清城市究竟在推动循环经济方面发挥什么样的作用，更是在鼓励他们立即采取行动。公众，经济，以及整个地球的健康都有赖于城市从‘终端消费者’向解决方案的转变。让我们开始努力吧。”

MARK R. TERCEK，大自然保护协会（NATURE CONSERVANCY）首席执行官，《大自然的财富》（NATURE'S FORTUNE）作者

“这份报告强调了城市食物体系本地化生产是整个食物和农业体系的关键组成部分；随着《2030 年可持续发展议程》的不断推进，其重要性也将不断凸显。”

DAVID NABARRO，帝国理工学院（IMPERIAL COLLEGE LONDON）全球卫生学教授，瑞士 4SD 公司战略总监

“农业排放了全球四分之一温室气体，但这并不是我们需要改变线性食物体系的唯一原因。本报告有史以来第一次通过研究证明，线性食物体系不仅难以养活日益增长的人口，同时还会带来严重的健康问题。我们呼吁各方携手，共同为我们的城市打造一个将人类健康置于核心的新型循环食物体系。”

JEAN-LOUIS CHAUSSADE，苏伊士环境集团（SUEZ GROUP）首席执行官，PROJECT MAINSTREAM 指导委员会主席

“从气候变化到食物废弃物，从民生福祉到生物多样性损失，从水资源利用到不平等现象，当今的食物体系对社会和环境都影响深远。但这并非无法改变。本报告描绘了在 2050 年前建立起循环食物体系的路径。最重要的是，这一路径已将社会发展趋势考虑在内，即到 2050 年，全世界 80% 的人口将生活在城市中。”

MIKE BARRY，马莎百货（M&S）可持续业务总监

“食物体系暗含气候挑战的解决办法。如果能基于循环经济原则探索这些解决方案，那将为气候、食物安全、水、森林和湿地、生物多样性、污染以及人类健康等各个方面带来大量的效益，届时产生的回报将难以估量。”

CHAD FRISCHMANN，PROJECT DRAWDOWN 副总裁兼研究总监

“我们正置身于一场重要的全球运动之中，真正颠覆了人们对‘消费’的认知。食物质量、安全和来源应是每个市民关心的核心问题。家乐福倡导更健康的饮食，也正因为此，我们支持这场全球运动，也支持能够实现食物循环经济的一切研究和合作。”

BERTRAND SWIDERSKI，家乐福集团（CARREFOUR）可持续发展总监

“全球的食物生产是气候变化的始作俑者之一。这份报告强调了部分我们可以采取的切实举措，并说明了城市可以在其中扮演的重要角色。伦敦废弃物和回收委员会正与酒店服务业展开合作，支持并为创新型初创企业提供融资，以促进和加速创新型食物经济的发展。我认为本报告的出现恰逢其时，它将为实现联合国可持续发展目标第 12.3 做出显著贡献。”

LIZ GOODWIN OBE 博士，伦敦废弃物和回收委员会（LONDON WASTE AND RECYCLING BOARD）主席

术语表

厌氧消化（AD）

厌氧消化是指微生物（主要是细菌）在无氧环境中，进行生物分解的一系列过程。该过程需在受控条件下进行，保证温度适宜，使自然发生的微生物菌群生成沼气（主要是甲烷）和沼渣（又称“生物固体”）。

抗菌药物耐药性

抗菌药物耐药性指包括细菌、病毒及某些寄生生物在内的微生物阻止抗微生物物质对其起效的能力[1]。

生物经济

生物经济是经济的重要组成部分，它利用来自陆地和海洋的可再生生物资源（如农作物、森林、鱼类、动物和微生物）生产食物、原料和能源。

生物肥料

生物肥料是有机肥料的一个特定子类，其中含有可帮助养分循环的活微生物。生物肥料能够激活土壤，提升土壤肥力，有时它也被称为“接种剂”。

堆肥

堆肥是物质分解产生的一种土壤类物质，可含有 50% 以上的有机干物质。其营养成分取决于原料，其中包括氮、磷和碳。

堆肥处理

堆肥处理是指微生物（细菌和真菌）在有氧的情况下分解有机物质，生成有机物（腐殖质）含量较高的土壤的过程。堆肥过程会生成二氧化碳和甲烷，但与垃圾填埋相比，比例相对较低。商业堆肥处理可采用多种方法进行，包括封闭处理厨余垃圾，以及使用“露天堆垛”方式处理非食物类“绿色废弃物”。

沼渣

沼渣是来自厌氧消化的生物固体产物，其具体成分取决于厌氧消化的原料。人体排泄物产生的沼渣富含磷和钾，这是人体排泄物的显著特征。沼渣中的营养成分更易于利用，因为它们很容易就能被当作肥料用于农作物。不过，由于沼渣很容易就会被过滤掉或是流失，因此在使用时也需多加小心。

食物副产品

食物副产品是将食物原料转化为食物过程中的材料，如油籽饼、啤酒糟、鱼内脏以及人体排泄物。另外一种食物副产品来源于食物烹调或消费的过程，正常情况下它们不可食用，如蛋壳、茶包、肉骨头、咖啡渣或蔬菜叶（皮）。

可食用食物浪费

可食用食物浪费指的是丢弃时仍可食用的食物和饮料。它们可由多种原因产生，如过量生产、超过保质期、外观不佳或贴错标签。

---

1 世界卫生组织（世卫组织 WTO），《抗药性》，https://www.who.int/antimicrobial-resistance/en/。

食物体系

食物体系是指通过农业活动或其他方式生产供人类消费的食物的全价值链，包括处理、运输、储存、加工、销售和消费、有机（包括人体）废弃物管理和处置或重新投入生产性用途（“闭环”）。

工业化食物生产

工业化食物生产是基于专业化经济作物生产和投入合成物质的一种广泛农业模式。因此，该定义包含小规模“传统农业”以及大规模工业化体系[2]。

植物营养元素

植物营养元素是植物健康生长和新陈代谢所用的物质。植物正常生长发育必须的大量元素是氮、磷、钾（这三种元素简称“NPK”）、钙、硫和镁。微量营养元素为需求量较少的微量矿物质，包括铁、锌、铜和镍。

营养元素循环

营养元素循环是指丢弃的有机物资源转化为一系列有价值产品的过程。从低科技含量的有机堆肥到创新型高价值生物原料（见图 7），营养元素循环可以振兴城市周边农业区域，并在城市中创造新的生物经济活动。

有机肥料

有机肥料来自天然原料和加工过程，包括动物、人类或昆虫排泄物；分解植物物质；动物或鱼类废弃物，包括骨头和肉；海洋植物，包括海藻或巨型海藻。有机肥料可加入土壤，改良土壤结构的同时，亦或促进植物和作物的生长。

有机质

有机质是指在陆地生态系统和水域生态系统中发现的一大类碳基化合物，又称“生物质”。

颗粒物质

颗粒物质是人类活动或自然活动产生的微小固体或液体物质，它们悬浮于大气中，影响人类健康、气候和降水。颗粒物的一个子类称为“PM2.5”，指的是直径等于或小于 2.5 微米的细颗粒物。由于这些很小的颗粒物能够深入渗透到肺部或血液中，因此严重威胁人类健康。

城市近郊

城市近郊是指位于城市边界 20 千米范围内的区域。

再生农业

从广义上来说，指的是以有利于改善周边自然生态系统的方法进行的食物生产。

小规模农场

小规模农场是指依靠家庭劳动满足生活需求，通常为家庭所有的农场（面积小于 10 公顷），它在全世界共有 5 亿多个。出售多余的“经济作物”能保障农场主的收入来源，满足他们除食物外的其他需求，如健康、教育和住房。据估计，此类农场提供了全世界大约 70% 的食物。

合成肥料

合成肥料又称“化学”肥料或“矿物”肥料，它们来自矿物岩石、合成原料或者工业化生产。合成肥料添加到土壤中后，可以促进植物和作物生长。

城市农场

城市农场是指位于城市边界内的农场，主要生产供该城市消费的食物。

2 可持续食物体系国际专家委员会（IPES-Food），《摆脱工业化食物体系和耕作制度》（Breaking Away from Industrial Food and Farming Systems），2018。

执行摘要

很少有东西会像食物这样，与人类的生存和文化息息相关。一方面，我们需要依靠食物才能生存。另一方面，食物也是我们快乐的源泉。纵观全球，食物在各国的文化塑造中都扮演着重要的作用，它往往是很多庆祝活动和节日的重头戏。

当前的食物体系在支持人口快速增长、推动经济发展和城市化进程中功不可没。然而，生产率的提高也带来了惨痛的代价，当前的模式也不再适用于长期发展。若能在食物问题上向着循环经济转型，那么整个食物价值链乃至整个社会都会获得巨大的经济、健康和环境效益。

线性食物体系已经亟待改进

当下的食物消费模式有很多众所周知的缺点，其中包括最臭名昭著的饥饿和肥胖。不过，很少有人知道现有食物生产方式带来的负面影响的波及范围究竟有多广。总的来说，我们每在食物上花费一美元，社会就会付出两美元的健康、环境和经济成本。而其中一半成本（全球每年总计 5.7 万亿美元）都来自食物的生产方式。

当前食物生产的攫取性、浪费性和污染性使社会付出的代价，相当于所有与食物消费相关的成本（例如肥胖和饥饿所产生的成本）之和。

当前“线性”食物生产模式不断攫取有限的资源、带来浪费和污染，并损害自然系统，每年会直接导致 5.7 万亿美元的成本损失。迄今为止，农产品行业排放了全球近四分之一的温室气体，破坏了其赖以生存的自然资源，并污染了空气、水和土壤。全球每秒钟丢弃浪费的可食用食物能装满六卡车。在城市中，只有不到 2% 的食物副产品和有机废弃物（不包括肥料）中的生物营养成分以堆肥或其他方式被重新利用。

也许最令人惊讶的一点是，即使当人们有意地选择健康食物，我们生产和处理食物的方式也会损害人体健康。到 2050 年，每年大约会有 500 万人因当前的食物生产过程而死亡，该人数是当前肥胖致死人数的两倍。当前食物生产过程的有害影响包括：由空气污染和水污染引起的疾病、使用杀虫剂对健康造成的危害，以及抗菌药物耐药性的不断增强。产生这些问题的主要原因包括：过度使用化肥、动物养殖过度依赖抗生素，以及未能有效处理人体排泄物等。

循环经济助力打造一个适合未来的食物体系

本报告提出了一个适合二十一世纪及未来发展的健康食物体系愿景以循环经济原则，而其基础就是循环经济原则，即从设计之初避免产生废弃物和污染物，保证产品和材料的长期利用，并帮助自然生态系统实现可再生。在这一愿景中，食物生产方式可以改善环境，而非破坏环境，并且所有人都能获取健康、有营养的食物。虽然这一愿景与当前现实相去甚远，但我们相信这一愿景完全有实现的可能。毕竟，食物来源于自然系统，而在自然系统中，各种生物体已经繁衍了数十亿年，循环往复，生生不息。当它们的生命到达尽头时，就会成为新的生命周期所必需的养分。

城市——变革的催化剂

我们预计到 2050 年，城市消费的食物将占全世界的 80%，因此，城市在推动建立食物循环经济中起着独一无二的作用。本报告的关注重点即是城市食物体系参与者如何通过从食物中获取更多价值，影响食物种类选择与生产方式来促进这一转变。本报告提出的宏伟计划旨在对一系列有价值的现有倡议进行补充，共同促进食物体系实现更好的发展。

在编写本报告期间，我们与四个主要城市（比利时布鲁塞尔、加拿大圭尔夫、葡萄牙波尔图和巴西圣保罗）展开合作。研究结果表明，无论城市的地理、人口和社会经济状况如何，它们都有实现这些宏伟目标的潜力。通过向食物循环经济转变，城市可以帮助实现这一愿景，并在其辖区内外产生巨大的环境、经济和健康效益。

定义城市

在本报告中，我们将城市定义为城市区域以及在该区域内所有企业、公共实体（例如市政府）、组织、机构（例如学校、医院）、社区和市民之和。

努力实现三大宏伟目标，打造食物循环经济

采购以再生农业方式种植的食物，并在可能的情况下采购本地生产的食物

由于到 2050 年，城市粮食消费将占全世界的 80%，因此，城市可以显著影响食物的种植方式——特别是通过与城市周边和农村地区的生产者进行互动。再生农业能够确保城市中的粮食是以一种可以改善，而非造成环境退化的方式进行种植。除此之外，再生农业还能带来很多其他系统性效益。

在本报告中，再生农业包括所有可以提高当地生态系统整体健康水平的生产技术，包括：从合成肥料转向有机肥料、采用作物轮作模式，以及增加作物的种类来促进生物多样性。农业生态学、循环放牧、农林复合经营、保护性农业和朴门永续农业等均隶属于这个定义的范畴。

可再生实践能够培育出健康的土壤，进而提高食物的口感和微量营养元素的含量。当然，光靠城市实施这些技术明显不够。城市必须与农民合作，提供激励措施促使他们采取这些有益的做法。与此同时，城市也可以使用循环的城市农业系统，例如结合室内水产养殖和循环水培蔬菜生产的综合性系统。

增加本地采购的可行性和效益一直是人们竞相讨论的话题。虽然城市农业可以为市民提供一些蔬菜和水果，但它并不能全面满足人们的营养需求。一个解决方案就是让城市近郊（在本报告中定义为距离城市 20 千米以内的地区，有着全球 40% 的耕地）采购食物。本地采购虽然不是灵丹妙药，但却能为城市与本地食物产生之间重新建立紧密连系，从而促进以分布式和再生性为特点的农业系统的发展。这样，城市的供应商来源将更加广泛（本地和全球），本地作物的品种也会更多，整个食物供应的抗打击性也会提升不少。

若能实现这一点，城市居民便可加强与食物及种植食物的农民之间的联系。由此一来，人们就更有可能主动要求食物以一种可再生方式进行种植，而这也会为当地环境和居民自身健康带来诸多益处。本地采购还可以减少对过度包装的需求，并缩短分销供应链。

“食”尽其用

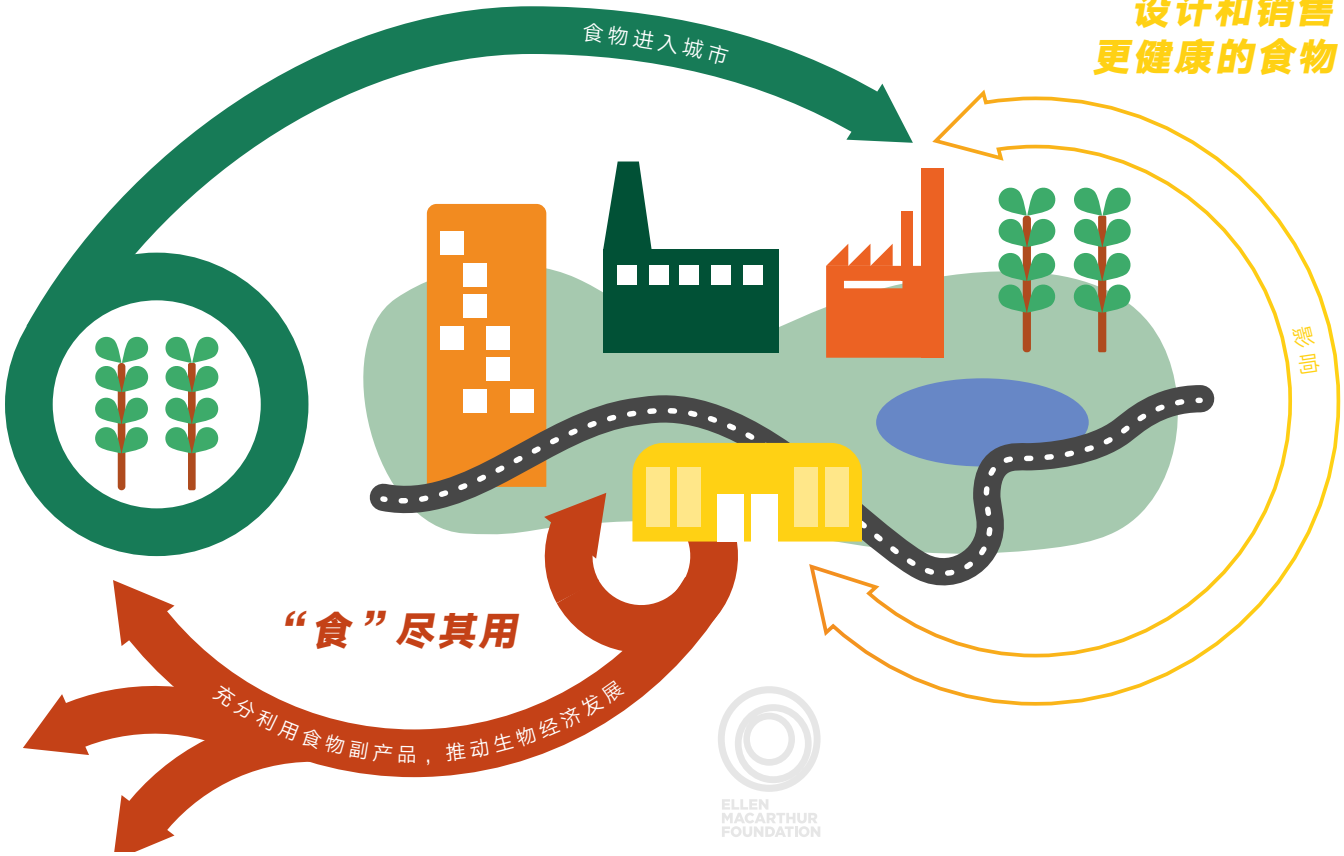
城市能够极大地促使人们从根本上改变现有食物体系，从减少末端食物浪费直接跳到设计端来避免浪费的产生。作为大部分食物的目的地，城市应确保食物副产品能够得到最有效的使用。比如，将其转化成有机肥料、生物材料、药品、生物能源等新产品。未来，城市将不再只是食物的最终归宿，而更像是一个处理中心。在这里，食物副产品可以被转化为各种有价值的材料，成为新的收入来源，推动生物经济的蓬勃发展。

设计和销售更健康的食物

在循环经济中，食物健康不仅在于其自身营养，更在于其生产模式。从谷类早餐到外卖，我们今天所吃的大部分食物，都由食物品牌商、零售商、餐厅、学校、医院和其他供应商以某种特定的方式所设计。几十年来，这些组织机构一直在塑造人们（尤其是市民）的饮食偏好和习惯。现在，它们也可以在推动可再生食物体系的建立中发挥重要的作用，重新定位人们的饮食偏好和习惯。比方说，食物设计师可以推出创新性的植物蛋白来替代肉类和奶制品，并鼓励消费者广泛接纳。食物设计师还可以开发以食物副产品为原料的产品和配方，从而避免使用某些添加剂，以这种方式开发出的产品可以安全地回归土壤，或在整个生物经济中得到更有效的利用。食物设计师可以通过这种方式尽可能地避免食物浪费的产生。营销战略可以让人们明白，这些美味、健康的产品在日常生活中就唾手可得。

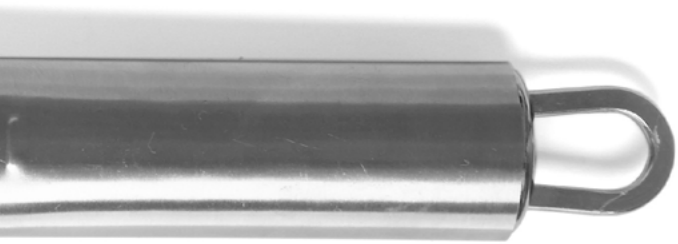
采购以再生农业方式种植的食物，
并在可能的情况下
采购本地生产的食物

设计和销售
更健康的食物



实现可再生性食物体系的明显效益

同时实现三大宏伟目标将产生最佳效果。通过设计和销售更多本地生产的季节性食材做成的食物来吸引消费者可促进城市与当地农民之间的联系，也更有助于食物体系向可再生的方向转变。使用更多本食材可大大提升食物的可追溯性与安全性。同样，如果能使食物副产品制作的堆肥和化肥更受城市周边农民欢迎，那城市推动收集和利用食物副产品及其他有机质的积极性也将大大提升。作为创新和互联互通的中心，城市是成功连接食物价值链所有要素的理想选择。



实现了这三大宏伟目标后，城市将从被动的消费者转变为积极的变革推动者。到 2050 年，城市每年将可因此产生等同于 2.7 万亿美元的效益，造福世界各地的人们。

这些效益包括：每年减少相当于 43 亿吨二氧化碳的温室气体排放，等于永久性地让全球约 10 亿辆汽车全部不再上路；每年避免 1500 万公顷耕地的退化；节约 450 万亿升的淡水资源。健康效益包括：减少 5500 亿美元由于使用农药产生的健康成本；显著减少抗菌药物耐药性、空气污染、水污染和食源性疾病。城市还可以通过减少可食用食物的浪费、循环利用食物副产品和有机材料中的氮和磷等方法创造价值超过 7000 亿美元的经济机会。从生产商和品牌商到加工商和零售商，整个食物价值链上的企业都可以涉猎生物材料或美味植物蛋白产品等高增长行业。

实现大规模转型需要新方法

虽然大体上而言，人们都已熟知什么是更加健康，且可再生的食物体系，并且此类例子也比比皆是。但是，想要大规模实现这一愿景，前路仍挑战重重。

若想大规模实现这一愿景，全球各个产业、公共部门和私营领域就要做出系统性的改变，以对现有举措进行补充。这需要食品行业的品牌商、生产商、零售商、市政府、废弃物管理机构和其他城市食物参与者之间展开前所未有的合作，也需要协调各方努力，形成相互促进的势头。跨国企业和协作性平台应善用其全球层面的影响力，将世界主要城市中的旗舰示范项目连接起来，并在全球推广。为了打造有利于系统性转变的条件，政府需要出台支持性政策框架、创新机制、金融工具和沟通机制发展，以吸引更广泛的公众参与。

本报告已明确说明，将城市视为推动变革的催化剂将助力现今改变人类与食物之间的关系的多方努力。

行动，刻不容缓。

1. 线性食物体系已经亟待改进

很少有东西会像食物这样，与人类的生存和文化息息相关。
一方面，我们需要依靠食物才能生存；另一方面，食物也是我们快乐的源泉。
纵观全球，食物在各国的文化塑造中都扮演着重要的作用，它往往是很多庆祝活动和节日的重头戏。
同时，食物业也是全球最大的行业[3]，
它为全球 10 亿多人创造了就业机会，并贡献了全球 10% 左右的 GDP[4]。

3 食物业指生产和销售食物，并管理其废弃物和副产品的一切活动的总和。

4 Murray，S.，《*世界最大的产业*》（The world's biggest industry），Forbes《福布斯》杂志（2007 年 11 月 15 日）https://www.forbes.com/2007/11/11/growth-agriculture-business-forbeslife-food07-cx_sm_1113bigfood.html#53190a5d373e。

当前的食物生产的攫取性和浪费现象严重，并极大地威胁人类健康

过去五十年中，食物生产体系的生产效率得到了极大的提升，但从长远来看，它仍然无法满足人们日益增长的需求。工业化的食物体系催生了奇迹，提高了粮食产量，满足了人口增长带来的粮食需求。由于高产作物品种的增加，以及合成肥料、杀虫剂和农业机械的广泛使用（在二十世纪六十年代发展尤为迅猛），粮食产量的提升也在一定程度上促进了人口增长。

然而，食物体系的工业化也带来了许多负面影响。在当前的食物体系下，我们每在食物上花费一美元，社会就会付出两美元的健康、环境和经济成本[5]。其中有一半的成本都与食物的消费方式有关，如肥胖、饥饿以及微量营养元素的缺乏。令人意想不到的是，另一半的成本与食物的生产方式息息相关（见图 1）[6]。

图 1：每一美元的食物消费将带来两美元的经济、健康和环境成本

*不含肥胖；**饮食所致
根据《城市与食物循环经济分析》——详情见技术附录。

食物生产方式所产生的负面社会成本为每年 5.7 万亿美元，等于肥胖、饥饿以及其他食物消费问题所产生的所有负面社会成本之和[7]。这些成本与食物消费的前后都有关联，是当代食物生产“线性”模式的直接后果（见图 2）。线性模式下的食物生产会导致如下后果：

- **攫取有限的资源。**线性模式下的食物生产会开采和提炼大量的磷、钾及其他有限资源，用于耕种。无论是田地里的拖拉机，还是食物加工厂和配送车队，食物体系中的多数活动都要依靠化石燃料提供动力。在美国，每消费 1 卡路里（食物），都需要燃烧 13 卡路里等效能量的石油进行生产[8]。

5 《*城市与食物循环经济分析*》（Cities and Circular Economy for Food analysis）—— 详情见技术附录。
6 同上。
7 同上。
8 包括用于生产废弃食物的能源。Qualman，D.，《*获得负面回报：现代食物体系中的能源消耗*》（Earning negative returns: energy use in modern food systems，2017 年 8 月 1 日），https://www.darrinqualman.com/energy-use-in-modern-food-systems/。

- **带来很多浪费。**全球有 10% 以上的人口还在挨饿 [9]，同时，有三分之一的可食用食物因无人食用而浪费。全球每秒钟浪费的可食用食物甚至可以装满六辆垃圾车 [10]。在城市，食物副产品和人体排泄物中的营养物只有不到 2% 得到了安全有效的利用（见图 2）[11]。大部分营养元素最终都流向了垃圾填埋场和焚化炉，甚至更糟：被弃之于露天垃圾场或未经处理而排放，从而严重影响附近环境和居民的健康。

- **污染环境。**传统耕作法使用的杀虫剂和合成肥料，以及对粪肥的不当管理会加剧空气污染，侵蚀土壤，甚至导致大量的化学物质渗入供水体系。若是无法妥善管理食物加工、配送和包装过程中产生的食物废弃物和副产品，便会导致水污染的恶化。农业是世界第二大温室气体排放源，在人为造成的温室气体排放中约占 25%[12]。

- **造成自然资本的退化。**农业生产中的不当举措是造成全球每年 3900 万公顷土壤退化的主要原因 [13]；全球约有 70% 的淡水资源被用于农业生产 [14]；在 2000 年至 2010 年间，73% 左右的森林砍伐都可被归咎于大规模商业化农业和本地自给农业 [15]；全世界一半以上的植物蛋白仅来源于三种农作物 [16]，从而带来了生物多样性的急剧损失（过去 40 年损失了 60% 以上）；人类和作物对疾病和害虫的抵抗力急剧下降，对化学品的依赖却不断上升 [17]。

食物生产每年会带来 5.7 万亿美元的负面社会成本，其中，有 1.6 万亿美元都跟人类的健康息息相关 [18]，这一数字几乎相当于全球肥胖病产生的成本 [19]。直到最近，人们才清晰地看到食物生产给人类健康带来的负面影响：渔业和畜牧业过度使用抗生素导致杀虫剂的滥用和耐药性的增加，对化肥的过度使用和对人体排泄物的不当处理导致的空气污染，水污染和食源性疾病严重损害人类健康。由于这些污染源的使用量仍处于上升势头，上述影响预计在未来还会进一步恶化。

- **农场工人由于接触杀虫剂带来的成本损失为 0.9 万亿美元。**研究证明，长期接触低浓度的杀虫剂可能会导致癌症、哮喘、抑郁 [20]、智力下降和注意缺陷多动障碍（ADHD）。据估计，欧盟每年在最后两项上的花费要高达 1500 亿美元 [21]。

9 有关饥饿的记录，*《世界上有多少人在挨饿？》*（Hunger Notes，How many people are hungry in the world?，2016），https://www.worldhunger.org/hunger-quiz/how-many-people-are- hungry-in-the-world/。

10 根据下列数据估计：每年损失或浪费的食物为 18 亿吨（见技术附录），食物密度为每立方米 500 千克（WRAP（国际社会责任认证组织）Material bulk densities，summary report *《材料单位体积密度》* 摘要报告（2010））以及每卡车装载量为 17.5 立方米。

11 *《城市与食物循环经济分析》*——详情见技术附录；世界银行，*《垃圾何其多 2.0：到 2050 年全球固体废弃物管理一览》*（What a Waste 2.0：a global snapshot of solid waste management to 2050，2018）；WWAP（联合国世界水评估计划），2017 联合国世界水资源发展报告，*《废水：尚未开发的资源》*（The United Nations world water development report 2017：wastewater，the untapped resource，2017）。（本报告将“利用值”定义为安全有效地投入新用途；不含粪肥）。

12 Smith，P. 等，*《气候变化 2014：缓解气候变化》*（Climate change 2014：mitigation of climate change）。第三工作组为政府间气候变化专门委员会第五次评估报告（2014）编写的材料。

13 *《城市与食物循环经济分析》*——详情见技术附录。

14 AQUASTAT——FAO（联合国粮农组织）的全球水信息系统（2014）。

15 世界自然基金会（WWF）（Grooten，M.，Almond，R.E.A.），*《地球生命力报告 2018：设定更高目标》*（Living planet report – 2018：aiming higher，2018）。

16 国际生物多样性，*《让农业生物多样性成为可持续食物体系的主流》*（Biodiversity International，Mainstreaming agrobiodiversity in sustainable food systemsOvercoming obesity：an initial economic analysis，2017），https://www.bioversityinternational.org/ fileadmin/user_upload/online_library/Mainstreaming_Agrobiodiversity/Mainstreaming_Agrobiodiversity_Sustainable_Food_Systems_ WEB.pdf。

17 世界自然基金会（WWF）（Grooten，M.，Almond，R.E.A.），*《地球生命力报告 2018：设定更高目标》*（Living planet report – 2018：aiming higher，2018）。

18 *《城市与食物循环经济分析》*——详情见技术附录。

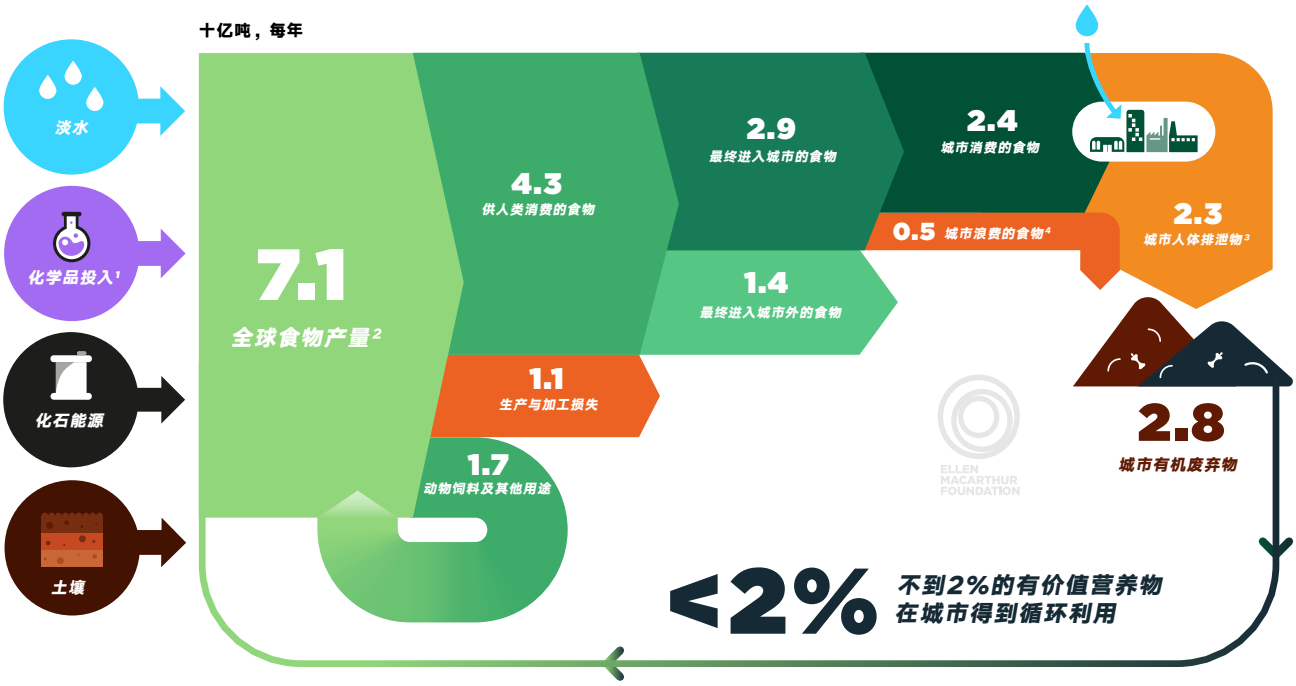
19 每年估计达到 2 万亿美元。麦肯锡全球研究院，（*《战胜肥胖：初步经济分析》*）（2015）。

20 英国杀虫剂行动网络，*《杀虫剂对健康的影响》*（Impacts of pesticides on health，2017），http://www.pan-uk.org/health-effects-of-pesticides/。

21 Trasande，L. 等，*《欧盟疾病负担及内分泌干扰物暴露的成本：更新后的分析》*（Burden of disease and costs of exposure to endocrine disrupting chemicals in the European Union：an updated analysis，2016），https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5244983/。

图 2：食物体系中物质流动绝大多数是线性的

在线性食物体系中，很多食物都流入了城市被加工或消费，之后成为了食物浪费、副产品或废水等形式的有机废弃物。在这些被丢弃的有机资源中，只有很少一部分（不到 2%）有价值的营养物能够得到有效的回收利用。



1. 如肥料或杀虫剂；2. 按照 FAOSTAT 对“产量”的定义，通常在第一个生产阶段（对于农作物和动物产品，是农场层面的产量，对于海鲜是活重）；3. 人体排泄物包括固体和液体排泄物，用湿质量表示；4. 城市中浪费的食物包括配送和消费阶段。

资料来源：FAOSTAT，Food Balance Sheets（《食物资产负债表》）（2013）；FAOSTAT，《畜禽粪便》（2013）；WBA，《全球生物能源统计》（2017）；世界银行，What a Waste（《垃圾何其多》）（2012）；Scialabba，N. 等，Food wastage footprint：impacts on natural resources（《食物浪费足迹：对自然资源的影响》）（2013）；联合国大学，Valuing human waste as an energy resource（《将人体排泄物作为能源来估值》）（2015），《城市与食物循环经济分析》。

- **抗菌药物耐药性目前带来的社会成本为 0.3 万亿美元。**在食物生产所带来的所有健康负面影响中，此项占比最高。不充分的废水处理，以及渔业和畜牧业中抗生素的滥用，会导致耐药致病菌和抗生素渗透到水道和其他自然系统中，从而使得抗菌药物耐药性日益严重，波及范围也更广。这一现象带来的直接后果就是抗生素对许多此前可以治疗的疾病已失去疗效。抗菌药物耐药性是一项迫在眉睫的公共健康威胁，到 2050 年，耐药性直接带来的社会成本预计将从 2 万亿美元飙升至 125 万亿美元[22]，其中有 5% 至 22% 将来自于食物和农业[23]。

- **农业导致的空气污染目前带来的社会成本为 0.2 万亿美元[24]，并排放了 20% 每年造成 330 万人过早死亡的大气颗粒物[25]。**据估计，在空气污染造成的死亡中，有 20% 都与农业有关。其致死原因主要包括过度使用肥料，以及粪肥中氨气的排放[26]。氨是一种强污染物，因为它能与其他气体结合，形成

22 惠康基金会（Taylor，J 等），《*估算抗菌药物耐药性的经济成本：模型与结果*》（Estimating the economic costs of antimicrobial resistance：model and results，2014）。

23 全球粮食未来联盟和 IPES-Food，《*阐明食物与健康的关系：为建立更健康的食物体系而处理实践、政治经济和权力的关系*》（Unravelling the food-health nexus：addressing practices，political economy，and power relations to build healthier food systems，2017）。

24 《*城市与食物循环经济分析*》——详情见技术附录。根据下列成本数据计算：麦肯锡全球研究院，2012［肥胖］；农业所致的份额：全球粮食未来联盟和 IPES-Food，《*阐明食物与健康的关系：为建立更健康的食物体系而处理实践、政治经济和权力的关系*》（Unravelling the food- health nexus：addressing practices，political economy，and power relations to build healthier food systems，2017）。

25 普朗克研究所（Pozzer，A. 等），《*减少农业排放对细颗粒物和公众健康的影响*》（Impact of agricultural emission reductions on ne-particulate matter and public health），发表于《*大气化学与物理学*》杂志（2017），17，12813-12826。

26 同上。

对人类健康尤为有害的细颗粒物（PM2.5）。

- **水污染和食源性疾病目前带来的社会成本为 0.2 万亿美元。**废水管理不善，以及利用未经处理的人体排泄物进行灌溉会污染饮用水并造成食源性疾病，对人类健康带来极大的负面影响。联合国 2017 年的一份报告指出，全球有 80% 的人体排泄物都未经处理[27]，导致了大量腹泻疾病的出现。在世界某些地区，腹泻是儿童死亡的主要原因之一。

考虑到当前的发展趋势，到 2050 年，现有食物体系将带来巨大负面影响：

- 到 2050 年，空气污染和水污染（源于肥料的过度使用、养殖业，以及未经处理的生活废水）、因养殖业过度使用抗生素而加剧的抗药性，以及不充分处理的废水等因素将每年夺走约 500 万人的生命。这一数字是目前肥胖致死人数的两倍[28]。
- 全球在致力于控制气候变暖方面达成了共识，出台了力争使全球（较工业化前水平）升温控制在 1.5℃或以下水平的碳排放预算。然而，仅仅是食物体系的碳排放，就将用掉全球剩余碳预算的三分之二以上[29]。
- 在工业化地区，农业对空气造成的污染甚至要超过所有其他人类活动所造成的污染之和。这主要是由于畜牧业和使用化肥所导致的氨气排放[30]。
- 由于人口的不断增长和收入上升带来的食物消费增长，食物体系的负面环境影响可能会增加 50% 至 90%[31]。

打造一个本质上更好的食物体系

我们有能力为上述负面影响画上一个句点。如果非要说全世界有哪个行业能以修复创造，而非无尽取用自然资源的方式发展，并且还能同时支持经济、社会和自然系统的长期健康发展，答案就是食物。毕竟，食物取之于自然，因此本质上也是可再生的。各种生物体已经繁衍了数十亿年，循环往复，生生不息。当它们的生命到达尽头时，就会成为新的生物体所必需的养分。

多种趋势表明，向新的食物系统转型的时刻已经到来：

- **消费者偏好在不断发展。**有证据表明，更加富有且更有健康意识的消费者正日益倾向于选择植物蛋白和再生农业方式种植的食物，这也可能预示了未来全球的一大趋势。
  - **人们正在改变自己的日常饮食结构。**调查显示，经合组织成员国食用的肉类数量呈下降趋势，民众正在转向植物蛋白。过去 5 年，美国人对非乳制品饮料的需求增长了 61% 以上[32]，2005 年至 2014 年间，对牛肉的需求下降了 16%[33]。上述趋势在发达国家较为普遍。相比之下，在发展中国家，由于收入的不断提高，到 2050 年，肉类需求预计将上升 70%[34]。向市场推出更多价廉可口的植物基产品，一方面可以助推某些地区蛋白质来源日益多元化的趋势，另一方

27 WWAP（联合国世界水评估计划），2017 联合国世界水资源发展报告，*《废水：尚未开发的资源》*（The United Nations world water development report 2017：wastewater，the untapped resource，2017）。

28 EASO（欧洲肥胖研究学会），*《有关肥胖的事实和数字》*（Obesity Facts and Figures，2018），http://easo.org/education-portal/obesity-facts-figures/。

29 *《城市与食物循环经济分析》*——详情见技术附录；IPCC（政府间气候变化专门委员会）（Masson-Delmotte 等），供政策制定者使用的摘要。《全球变暖 1.5℃》（Global warming of 1.5℃）是 IPCC 关于在前工业化水平的基础上，全球温度升高 1.5℃的影响，以及相关全球温室气体排放路径的特别报告，报告的背景是加强对气候变化威胁、可持续发展，以及消除贫困的努力的全球响应（2018）。

30 Bauer，S.E. 等，*《世界粮食种植造成的严重大气气溶胶污染》*（Signicant atmospheric aerosol pollution caused by world food cultivation），地球物理学研究通讯（2016），第 43 卷，第 5394–5400 页，https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2016GL068354。

31 Springmann，M. 等，*《将食物体系维持在环境影响限度内的可选方案》*（Options for keeping the food system within environmental limits），《自然》（Nature，2018），第 562 卷，第 519–525 页。

32 *《过去五年美国非乳制品饮料的需求增长 61%》*（Mintel，US non-dairy milk sales grows 61% over the last ve years，2018 年 1 月 4 日），http://www.mintel.com/press-centre/food-and- drink/us-non-dairy-milk-sales-grow-61-over-the-last-five-years。

33 世界资源研究所，*《2018 年美国将出现较高的肉类消费量，但美国人的日常饮食正在改变》*（2018 will see high meat consumption in the U.S.，but the American diet is shifting，2018 年 1 月 24 日），https://www.wri.org/blog/2018/01/2018-will-see-high-meat-consumption-us-american-diet-shifting。

34 世界资源研究所（World Resources Institute），*《用 21 张图表说明到 2050 年如何以可持续的方式养活 100 亿人》*（How to sustainably feed 10 billion people by 2050，in 21 charts，2018 年 12 月 5 日），https://www.wri.org/ blog/2018/12/how-sustainably-feed-10-billion-people-2050-21-charts。

面可以遏制其他地区肉类消费量的不断攀升。

- **人们正在重新思考食物的生长方式和生长地点。**2016 年，全球有机食物的销售额达 900 亿美元，包括印度、欧洲和拉丁美洲在内的多个地区的销售额都实现了两位数的增长 [35, 36, 37]。1994 年到 2017 年间，美国农夫市场的数量增加了近 5 倍，全美范围内出售本地产品的农夫市场达 8600 个 [38]。

- **技术和创新带来了新机遇：**
  - **新的植物蛋白正在走向市场。**正如新创企业 Impossible Foods、Beyond Meat、Terramino Foods、Protix和Entocycle所证明的那样，新兴科技能够创造出肉类、乳制品和鱼类的替代产品。
  - **对食物和农业研究的投资再创新高。**2004 年到 2013 年间，全球对食物和农业企业的投资增长了两倍，达 1000 亿美元以上 [39]。各机构正在投资贯穿食物生产（如加利福尼亚大学伯克利分校代用肉实验室）[40] 和副产品转化（如圭尔夫大学生物产品研发中心）的尖端科研，带来了诸多技术突破 [41]。
  - **新技术创新正在兴起。**从IBM提高零售供应链透明度的Food Trust区块链技术解决方案 [42]，到将哥伦比亚乡村有机小农场主们与不断增长的城市消费市场相连的SiembraViva电子商务平台 [43]，数字技术带来了十年前触不可及的新动能。人工智能（AI）技术可通过一系列潜在解决方案支持食物体系革命 [44]。通过向农场主提供关于田地动态的丰富信息、实现运输和配送过程中食物分选的自动化，以及创造可快速生成用植物蛋白取代动物蛋白配方的平台，AI的应用可以加快大规模向食物循环经济的转型。
  - **技术创新可助力新兴经济体飞越线性的工业化模式。**通过利用现有的数字工具，新兴经济体不仅可以避免重蹈有害的工业化食物体系的覆辙，更可以调整方向，向健康、可再生的食物体系发展。

- **一系列法规和标准的实施将为实现更好的食物体系创造使能条件。**
  - 2018 年 10 月更新的《欧洲生物经济战略》（European Bioeconomy Strategy）支持与营养元素循环、工业化战略，以及气候政策相关的循环经济活动 [45]。
  - 城市政府正在推出涵盖食物全价值链的新政策：在 2017 年欧盟的一项调查中，63% 的受访城市已有食物相关的项目 [46]。
  - 美国于 2018 年启动了“再生有机认证试点计划”[47]。

35 安永会计师事务所和Assocham（印度工商业联合会），*《印度有机市场——农业新范式》*（The Indian organic market – a new paradigm in agriculture，2018）。

36 Fresh Plaza，*《欧洲有机食物消费继续增长》* Organic food consumption continues to increase in Europe，2018 年 2 月 26 日），https://www.freshplaza.com/ article/2189746/organic-food-consumption-continues-to-increase-in-europe/。

37 Organics News Brasil，ORGANIS divulga primeira pesquisa nacional com consumidores de orgânicos（2017 年 6 月 7 日），https://organicsnewsbrasil.com.br/consumidor/organis-divulga-primeira-pesquisa-nacional-com-consumidores-de-organicos/; Agrimundo，Latinoamérica：mercado de alimentos orgánicos crece significativamente（2016 年 8 月 12 日）。

38 “美国农业部本地食物名录：全国农贸市场名录”（USDA Local Food Directories：National Farmers Market Directory，2018），https://www.ams.usda.gov/local-food-directories/ farmersmarkets。

39 麦肯锡公司化学品咨询业务，*《追寻食物和农业经济的全球机会》*（Pursuing the global opportunity in food and agribusiness，2015 年 7 月）https://www.mckinsey.com/ industries/chemicals/our-insights/pursuing-the-global-opportunity-in-food-and-agribusiness。

40 加利福尼亚大学伯克利分校代用肉实验室，https://scet.berkeley.edu/alternative-meats-lab/。

41 圭尔夫大学生物产品研发中心，https://www.bioproductscentre.com/。

42 IBM的Food Trust：*对我们的食物的信任和透明度*，https://www.ibm.com/blockchain/solutions/food-trust。

43 SiembraViva，https://siembraviva.com/home/。

44 艾伦 · 麦克阿瑟基金会，*《人工智能与循环经济：AI作为加速转型的工具》*（Arti cial intelligence and the circular economy：AI as a tool to accelerate the transition，2019）。

45 欧盟委员会（科研与创新总司）*《欧洲可持续的生物经济：加强经济、社会与环境之间的联系——生物经济战略更新版》*（A sustainable bioeconomy for Europe：strengthening the connection between economy，society and the environment，2018 年 10 月）。

46 欧盟委员会，*《城市中的食物：对城市食物的可持续、健康生产、运输和消费的创新的研究》*（Food in cities：study on innovation for a sustainable and healthy production，delivery，and consumption of food in cities，2017 年 7 月）。

47 已认证的可再生有机（ROC），ROC试点计划和参与者，https：//regenorganic.org/pilot/。

- 印度锡金邦于 2003 年做出了有力的政治承诺，使该邦在 2015 年成功成为全有机地区，并于 2018 年赢得了联合国“未来政策”金奖[48]。该野心勃勃的计划虽处于萌芽阶段，但已有 66000 名农场主参与其中。这也是一个塑造消费者购买习惯和行为的有效试验平台。

- 2012 年，为了解决高比例的农用化学品使用和单一作物主导模式下生物多样性缺失的问题，巴西启动了全世界首个关注农业生态和有机食物生产的国家级政策。该政策还支持劳动密集度更高的农业生产模式[49]。

食物体系十分复杂，兼顾各方的方法才能成功应对其面临的巨大挑战。EAT-Lancet委员会最近开展并发表在《自然》(Nature) 杂志上的一项研究指出：“想要以一种可持续的方式去养活不断攀升的人口，就必须同时落实多个解决方案[50]。”该报告也指出，唯有系统性地落实这些解决方案，才能保证其有效性。这项研究证明：对人类和自然系统而言，一个基于循环经济原则的食物体系才是健康的食物体系。

48 今日印度，*《锡金邦成为世界首个有机邦，赢得联合国的最佳政策奥斯卡奖》*（2018 年 10 月 16 日）https://www. indiatoday.in/education-today/gk-current-affairs/story/sikkim-becomes-world-s-first-organic-state-wins-oscar-for-best-policies-by- un-1369158-2018-10-16。

49 Brasil agroecológico，https://www.indiatoday.in/education-today/gk-current-affairs/story/sikkim-becomes-world-s-first-organic-state- wins-oscar-for-best-policies-by-un-1369158-2018-10-16。

50 Springmann，M.等，*《将食物体系维持在环境影响限度内的可选方案》*（Options for keeping the food system within environmental limits），*《自然》*（2018），第 562 卷，第 519–525 页。

2. 循环经济助力打造一个适合未来的食物体系

循环经济旨在超越目前“攫取、生产和浪费”的工业模式，重新定义增长，并将重点放在为全社会带来积极的效益上。它需要将经济活动与有限资源的消耗分离，并在设计之初就让整个食物体系杜绝浪费。循环经济模式的目标不仅是减少负面影响，更是为了增加经济、自然和社会资本。循环经济模式本着向可再生能源过渡的原则，以三大理念为核心：从设计之初避免废弃物和污染物，保证产品和材料的长期利用，并帮助自然系统实现可再生发展。

想要落实这些核心理念，就必须正确理解经济体能够长期运转的要义，即其对不同规模的经济体的运转模式都应切实可行。这就意味着，企业无论大小，机构无论层级，居民无论生活在哪里，都应积极地参与到经济活动中，并且密切合作。这种分布式、多样化和包容的经济体将更容易建立起循环经济模式，并共享其效益。

循环经济模式会考虑经济体内两种截然不同的物质流，一种是技术循环，一种是生物循环。

消耗只可发生在生物循环中，因为食物和生物基原料（如棉花和木头）制成的产品会通过堆肥处理和厌氧消化等过程被重新注入系统。这些循环会重新滋养土壤等生命系统，为经济提供可再生资源。

在打造食物循环经济时，我们应自觉学习大自然中的可再生系统，这样，废弃物就会成为其他循环的原料，而不是像过去那样完全被浪费。在此类系统中，由于来自食物副产品的有机资源不含污染物，因此可以作为有机肥料，重新回归土壤。在回归土壤前，部分食物副产品可以通过一系列的其他方式创造附加值，如用于食物、布料、衣物的加工，或是作为生物能源等。

这些循环让土壤等生命系统得以再生，进而为经济提供了可再生资源。

图 3: 循环经济原则

从设计之初避免废弃物和污染物

循环经济在设计之初，就杜绝了经济活动会对人类健康和自然系统带来的负面影响。这些负面影响包括：排放温室气体和有害物质，污染空气、土地和水，未能充分利用建筑物和汽车等资产带来的结构性浪费等。

保证产品和材料的长期利用

循环经济支持保存能源、劳动力和材料的价值的活动。这就意味着物品在设计之初，就应注重耐用性、再利用性、再制造性以及可回收性。这样才能保证产品、零部件和原料能在经济体内循环。

为了有效利用生物基原料，循环系统会确保营养元素在回归自然系统之前，能够得到最大化的利用，以产生经济价值。

帮助自然系统实现可再生发展

循环经济会尽可能避免使用不可再生资源，并保护和加强可再生资源。例如，在循环经济中，有价值的营养物最终会回归土壤，以支持自然系统再生。

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION

3. 城市——变革的催化剂

城市拥有独一无二的特点、资产和能力来推动食物体系的转变。到 2018 年，全世界已有一半以上的人口生活在城市中；到 2050 年，这一数字预计将增长到 68%[51]。城市消耗着全世界 75% 的自然资源和 80% 的能源[52]。与农村相比，城市中的人均食物消费量通常会更高，因为他们的平均收入普遍要更高。而且预测显示，到 2050 年，全世界 80% 的食物将销往城市[53]。

城市还拥有较高的技术发展水平和密集的高技能人才网络，这就为创新提供了理想条件。城市中的居民、零售商和服务供应商紧密相连，为新型商业模式的出现提供了可能。上述种种因素的结合表明，城市以及城市中的企业和政府拥有得天独厚的机会，能够推动食物体系向循环经济的方向转变。

鉴于食物消费的体量和需求，城市拥有巨大的影响力。城市中还积累了大量高价值，却几乎未被利用的食物副产品和废弃物。鉴于此，城市中的企业和政府不仅应该更好地管理食物，并从中获取更多价值，还应从根本上影响进入城市的食物类型，以及食物的来源与生产方式。

利用其独特的资产和能力，城市可以实现自我转变，从一个只会吞噬食物、能源和其他资源的黑洞，转变为可再生食物体系和生物经济的发动机。通过采取基于循环经济原则的方法，城市可以重新构想今天的食物体系，利用其潜力帮助打造一个更健康、更多样化，且更有韧性的未来食物体系。

虽然城市可被视为促成变革的催化剂，但仅靠一己之力，城市仍然无法改变食物体系。为了推动食物循环经济的发展，城市还需要与近郊及农村地区的生产者合作。

通过努力实现三大宏伟目标，城市可以打造一个食物循环经济模式：

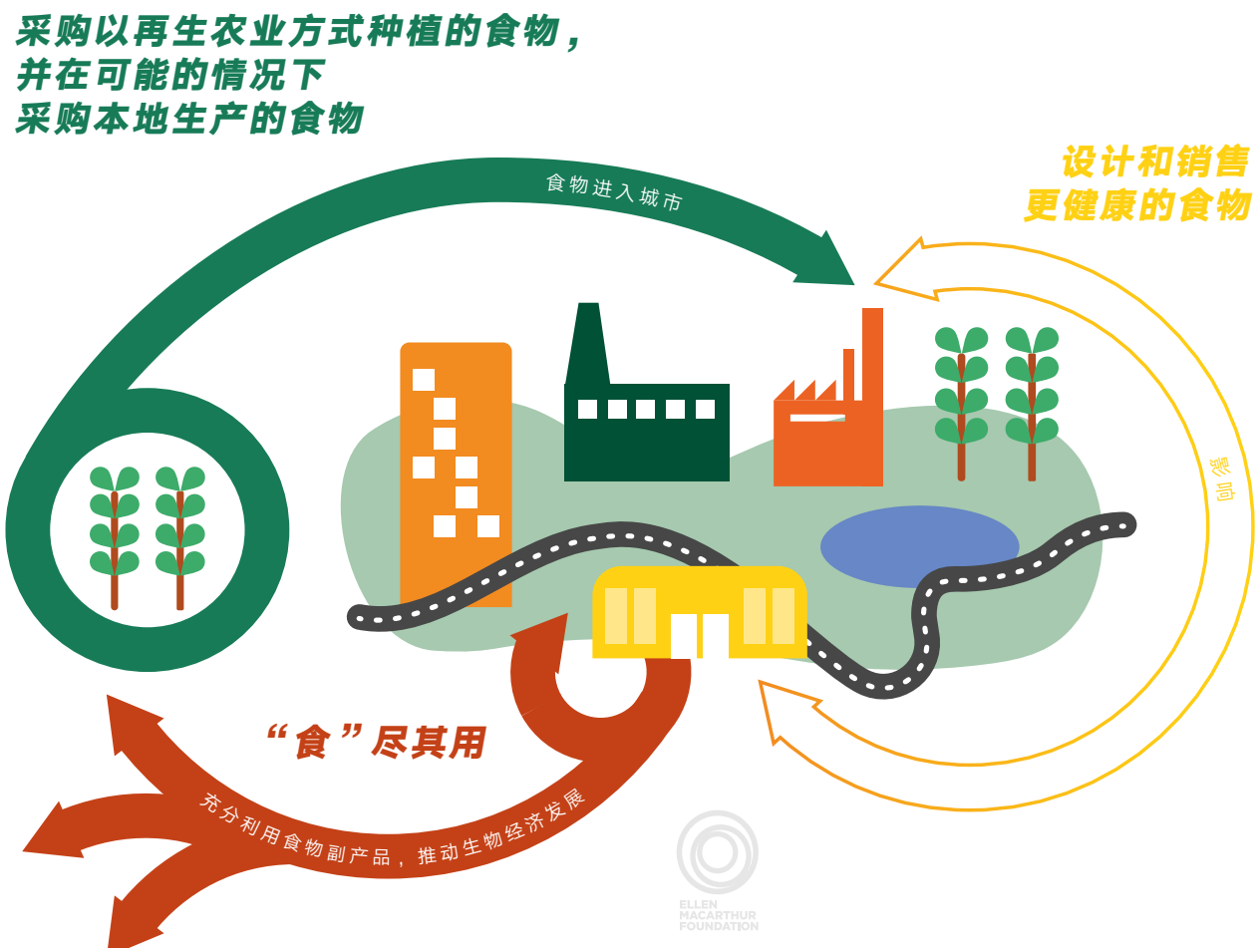
1. ***采购以再生农业方式种植的食物，并在可能的情况下采购本地生产的食物***
2. ***“食”尽其用***
3. ***设计和销售更健康的食物***

接下来的三章将详尽探讨这三大宏伟目标。

51 联合国经济和社会事务部人口司，《世界城镇化展望》（World urbanization prospects，2018）。
52 联合国环境规划署技术、工业与经济司（UNEP-DTIE），《城市与建筑》（Cities and buildings，2013）。
53 《城市与食物循环经济分析》（Cities and Circular Economy for Food analysis）——详情见技术附录。

图 4：城市打造食物循环经济的三大宏伟目标

在食物循环经济愿景中，城市发出了明确的需求信号，支持食物以可再生的方式生产，并研发和设计更好的食物。与此同时，城市将把食物副产品转化为供城市近郊农场主使用的有机肥料。



4. 采购以生态修复方式种植的食物，并在可能的情况下采购本地生产的食物

由于到 2050 年，城市食物消费将占全世界的 80%[54]，因此，城市能够极大地影响食物的种植方式。通过采购以生态修复方式种植的食物（并在可能的情况下，优先采购本地生产的食物），城市可利用其公共和私人的需求力量，促进整个食物生产体系向着更具再生性的方向转变。虽然都市农业具有一定潜力，但是，城市中消费的大部分食物还是会来源于城市边界之外。不过，鉴于世界上已有 40% 的耕地位于城市近郊[55]，两者可共同打造一种相辅相成的关系。

城市能够推动再生农业种植法的大规模采用

到 2050 年，我们生产的大部分食物将销往城市，因此城市将有巨大的买方影响力可以利用。城市可与城外食物体系的主要参与者合作，积极影响食物的种植方式。目前，我们生产食物的方式会造成自然系统的退化，带来大量的健康问题，并排放大量有害的温室气体。针对这一现状，我们已经找到了更加健康也更可持续的可再生替代方案。

若用再生农业的方式生产食物，我们便可以一改从前，转向可以恢复生态系统健康的模式。广义的再生农业方法旨在打造一个健康且具有生物活性的生态系统。再生农业种植法的理念与土壤耕作法息息相关，但除此之外，还有很多方法也都被归为可再生，例如循环放牧（见专栏 3）、自然系统恢复、农业生态学、农业林学、保护性农业、新型海鲜生产法（见专栏 4）和零预算自然耕作（ZNBF）等。虽然部分有机农场已经采用了可再生的生产方法，但是，绝大多数有机农场主还是把重点放在杜绝杀虫剂、化肥和生长激素等合成产品的使用上。值得注意的是，这种做法对环境的总体影响并没有我们想的那样积极[56]。

可再生种植法更倾向于关注最后的理想结果（见图 5），而非“不应做什么”。理想的结果包括健康的土壤（土壤有机质、保水能力和微生物种群的改善）、农场上动植物的多样性改善，以及当地环境中生物多样性的提升。传统耕作法会侵蚀土壤并耗尽营养元素，因此需要增加合成肥料的施用。与之相比，可再生种植法能够帮助土壤恢复生机，确保土壤中富含长期食物生产所需的微生物和营养元素。想要推动整个食物体系朝着可再生的方向转变，就不应只关注大规模商业农场，而应大小农场兼顾。因为，全世界大部分粮食其实都产自小农场（这一点可能出乎很多人的预料）。（见专栏 1：再生农业如何改善小农生活？）

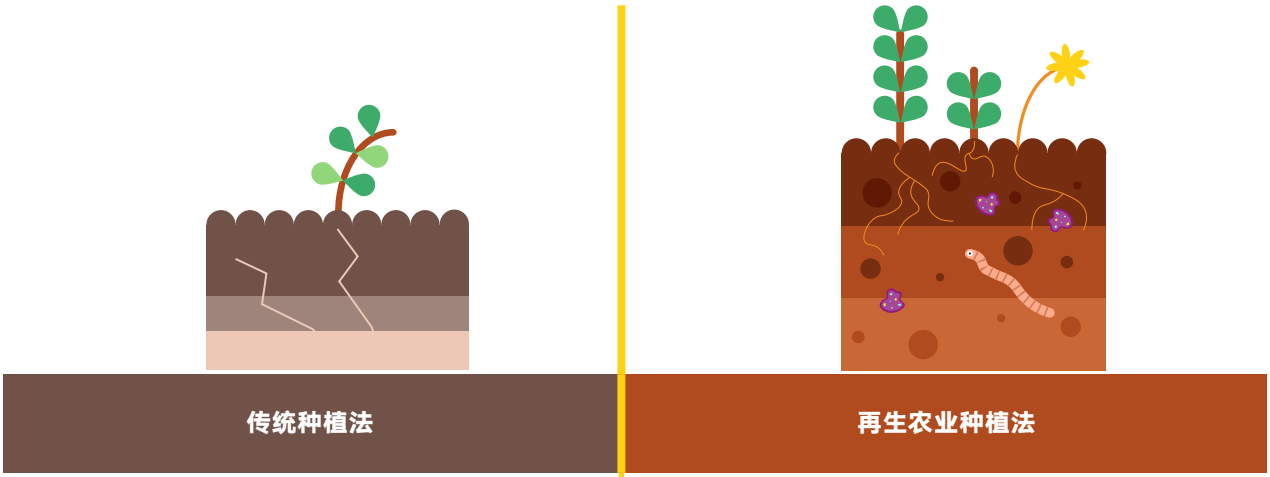
54 《城市与食物循环经济分析》——详情见技术附录。

55 Thebo，A. L. 等，《对受城市废水流影响的灌溉农田的全球空间直观评估》（A global，spatially-explicit assessment of irrigated croplands in uenced by urban wastewater flows），《环境研究通讯》（2017 年 7 月），第 12 卷；《城市与食物循环经济分析》——详情见技术附录。

56 Ritchie，H.，《与传统农业相比，有机农业真的更有利于环境吗？》（Is organic really better for the environment than conventional agriculture?），“用数据看世界”网站（2017 年 10 月 19 日），https://ourworldindata.org/is-organic-agriculture-better-for-the-environment。

图 5：可再生食物生产能够支持自然系统的发展

传统耕作法通常会令生态系统退化，并污染空气和水，而可再生耕作法能重建和加强生态系统，同时保护空气和水的质量。



专栏 1：再生农业如何改善小农生活？

无论怎样形容小农在给养世界方面的重要性都不为过。全球约有 5 亿个小农场，它们使用着全球 30% 的资源和 12% 的农业用地，却在为全球 70% 的人口提供食物 [57]。在非洲和亚洲，小农场更是提供了所需 80% 的食物，供养人数高达 20 亿 [58]。由此可见，小农场在食物体系的高效发展中十分重要。

随着国家日渐富足，农场规模会逐渐扩大，农民占总人口的比重也会逐渐下降，导致小农经营的减少。其背后有诸多因素，其中最关键的就是农活劳动强度本身就高，潜在利润又低，如果规模小，这种情况就更为严重。在保险业不发达的国家，仅一次歉收就可能带来灾难性后果。随着国家富裕程度的提高，工业设备将更多用于农业生产中，大农场模式也会变得更加适用。与此同时，教育和就业机会的改善也会使务农人数有所减少。这种变化可以理解，也不可避免。

同时我们又希望小农体系下的资源高效利用、农业多样性，以及累积的经验与智慧能够得以保留和传承。这样，新兴经济体便可以在发展过程中一跃跳至循环食物体系。对选择继续以小农模式经营的农民，我们应该给予支持，帮助他们落实再生农业实践。这种方法能在长期提高产量的同时，造福环境和人类健康，其生态恢复力也比传统方法更强。“零预算自然农业”（ZBNF）就是小农使用的一种可再生方法。它起源于印度卡纳塔克邦，是一套生态农业耕作方法。该倡议旨在开发一种耕作方法，让小农能够摆脱种子和肥料的高成本，以及其他投入可能带来的债务风险。对许多勉强挣扎于温饱线的农民来说，一次由晚到的雨季或过强的季风导致的歉收就会打破平衡，使之陷入绝境。“零预算自然农业”直接消除了对高昂投入的需求，从正面解决了债务问题。事实证明，与传统农业相比，这种新型耕作方法效率更高、产量更高、粮食营养含量更高、耕地的生态恢复力也更强。零预算自然农业主要有四大支柱：通过添加发酵过的微生物培养物产生具有生物活性的土壤；以自然处理的方式帮助种子及其他种植材料抗击病害；在土壤表面放置多层有机物质，以保护和加强表层土；实施更有效的水管理，包括避免过度灌溉。这四大支柱可以降低成本，使作物产量提升 40% 以上，从而提高农民收入。零预算自然农业还能避免农民因接触有害化学物质而生病住院或是错失良机。

Satya 是一名生活在印度安得拉邦西哥达瓦里县的农民，他的故事最能证明零预算自然农业的好处。2017 年，一场冰雹风暴席卷了他所在的村庄，摧毁了附近许多农场。然而，由于他采用了可再生耕作方法，使植物变得更加强壮 [59]，因此，他那 6 公顷的香蕉种植园得以在风暴中幸免。目前，安得拉邦共有超过 16 万名农民在实施零预算自然农业。政府十分认可以 Satya 为首的农民经营的可再生农场的优势，计划到 2024 年将参与的农民数量提升到 600 万人。

57 ETC 集团，*《谁来养活我们？》*（Who will feed us?）第 3 版（2017 年 11 月），http://www.etcgroup.org/content/who-will-feed-us-industrial-food-chain-vs-peasant-food-web。

58 http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability_pathways/docs/Factsheet_smallholders.pdf。

59 Livemint（印度媒体），*《安得拉邦的“自然农业”之路》*（How Andhra Pradesh is taking to 'natural farming）（2018 年 6 月 12 日），https://www.livemint.com/Politics/ RR91lCVqVKPaQuBovNeYGM/How-Andhra-Pradesh-is-taking-to-natural-farming.html。

城市可以借机与近郊农业重建联系

人们在城市充当食物生产枢纽的潜力和优势上意见不一。由于都市农业能够提供的营养物质体量有限（见专栏 2），城市可从周边区域采购大量食物，以满足人类健康的需求。毕竟，全世界 40% 的耕地都位于距城市 20 千米的范围内 [60]（见图 6）。了解了现有城市近郊的生产情况后，城市便可提出诸如食物必须通过可再生的方法种植且（在可能的情况下）应是本地生产的要求。但是，与其计划全部采购本地食物，城市不如依据择优而选的标准，依靠多个食物来源地（本地、区域和全球），从而打造具有韧性的食物供给体系。

在打造一个分布式再生农业体系方面，本地采购可以发挥重大作用：

- 拥有了多个食物来源地（本地、区域和全球）后，城市可以打造更有韧性食物供应体系。
- 以择优而选的方式支持作物的多元化，从而打造有韧性的食物体系。
- 通过重建人们与食物体系的联系，城市居民可能会出于对食物的重视而养成更健康的日常饮食习惯，并减少食物浪费。
- 通过减少过度包装，并缩短配送供应链，可以改善食物味道、贮藏寿命和微量元素含量 [61]。

图 6：城市可以与其近郊的现有食物生产建立联系

城市近郊（城市周边 20 千米范围内的土地）拥有世界上 40% 的农田，可为城市提供本地生产的食物。城市可以善用其食物需求体量而施加影响，让城市近郊的农民采用再生农业的种植方法。与此同时，城市可从食物副产品提取有机肥料，并将养分送还到城市近郊的农场中。

60 Thebo，A. L.等，*《对受城市废水流影响的灌溉农田的全球空间直观评估》*（Global assessment of urban and peri-urban agriculture：irrigated and rainfed croplands），*《环境研究通讯》*（Environmental Research Letters，2017 年 7 月），第 12 卷；《城市与食物循环经济分析》——详情见技术附录。

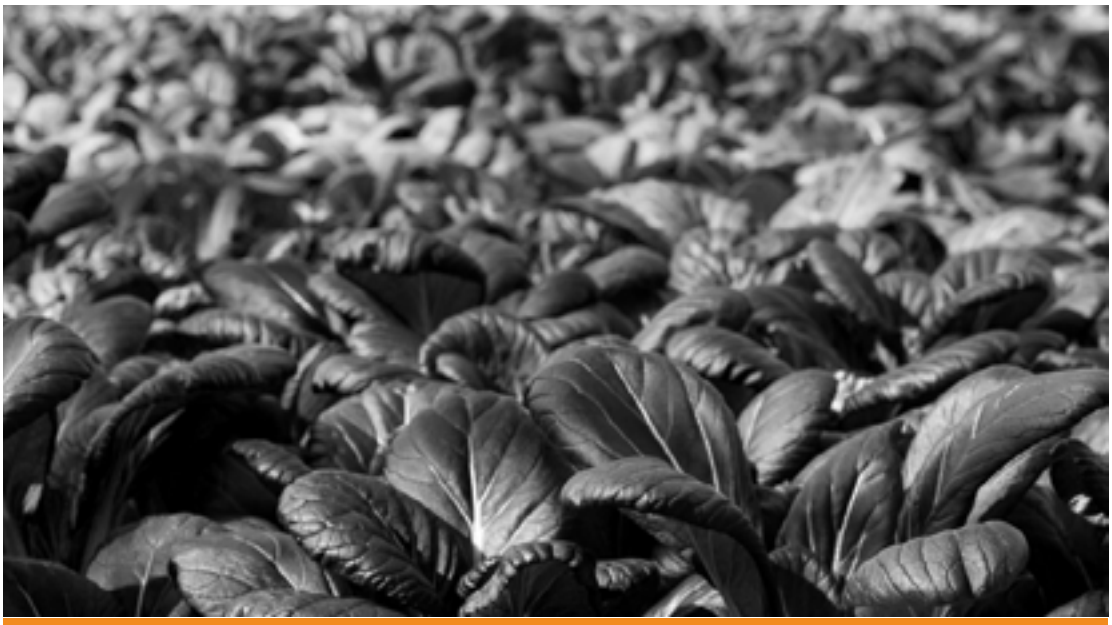
61 Barber，D.，*《第三餐盘》*（The third plate）（2014 年）第 93-99 页。

新技术为再生农业种植法的本地应用带来了前所未有的机会

很多原因都在阻碍着食物生产体系向着更加本地化且更可再生的方向发展。农业的利润本身就很微薄，农民们根本无法负担可再生实践所需要的时间、设备和经营方面的投入。此外，我们迄今还没有确凿的证据证明可再生实践带来的粮食产量能够满足不断增长的人口需求。最后，为食物供应链“重新布线”以支持本地采购将会十分复杂。

技术和创新也许能够提供一些思路，帮助我们克服这些挑战。随着**食物技术、农业技术和金融推手的兴起**，一系列新的食物与农业解决方案正在浮现：

- **成熟、有效和可持续的创新有机肥料。**以食物副产品和有机物质为原料的有机肥料是推动可再生食物生产模式发展的关键。芬兰企业SoilFood正在该领域开拓创新。
- **合成杀虫剂等创新生物替代品**越来越多，满足了不断增长的需求。例如，初创企业Vestaron就利用蜘蛛毒液生产出了与合成杀虫剂效果相同的产品。
- **食物生产技术的新发展**让城市和城市近郊地带能在城市和半城市地区生产出更多粮食，并改善所生产食物的生态足迹（见专栏 2）。
- **改良版的可追溯性技术，**特别是区块链支持的物流解决方案，能为消费者提供生产细节（如产地、耕作技术、环境影响和营养成分），帮助他们做出明智的购买决策，并改善食物购买体验。
- **人工智能技术的应用**能让农民掌握大量有关农场的信息——如土壤质量、作物和牲畜健康状况——以便他们做出更明智的决策。该技术还能模拟不同变量下的田间试验和农业生态系统，并识别有助于提高作物产量的微生物。宾夕法尼亚州立大学的研究和开发部门PlantVillage就在利用人工智能技术造福农民。这款基于机器学习的移动应用程序（名为“Nuru”）能从智能手机拍摄的照片中识别植物疾病症状，从而帮助农民更好地了解作物的健康状况。



专栏 2：城市农业的真正潜力是什么？

城市农业可以推动建立多元且有复原力的食物体系，重新连接人与食物，并为城市带来一系列社会和环境效益。然而，如果只靠“城市农业”这一项举措，并不能满足城市居民对食物的需求。随着城镇化的不断推进，即便是采用一系列高产的城市农业种植法——如垂直农场和养耕共生，或是实验室式气雾栽培系统——理论上最多只能增加城市所需食物产量的三分之一（按重量计）[62]。同时，在可预见的未来，这一理想状况也并不可能在全球范围内实现。这主要有三大原因：

1. **土地竞争。**要想实现上文所述的理想状态，现有城市面积必须扩大 1.5% 左右 [63]。这一数字看似不大，但考虑到分区法、技术可行性，以及潜在的其他土地规划，想要实现这一目标可能颇具难度。
2. **食物的适用性。**通常情况下，能在室内城市农场种植的农作物仅限于易腐烂的绿叶蔬菜、草药、其他蔬菜，以及草莓等特定水果。即便室内城市农场生产的上述食物能够满足城市需求，它也还是要依赖城市周边地区和农村获取其他种类的食物。
3. **循环种植的可行性。**室内城市农场类型（多层无土水栽或气培、土壤生物密集温室、复合养殖温室、水栽温室和土壤常规温室）在循环种植的可行性上面临挑战。目前，高科技无土栽培方案通常需要高度专业化的合成液肥，才能为植物提供所需养分；最高产的室内耕作方案也往往需要高能量投入，才能保证光照和温度。而为了模拟阳光直射的效果，这些高能量投入往往需要使用化石燃料。想要建立可再生的自然系统，实现循环种植，城市农场就需要：
    - 使用可再生能源
    - 实现水循环
    - 使用源自食物副产品的养分投入
    - 避免使用合成杀虫剂
    - 使用循环鱼饲料（用于鱼类养殖）

创新有助于解决上述问题，并确保城市农业解决方案能够真正实现大规模再生。例如，BIGH 的 Femme Abattoir 城市农场是位于比利时布鲁塞尔的一个屋顶城市复合养殖设施，它将水产养殖与蔬菜水培种植有效结合，创造了良好的养分循环，每年可生产 35 吨优质鲈鱼 [64]。

城市农业可能无法完全满足城市对食物的需求，而且在许多情况下，高科技室内农业都并没有实现循环性。

62 《城市与食物循环经济分析》——详情见技术附录。
63 同上。
64 https://bigh.farm/farm/

不过，城市食物生产还是能为城市居民提供多种高价值服务。比如，帮助人们重新认识食物，更好地了解其种植地点和方式等。在所有城市农场类型中，户外生产的产量潜力最为有限。但是，可再生方式的采纳能确保一系列社会环境效益的实现：

- 扩大城市生活环境中的绿地，如位于奥克兰的City Slicker农场就将城市的衰败区域变成了繁荣的社区农场。
- 通过民众参与和互动改善社会结构。
- 重新建立人与食物生产之间的联系，让居民可以利用自家园地赚钱，如SPIN农业就在教授和训练小型园主有效种植和销售新鲜食物的方式。
- 增加城市内的碳封存，
- 使空气更清洁，更好地缓解城市热岛效应。
- 改善土壤的保水性，降低洪涝风险。

专栏 3：如何以更可再生的方式饲养家畜？

肉类、乳制品和鸡蛋都可以采用支持和改善自然系统的方式进行生产。纵观历史，动物的均衡繁殖在维持土壤肥力、维护生态系统健康方面发挥了重要作用。人类不能食用的天然饲料或副产品可以用来饲养动物。这样，这些非食物资源就转化成了肉类、牛奶、鸡蛋甚至血液等有用且极富价值的蛋白质。由此产生的动物粪肥可作为谷物和蔬菜种植的主要养分来源，并被用作燃料和建筑材料等。

这种既能促进有益养分循环，又不消耗环境的动物养殖法，可以在保护甚至增强当地生态系统中发挥关键作用。草原是在促进生物多样性中不可或缺的地球生态系统，同时还是活跃的碳贮藏源。数百万年来，动物放牧过程中实现的养分循环确保了草原的繁茂生长。然而，世界资源研究所（WRI）最近发布的一份预估报告显示，到 2050 年，人类对动物源产品的需求预计将增加 70%[65]。因此，人们需要采取行动提高牧场、多功能农场和小农场的生产力，避免对原始自然区域的侵蚀。

65 世界资源研究所，*《用 21 张图表说明到 2050 年如何以可持续的方式养活 100 亿人》*（2018 年 12 月 5 日），https://www.wri.org/blog/2018/12/how-sustainably-feed-10-billion-people-2050-21-charts。

想要提高生产力，就要将传统方法与前沿科技相结合。以下案例足以证明，世界各地的农民，无论其农业规模大小，都能以保持自然系统健康的方式养殖牲畜。

集合多个物种的小规模生态农业

Vuon-Ao-Chuong（VAC）是越南语，分别指花园、鱼塘以及猪舍或家禽棚，合在一起则指一个高强度、高产的小规模家庭式务农系统。VAC 将不同类型的植物栽培和动物养殖整合到一个紧凑的空间中，在不同的物种之间建立联系，创造一个靠重力驱动的积极材料流。在实行 VAC 的地区，农民的收入较之一年收获两季水稻要高出三到五倍，个别地区甚至高出十倍。

大规模的“全局性管理”

在有条不紊的全局性放牧实践中，家畜的饲养方式既与自然系统相适应，又能促进土壤健康。这种方法的关注重点远超某个单一动物品种，而是转向多个“堆叠”且相互支撑的物种，创造多个收入来源。在位于美国北达科他州的布朗牧场，农民就将放牧和免耕种植系统（为了节约成本和获得多种覆盖作物）整合到一起，给予了放牧草场 360 天的恢复期。猪、母鸡和肉鸡提供了更多的营养循环，使牧场在没有任何合成投入的情况下也能顺利恢复。这片占地 5000 公顷的农场在 20 年前还是严重退化的模样，现在，它已实现盈利，并且不需要任何政府补贴。牧场有机土壤的含量从 1% 增加到 14%，实现了碳封存，培育了有益微生物，并改善了土壤结构，储水量也比以前增加三倍以上，为可能出现的多年降水不足做好了准备。

奶农和碳农

在非政府组织“波罗的海行动小组”的支持下，芬兰最大的乳制品企业 Valio 将以新的方式培训奶农，让他们学会在土壤中固碳，以努力构建一个碳中和的乳制品生态链。通过光合作用，大气中的碳可被土壤吸收。根据土壤的状况和功能，它可以快速进行再循环，或永久性地被储存在土壤中。接受完培训后，当前与 Valio 合作的 5300 名农民可以在保持土壤健康、缓解气候变化方面发挥关键作用。

专栏 4：如何提高水产养殖业和渔业的循环性？

鱼类、软体动物和甲壳类动物提供了人类蛋白质摄入总量的 13% 至 17%。过去五十年中，人类在这方面的消费一直在以每年 3.6% 的速度增长 [66]，比人口增长率要高一倍。目前，8 亿小规模渔民贡献了全球海洋捕捞总量的 25%，养活了 30 亿人口 [67]。不过，鱼类的来源正在发生变化。联合国粮食及农业组织（以下或简称“粮农组织”）的数据显示，2014 年，人类食用养殖鱼的数量首次超过了野生鱼 [68]。水产养殖业和渔业也应落实循环经济原则，这样才能确保在不破坏自然系统的情况下，消费者能够长期享用鱼类和其他海产品。图 7 展示了各企业通过将废弃的有机资源转化为水产养殖饲料的方式，杜绝浪费出现的情况。下述两个案例展示了水产养殖业和渔业中的循环经济实践：

复合养殖

水产养殖与水培蔬菜和谷物种植结合，旨在实现养分循环，减少不可再生且有害于自然系统的外部投入。Plant in Chicago 是一家食物生产商合作社区，它进一步推进了复合养殖实践，将养鱼与能源生产、水处理、烘焙和酿造相结合，保证 40% 以上的副产品能被另一家企业获得并重新利用 [69]。

3D 海洋农业

“想象一下，仅需 5 个多月，新英格兰沿海 0.4 公顷的海洋上就能产出 30 吨海带和 25 万只贝类。”这是 3D 海洋农业——一个由美国组织 GreenWave 开发的垂直海鲜生产模型——所给出的承诺。这种创新技术不仅可以生产大量食物，而且可以抵御风暴。它不需要任何投入，并且能够吸收附近农田流失的养分。海带作为一种主要作物，不仅是食物，也是药物、肥料和生物燃料的通用原料。

66 世界卫生组织，*《全球及区域性粮食消费模式和趋势》*（Global and regional food consumption patterns and trends，https://www.who.int/nutrition/topics/3_ foodconsumption/en/index5.html。

67 ETC 组织，*《谁来养活我们？》*第三版（2017 年）http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/etc-whowillfeedus- english-webshare.pdf。

68 联合国粮食及农业组织（FAO），*《世界渔业和水产养殖状况》*（The state of world sheries and aquaculture，2016 年），http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf。

69 Plant Chicago，*《衡量工厂中的食物、能源和水流》*（Measuring food，energy and water flows at the plant），http://plantchicago.org/2017/10/26/measuring-food-energy- water-ows-plant/。

5.“食”尽其用

城市能够极大地推进食物体系朝着“零浪费”的方向发展。在一个循环经济体系中，食物的生长、处理、运输、制备方式，以及副产品的处理方式均有益于人类健康和自然系统。整个食物体系以循环为根本，一家企业的食物副产品是另一家企业的资源。城市可以通过重新分配过剩食物来提高食物利用率，并将剩余的不可食用副产品转变为新产品，成为城市近郊再生农业的有机肥料、生物材料、药品和生物能源等。

循环经济能实现食物零浪费

城市可以在避免食物浪费和最大化利用食物方面发挥重要作用。

每年，我们都会丢弃掉三分之一的食物（价值1万亿美元）[70]。这既造成了营养元素的巨大流失，也带来了严重的环境问题。通过重新设计食物体系，避免整条食物供应链的损失和浪费。城市食物价值链的参与者可以采取一系列干预措施避免食物浪费。零售商可以通过更好地平衡食物的需求和供给、打折售卖临期产品，并为餐饮店提供熟透产品来减少食物浪费。这些干预措施避免人们过度购买然后任食物变坏，既能帮助人们省钱，还能创造新的商机[71]。食物品牌商可以将“卖相不佳”的水果和蔬菜转化为原料生产相关产品，如婴儿食物和果酱。但与此同时，它们也要确保这些产品的有效期限能真实反映原料的保质期。城市能帮助确保过剩的食物都能物尽其用，为面临粮食危机的人群提供高质量营养，避免食物流入垃圾场。物尽其用的倡议已经得到了Feedback和FoodShift等组织的支持[72]，在Too Good to Go等数字平台上得以实施[73]。

联合国可持续发展目标的第十二条第三项正式将预防食物浪费提上全球议程。在此目标下，到2030年，全球人均食物浪费和损失数应减半。全球多个组织所进行的多项技术研究正致力于解决食物浪费问题。本报告认为减少食物浪费势在必行，但同时重点关注了从有机副产品中创造价值的多种方法。

充分利用食物的前提是收集未被污染的有机物质流

营养物质循环的基本先决条件是有效的收集系统。

即便所有的过剩食物都得到了有效利用，城市还是会继续生产大量不可食用的食物副产品、人体排泄物和绿色垃圾。这些有机材料中极富价值的营养物质有多种用途。目前，城市食物副产品和人体排泄物中，只有不到2%的有价值营养物得到了有效利用[74]。这就为城市带来了绝佳的机会，让它们可以充分享用有机废弃物带来的好处。但在此之前，城市必须首先建立起一个有效的废弃物收集系统和纯净废弃物流，这样才能让有机废弃物从城市的经济、健康和环境负担转变为价值来源。仅十余年间，意大利的米兰、撒丁岛、帕尔马和费拉拉等地已经证明，采用新技术、落实支持性政策框架并鼓励社区参与可以迅速改革收集系统，将有机废弃物的收集率从4%提高到60%以上[75, 76]。

所有国家都可以从改进的废弃物收集系统中获益，但新兴经济体出于有机废弃物总量高和基础设施建设尚处于早期阶段的原因，可以从中获利更大。预计到2025年，全球有机废弃物总量将比2016年增加一倍，

70 联合国粮食及农业组织，《食物损失和食物浪费》http://www.fao.org/policy-support/policy-themes/food-loss-food-waste/en/。

71 在英国，预防食物浪费每年可为一个家庭节省700英镑。（Crewe，P.，How to reduce food waste：organise，categorise and love your leftovers《如何减少食物浪费：安排、分类以及热爱你的剩余食物》，见《*独立报*》（2016年10月27日））https：//ind.pn/2QmR7mi。

72 Feedback，https://feedbackglobal.org/；FoodShift，http://foodshift.net/。

73 Too Good to Go，https://toogoodtogo.co.uk/en-gb。

74 《城市与食物循环经济分析》——详情见技术附录；世界银行《*垃圾何其多 2.0：到 2050 年全球固体废弃物管理一览*》（2018年）；WWAP（联合国世界水评估计划），2017联合国世界水资源发展报告，《*废水：尚未开发的资源*》（2017）。（不含粪肥）。

75 欧洲零废弃，《*撒丁岛的故事，11号案例分析*》（The story of Sardinia，case study #11，2018）。

76 艾伦 · 麦克阿瑟基金会，https://www.ellenmacarthurfoundation.org/our-work/activities/cities-and-the-circular-economy-for-food。

而新兴经济体将贡献其中 70% 的增长 [77] 随着经济的不断发展，这些地区将建立大量的新型基础设施。认识到有机物质收集的潜在效益后，新兴经济体可以设计和建造能够有效收集有机物质流的废弃物处理基础设施，从而实现废弃物价值的最大化。

食物设计和上游创新对于保持有机物质流不受污染至关重要。维持收集的有机物质纯度，能够确保它们价值的最大化。一些食物添加剂、塑料包装和其他材料会污染有机物质流，使其难以发挥出最大价值。食物设计应确保食物中不含任何影响其副产品能够安全地用于生物经济中的添加剂。同样，食物包装的原料也应像其包裹的食物一样，安全且容易制成堆肥。可堆肥的包装包括由木薯（也称为丝兰）制成的 CBPAK 袋 [78] 和由木材制成的可堆肥纤维素材料 [79] 等。

技术创新能够帮助生产可堆肥包装，而重新构思食物产品配送模式则可以完全消除部分包装需求。通过在靠近源头的地方建立起收集中心，这个分散的收集系统便能捕获纯有机物质流，供日后使用。

有机物质的一个主要作用是改善土壤

城市可以转化收集来的有机物质，推动城市近郊的可再生食物生产。

当前城市中，最常见的有机物质处理流程就是堆肥处理、厌氧消化和废水处理。在符合规定的情况下，这些流程产生的有机肥料——包括堆肥和生物消化剂——可以回到城郊农场重建土壤肥力。在不影响作物质量或安全的情况下，这些有机肥料还有望增加作物产量 [80]。

堆肥和生物消化剂中均含有碳和营养元素。然而，由于它们各自的处理过程和用于生产的有机物质种类不同，两者的特性也会截然不同。例如，源自废水的生物消化剂通常富含氮，因为它的原料是人体排泄物。而堆肥则往往富含碳、有益真菌和微生物。堆肥特别有利于土壤中有机质的快速重建。除此之外，它还能提高土壤的碳储存能力，使农业从气候变化的诱因之一转变为其解决方案。在美国加利福尼亚州，只要给 50% 以上的牧场（相当于英国土地总面积的一半）铺上半英寸的堆肥，就能抵消州内商业设施和住宅全年的温室气体排放量 [81]。

许多现有有机肥料和生物能源生产解决方案都能得到大规模推广。

世界各地有不少解决方案都旨在提高食物产量。它们有大有小、有的集中，有的分散。

例如，第一个有机资源回收中心于 2018 年在香港正式运营 [82]。香港特别行政区政府（SAR）正在通过其环境保护署（EPD）制定有机资源回收计划。该计划将囊括多达三个有机资源回收中心。按其设计，第一个有机资源回收中心每天可处理 200 多吨（每年高达 80000 吨）已分类有机废弃物。经过预处理后，有机资源会经过厌氧消化（AD）工厂，产生沼气和堆肥。热电联产（CHP）装置会将沼气转化为电能并出售给电网，同时产生有用的热量。1 吨生物废弃物可以产生 100 千克堆肥，其产生的沼气还可以生产大约 1 兆瓦时的电能。

坐落于新南威尔士州的威立雅 EarthPower 工厂是澳大利亚首个食物废弃物发电厂，工厂按其设计可接收悉尼地区的市政、商业和工业部门的固体和液体食物生物质，并已获得授权。该工厂位于 Camellia 的郊区，利用沼气产生的电能为 3600 户居民供电，并生产富含营养的有机肥料作为副产品。

扩大堆肥和生物消化剂的使用取决于多个因素，包括合成肥料的相对价格、生长季节的具体阶段、产品的质量（如可能受微塑料污染）、运输距离和扩散成本等。在处理源自人体排泄物的消化产物方面，还有微污染物

77 艾伦 · 麦克阿瑟基金会，*《城市生物环》*（2017），https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/urban-biocyles。
78 艾伦 · 麦克阿瑟基金会，https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/bio-based-material-for-single-use-packaging。
79 VTT 技术研究中心，https://www.vttresearch.com/media/news/creating-a-bio-based-and-easily-recyclable-packaging-material。
80 国际社会责任认证组织，*《农业优质消化物和堆肥的田间试验》*（Field experiments for quality digestate and compost in agriculture，2016）。
81 地方自力更生研究所，*《信息图：堆肥的作用大过你的想象》*（Infographic：compost impacts more than you think，2017 年 4 月 19 号）https://ilsr.org/compost-impacts-2/。
82 香港环境保护署，*《有机废弃物处理设施项目》*（Organic waste treatment facilities project，2018），http://www.organicwastetreatmentfacilities-phasei.com.hk/projectbackground.html。

（如重金属和药物残留）所带来的挑战需要克服。

创新让有机肥料更加易于使用，在价格上可与传统合成肥料竞争。许多企业，如Lystek Inc.、Soil Food、Ostara和WISErg都证明了这种创新的可行性。一些干预措施有助于提高有机肥料的质量：

- **质量保证计划，**如BSI PAS 100标准（用于堆肥）和BSI PAS 110标准（用于生物消化剂）保证了更高质量的有机肥料。
- **更多关乎微污染物及其相关健康影响的科学证据**可以减轻对人们对将生物固体作为有机肥料用于食物生产的相关担忧。
- **创新可以加速开发支持可再生食物生产的新型商业产品，**例如生物肥料（见术语表）和其他土壤增强材料。
- **使用矿物副产品增加有机肥料的价值。**例如，废弃物回收企业SUEZ就利用从法国西南部的一家造纸厂产生的污泥中提取的碳酸钙生产增强型堆肥，并获得了地方当局的认证。该工厂每年生产3万吨增强型堆肥。比传统堆肥价值高一倍，通过两个主要合作机构出售，满足了当地农民降低土壤酸度的需求。

有机物质还可用于食物生产之外

城市可将食物副产品转化为一系列用途多样的产品。世界各地的设计师、工程师和其他“生物经济企业家”证明，这一理论可以通过创造一系列高质量产品（见图7）来实现，包括创新食物、液体生物燃料和可用于奢侈品时尚行业的纺织新材料等。没有哪种产品一定比另一种更好，对产品生产的选择应基于当地需求和原料可用性。

以下案例展示了食物副产品可以带来的广泛产出，它们不仅能“变废为宝”，还能推动生物经济的蓬勃发展。

人们可以通过新兴技术和创新来充分利用食物副产品。数字平台能够有效分配有机资源。罗切斯特理工学院（Rochester Institute of Technology）与纽约州合作开发的有机资源定位程序就是一个很好的例子[83]，这是一个基于网络的绘图工具，能提供全州范围内有关有机生产和利用的信息。SUEZ还有一款名为Organix的数字平台，专为有机资源服务[84]。有机生产者能在平台上为废弃物找到最合适且最简单的解决方案，例如找到无氧消化回收中心。

在数字能力推动副产品新市场出现的同时，食物加工生物技术的进步，尤其是对微生物使用的依赖，也扩大了食物副产品的潜在可用范围。采用了这些新型生物技术后，食物副产品便能转化为有价值的产出，如食物、纤维、能源和农业原料等。

83 罗切斯特理工学院，有机资源定位程序，https://www.rit.edu/affiliate/nysp2i/OrganicResourceLocator/。
84 SUEZ，有机资源数字市场（Organix），https://www.organix.suez.fr/。

图 7：食物副产品可以转化为形形色色有价值的产品

可食用副产品的最佳处理方法是分发给市民，但除此之外，表中所述的其余产品类型并无严格的优先排序。具体的处理措施应取决于当地环境，包括特定区域中可用原料的类型，以及对特定产品的需求。

预防

LeanPath 和 Winnow —— 开发厨房技术，利用人工智能技术跟踪厨余垃圾并提供信息避免食物浪费。

再分配

Refettorio Gastromotiva —— 一项成立于巴西的全球倡议，旨在消除食物浪费，并通过“社会美食”概念促进社会包容，其中包括为弱势群体提供重新分配的食物。

生产新的食物

Planetarians —— 将食用油生产中的副产品升级改造成一系列食物和烹饪原料。

农业投入

家畜和鱼饲料：

Agri Gaia System co —— 通过政府立法将废弃食物转化为安全健康的猪饲料。

Agriprotein —— 将废弃食物和加工废弃物转化为虫粉，作为水产养殖饲料、家畜营养补充剂和肥料。

Recyfish —— 威立雅和 STEF 公司开展合作，将鱼类副产品转化为标准化的肥料。

改善土壤：

Soilfood —— 将几种不同类型的城市工业废弃物转化为适合特定农业环境的肥料和土壤改良剂。

创造新材料和生物能源

生物材料：

Ricehouse —— 将稻壳转化为高性能建筑材料。

Pigmento and Mancha —— 利用咖啡、藏红花和卷心菜等食物的副产品为纺织品和其他产品创造安全的“有机”染料。

Peel Pioneers —— 将柑橘皮中的化学物质转化为化妆品和清洁产品。

生物能：

St1 —— 将零售商和面包店中过期面包里的糖加工成生物乙醇，然后将其出售给加油站，与“传统”燃料混合。

Suez 和 Total ——将用过的食用油转化为生物燃料，用于汽车和飞机（生物喷气燃料）。

Billund biorefinery —— 通过威立雅的创新 Exelys 工艺，将人体排泄物、家庭和工业固体废弃物转化为肥料、电力，并为区域供热。

Pyreg —— 碳化各种生物质以缩减其质量，制造土壤改良剂，生产健康的饲料添加剂并捕获碳。

Leeming 沼气厂 —— 由威立雅运营和管理，每年可产生 600 万立方米的生物甲烷，注入本地气网，供该地区的家庭使用，并生产肥料出售给当地农场。

6. 设计和销售更健康的食物

从谷类早餐到外卖，我们今天所吃的大部分食物都由食物品牌商、零售商、餐厅、学校、医院和其他供应商所设计。几十年来，这些组织机构一直在塑造人们，尤其是市民的饮食偏好和习惯。现在，它们也可以通过重新定位而在推动可再生食物体系的建立中扮演重要的作用（见图 8）。在循环经济中，食物的健康不再仅仅从营养层面，也是从他们的生产的层面。这就意味着在设计之初，食物的原料（不论其来源是动物还是蔬菜）都应通过可再生的方式生产，并在可能的情况下，是本地的、应季的。政府和企业层面也应改变自己的营销战略，在大力推广这些美味、健康产品的同时，让人们明白，它们在日常生活中就唾手可得。

食物设计师可以开发和推广新型植物蛋白

食物设计师可以开发新型植物蛋白。在某些条件下，动物蛋白可以适用于可再生模式，如使用全局性管理、农业生态或林草复合的生产方法等（见专栏 3），然而，这些可再生方法并不能满足全球对动物蛋白日益攀升的需求。由于大多数动物蛋白的生产过程都对当今环境有负面影响，人们对减少肉类消费的必要性有普遍共识[85, 86, 87]为了促进这种转变，人们迫切需要提供植物蛋白作为一种美味的替代品。

食物设计和营销企业有能力利用新型蛋白质来源（如植物或昆虫）来创造和推广有吸引力的选择。例如，荷兰企业Vivera就在使用小麦和大豆生产肉末、牛排和烤肉串；英国企业Rude Health已经成功使用鹰嘴豆、扁豆和豌豆等高蛋白豆类制作备受欢迎的零食。种植此类豆类作物只需要很少的资源，它们可以间作或被用作覆盖作物，提供固氮和抑草等重要的生态系统服务。其他企业也在推出创新型新原料，如美国的Impossible Foods就在使用大豆化合物制作植物蛋白汉堡，其质地和味道与肉类汉堡十分相似。除了新的原料选择，人工智能算法和持续反馈过程等新兴技术也在为设计者提供必要工具，以对产品进行彻底的重新设计。NotCo公司（The Not Company）就利用人工智能平台创造了一种名为Not Mayo（非蛋黄酱）的食品，它尝起来像蛋黄酱，但使用的其实是植物原料，而非鸡蛋[88]。

营销活动可以推广以再生农业方式生产的原料制成的食物。无论是促销定价、产品摆放，还是菜单设置，食物品牌商、餐厅和其他供应商都可以利用多种营销手段推动人们大规模转向利用再生农业种植法生产的原料制成的食物产品。正如世界资源研究所（WRI）等组织所强调的那样，“大力推广植物性食物”[89]能够极大地克服动物养殖法所带来的挑战。

食物加工企业可以通过设计杜绝浪费并充分利用副产品

设计食物时可将下游价值纳入考量。当前，很多食物都含有无法再次利用的有害成分。比如，某些高浓度

85 Springmann等，*《将食物体系维持在环境影响限度内的可选方案》*（Options for keeping the food system within environmental limits），《自然》杂志（2018 年），https://www.nature.com/ articles/s41586-018-0594-0。

86 世界资源研究所，*《创造可持续的食物未来》*（Creating a Sustainable Food Future，2018 年）https://www.wri.org/our-work/project/world-resources-report/world-resources- report-creating-sustainable-food-future。

87 Willett，W.等，*《地球健康饮食指南》*（Food Planet Health）EAT-Lancet委员会（2019 年 1 月 16 日），https://eatforum.org/content/uploads/2019/01/EAT-Lancet_ Commission_Summary_Report.pdf。

88 Shieber，J.，*《NotCo公司的食物改革之路始于智利》*（The Not Company is looking to start a food revolution from Chile），TechCrunch（科技媒体）（2018 年）。

89 世界资源研究所，*《用 21 张图表说明到 2050 年如何以可持续的方式养活 100 亿人》*（2018 年 12 月 5 日），https://www.wri.org/blog/2018/12/how-sustainably-feed-10-billion-people-2050-21-charts。

添加剂就无法作为有机肥安全返回土壤。在食物循环经济中，任何可能存在安全隐患的原料都会在产品设计之初就被剔除。在生物经济中，食物生产和消费过程中产生的几乎所有食物副产品（从食物加工副产品流到人体排泄物）都应该可以安全地用作新产品的原料。通过生产和推广适合安全循环的食物，食物的设计和营销有助于实现“食”尽其用的目标。虽然开源数据集（如粮农组织的食物法典委员会）[90] 有助于制定国际食物安全标准，但进一步的科学研究可以帮助食物设计师获得必要的工具和信息，有效识别和使用有利于人类健康且可实现安全营养循环的原料。

设计师在创作美味的食谱时可以加入源自其他食物加工的副产品。通过纳入食物生产和消费过程中产生的副产品，食物品牌商和供应商可以做到“食”尽其用。这些在各种食物加工过程中产生的副产品可以作为原料投入到新产品的生产中。许多企业都在利用技术创新实现这一点。例如，Canvas就在使用来自AB InBev啤酒酿造的废麦糟制造高纤维益生元增效剂，而Renewal Mill则将杏仁奶和豆浆生产过程中的纤维副产品转化为无麸质面粉，用于各种食物的生产。食物设计师可以跟随企业的脚步，在创作食谱时，使用食物加工副产品替代“传统”原料，避免副产品中高价营养成分的流失。

图 8：食物的设计和营销方式能够影响我们的食物选择

食物设计师有能力确保他们所设计的食物、食谱和菜单均有益于人体和自然系统健康。相应的营销活动可以增强这些产品对受众的吸引力。

90 联合国粮食及农业组织，《食物法典》（Codex Alimentarius）http://www.fao.org/gsfaonline/index.html。

专栏 5：餐厅在城市食物循环体系中扮演怎样的角色？

众多可选的餐厅类别构成了城市居民生活的一大乐趣。在纽约和伦敦这样的大都市，人口与餐厅或咖啡厅的比例约为 30:1。这表明，餐厅的受欢迎程度一直在稳步上升。美国于 2015 年 5 月推出的一项调查显示，消费者在餐厅的消费首次超过了便利店。餐厅在食品行业消费中占比的稳步提升（目前已占 50%），这一趋势已在全球范围内显现。由此可见，餐厅和厨师可以极大地影响进入城市，被提供给居民的食物类型。

同时，餐厅也是浪费的主要来源。根据 2011 年的 WRAP 报告，在英国，餐厅每年都要产生约 100 万吨废弃物，其中有机废弃物约占 22%。这意味着餐饮业每年会有 6.3 亿英镑（约合 11 亿美元）的成本流失[91]。

大型连锁餐厅的厨师和菜单设计师是菜肴的关键决策者，他们在向食物循环经济的转型中扮演着关键作用。如果这些人可以设计和推广以再生农业实践的副产品为原料的食物，那么这些原料绝对能在他们的影响下得到更广泛的采用。SDG2 倡导中心提出的“厨师宣言”（Chef's Manifesto）等倡议就肯定了他们的重要作用。同样，Dan Barber 等厨师也宣称：“我们的目标是支持整个食物体系的持续改进，这也会带来更美味的食物。”

芬兰赫尔辛基的三家餐厅正试图打破食物行业一些根深蒂固的线性特征。为了让城市在食物生产中扮演更重要的作用，Restaurant Ultima 就在其餐饮大楼内开辟了创新种植系统（如水培、气培、昆虫养殖和藻类生产）实验室；Restaurant Nolla 则坚持不使用垃圾箱，以向现有废弃物管理惯例宣战。该餐厅会把厨余垃圾送往 Oklin 堆肥机，其中的有机废弃物被转化为土壤增强材料后会被交还给供应商，以便返回农场。除此之外，该餐厅的室内装饰品、陶器、玻璃器皿和餐巾等均采购于使用重复或循环利用材料的供应商；Restaurant Loop 将芬兰每年被丢弃 6.5 万吨可食用食物小部分转变为可口的膳食和食物。这些原料其实完全可以食用，且鲜美可口。但由于其外观有瑕疵，或标签有问题，它们无法进入供应链。

当被问及一个好的循环餐厅该是什么模样时，Carlos Henrique 毫不犹豫地回答：“一是食物要美味，二是能盈利，三是必须具备循环性。”

91 国际社会责任认证组织，*《餐厅：对废弃物采取行动》*（Restaurants：Taking Action on Waste）http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Restaurants.pdf。

7. 四所重点城市：食物循环经济效益调查

《城市与食物循环经济》报告与四个重点城市（比利时布鲁塞尔、加拿大圭尔夫、葡萄牙波尔图和巴西圣保罗）展开了合作，以期探索同一目标在不同环境下的潜在效益。在历时几个月的项目中，团队与当地食品企业展开了深入交流，分析了现有数据，并掌握了这四个城市独特的食物体系和城乡动态。这些城市的自然、人口、社会经济概况、治理情况、政策和周边地区都各不相同，因此，它们在落实食物循环经济的途中，采取的措施也相去甚远。本报告在这四所城市中各选取了一种情境，详细说明了该情境下可能产生的一系列健康、环境和经济效益。这些重点城市案例旨在展示循环经济目标的落实情况，供读者一瞥其效益能够带来的影响。世界各地的城市可以从这些案例中吸取经验教训，重新设计其城市食物体系，有效地发挥其力量，以循环经济原则为基础，向着全球可再生食物体系转变。

有关分析方法和数据来源的详细信息，请查看每个重点城市的完整示例（即将发布）。

比利时，
布鲁塞尔

加拿大，
圭尔夫

葡萄牙，
波尔图

巴西，
圣保罗

比利时，布鲁塞尔

支持本地采购以及可再生方式种植的食物

背景

布鲁塞尔位于欧洲中心，是一所人均收入高、交通便捷的城市，常住人口为 120 万。它是多个欧洲和国际机构所在地。布鲁塞尔首都大区由一个复杂、多层次的双语治理体系所管理，需要各方开展高水平的合作和有效的对话。

情境

假设布鲁塞尔有 30% 的食物都来自城市近郊，并用可再生种植法生产。

详述

在布鲁塞尔的城市近郊，大约有 50% 的土地专门用于农业种植。根据荷兰瓦赫宁根大学（Wageningen University）的研究，这片 1500 平方千米的区域可满足布鲁塞尔市民 90% 以上的食物需求，以及布鲁塞尔城市近郊居民共计 40% 的食物需求[92]。虽然当前并没有确切数据说明布鲁塞尔的食物有多少产于城市近郊，但有迹象表明，这个比例很小，即便是本地大批量生产的食物，流入市区的也很少。例如，尽管城市近郊苹果和梨的产量是布鲁塞尔消费量（每年 15 万吨）的十倍，但仍有 60% 的苹果和梨来自进口[93]。

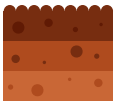
布鲁塞尔城市近郊的农业用地基本采用传统种植法（在比利时，只有 6% 的土地在使用有机种植法，而且基本集中在南部[94]；利用可再生种植法的不到 1%）[95]，而且严重依赖合成肥料的使用（比利时合成肥料的用量是世界平均水平的两倍）[96]。比利时的土壤目前面临较大风险，因为其农田中的全部土壤类型几乎都有土壤有机碳含量下降的情况[97]。

布鲁塞尔已经逐渐开始改善食物体系。过去十年间，人们对本地出产的新鲜农产品需求不断攀升，导致本地农场主到消费者的直销渠道销售额急剧增长（例如，2014 年至 2016 年间，尽管直销在全部农产品销售额中占比仍然很低，但整个直销收入增长了 76%）[98]。此外，布鲁塞尔市于 2015 年通过了《好食物战略》（Good Food Strategy）[99]，为 2020 年制定了雄心勃勃的目标，并做出了切合实际的承诺。其中一个目标是，到 2035 年，布鲁塞尔市民消费的新鲜水果和蔬菜中，将有 30% 来自城市和城市近郊。如果全部食物类型都能采取这项政策，并且确保可再生种植法的落实，将会产生以下效益[100]：

效益

更健康的市民：

由于农药使用减少，空气和水会更加洁净，微生物抗药性会下降，每年可节约 3100 万美元的医疗费用。



更健康的土壤：

用有机肥料取代合成肥料可改善土壤健康状况，避免土壤退化，每年可节约 1100 万美元。

缓解气候变化：

每年可避免 42000 吨的温室气体排放。

节约用水：

由于土壤更健康，保水能力更强，每年可节约 2100 多万立方米的用水，相当于该市居民饮用水消耗量的一半。

---

92 van Dijk，W. 等人，*《缩短磷在城市食物体系中的生命周期：阿梅尔城案例》*（Closing the life cycle of phosphorus in an urban food system：the case Almere），荷兰，2017，研究假设：全部食物类别（包括肉类和奶制品）在土地需求中的占比为 90%（动物饲料）；植物性产品只需要 300 平方千米（65% 谷物，15% 糖用甜菜、10% 水果、10% 马铃薯和蔬菜）；15% 的食物类别仍需进口（如咖啡、外国水果等）。

93 参见布鲁塞尔各重点城市报告的附录。

94 StatBel，Chiffres Clés de l'Agriculture（2018）。

95 《想象力》杂志，Agroecology in action（《农业生态学在行动》）（2018）。

96 在比利时为每公顷 280 千克。世界银行“肥料消耗量”（千克 / 每公顷耕地）（2018 年 11 月 20 日），https://data.worldbank.org/indicator/AG.CON.FERT.ZS。

97 Meersmans 等人，Spatial analysis of soil organic carbon evolution in Belgian croplands and grasslands（《比利时农田和草地土壤有机碳演变的空间分析，1960-2006》）（2010）。

98 CODUCO，Conclusions circuits courts（《巡回法院的裁决》）（2018）。

99 Bruxelles Environnement & Bruxelles Economie et Emploi，Stratégie Good Food – Vers un système alimentaire durable en région de Bruxelles-Capitale（2015）。

100 假设食物类别保持不变。

加拿大，圭尔夫

将废水处理产生的生物固体用于再生农业

背景

距安大略省多伦多市以西 100 千米的圭尔夫市，与其附近的惠灵顿县正在合作打造食物循环经济。圭尔夫现有人口 13.2 万，总数还在不断攀升。它是加拿大安大略省的一个高收入社区，拥有众多农业食品行业的生产厂商和机构。作为加拿大主要的农业食物中心、研究重镇，以及住宅有机废弃物回收方案的先行者，该地区优势明显，能够打造基于循环经济原则的区域食物体系。

情境

假设圭尔夫将废水处理产生的生物固体全部用于城市近郊的再生农业。

详述

圭尔夫位于惠灵顿县，拥有 2300 多座农场，并且支持所有农场利用将有机废弃物转化为优质有机肥和堆肥的方式推广可再生种植法。圭尔夫已经实施了稳健的家庭有机废弃物收集计划，并将在此基础上继续扩大。同时，该市还落实了一系列创新方案，旨在将额外的食物副产品（如不可食用的食物副产品和人体排泄物）转化为可改良土壤的产品。

废水处理设施产生的生物固体在再生农业的发展方面发挥着重要作用。2018 年底，圭尔夫与 Lystek Inc. 签署了一份合同，由该公司负责管理该市废水处理设施每年产生的 4500 吨生物固体，并将它们转化为商业可行的液态有机肥。根据合同，Lystek Inc 可以管理、销售并在废水处理设施的周边农场安全使用高营养有机肥料。据估计，圭尔夫的废水处理产生了相当大的效益。

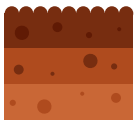
效益 [101]

新的商业模式和收入来源：

将废水处理设施产生的生物固体转化为优质液态有机肥，然后再供 Lytek Inc. 使用，可以提升这些生物固体的价值。由于公司在提供产品的同时还会提供相应的设备和服务，因此，当地农场主无须再像以前一样，面临新设备购置的挑战。

充分利用食物副产品：

每年回收的氮和磷价值约达 34000 美元，可用于有机肥的制造。



供农田使用的高营养有机肥：

足以满足该地区 1000 公顷农田的需求。

101　对 Lystek Inc. 的采访（通过电子邮件）（2018 年 8 月）。

葡萄牙，波尔图

各个城市为了“食”尽其用而展开合作

背景

波尔图是葡萄牙第二大城市。它位于沿海的北部大区，是一座国际化的中等收入城市，交通十分便捷。这座城市拥有 21.45 万多位居民，被 16 座其他自治市所环绕。它们拥有不同的行业类别，从工业和大学到农业应有尽有，具备发展食物循环经济的独特优势。该地区制定了循环经济路线图，拥有多种食物类型，并且拥有强大的创新实力。波尔图市目前正在实施多个与区域内食物和循环经济有关的行动计划，从城市菜园和绿色屋顶，到从源头分离有机物，以及为有需求的人们提供均衡饮食的餐厅，再到影响分量大小的行动计划应有尽有。

情境

假设波尔图能够减少一半的可食用食物浪费。

详述

波尔图市每年都会浪费掉一万四千吨左右的食物[102]，而且只有很小一部分废弃物得到了有效利用。不过，波尔图和周边的都会区（PMA）都在采取行动，旨在改善这种现象。Refood（重生食物）和 Fruta Feia（丑陋水果）合作社就是最好的例证。Refood 行动致力于对本该被送往垃圾填埋场的食物废弃物进行再次利用，而 Fruta Feia 则旨在通过有效的营销手段鼓励人们食用外形存在瑕疵的水果和蔬菜。目前，仅食物银行捐赠一项就占到了波尔图市可食用食物废弃物的 13%。防止食物浪费不仅能够帮助真正有需求的人，还能减少食物的生产量和浪费量，从而降低食物生产和废弃物处理所带来的不利影响。

整个波尔图都会区都有望进一步加强和扩大当前的食物废弃物防治计划。如果有一半的可食用食物废弃物能够得到有效利用，避免流入垃圾填埋场或焚化，那么每年可产生以下效益：

效益

健康的市民：

从节约的健康成本来看，食物生产和粮食浪费的减少能帮助波尔图都会区节约 1400 万美元，帮助波尔图市区节约 185 万美元。除此之外，防止粮食浪费还能应对饥荒问题。

成本节约：

粮食浪费的减少可为波尔图都会区节省 9200 万美元，为波尔图市节省 1130 万美元。

缓解气候变化：

分别减少了粮食生产和食品废弃物处理所带来的二氧化碳排放量 92600 吨（波尔图都会区）和 12200 吨（波尔图市）。

102 计算基于：Lipor（波尔图市废弃物管理委员会），《LIPOR 区域食物过剩（流失和浪费）示意图（2016）》（Mapping of the food surplus (loss and waste) in the LIPOR area）。

巴西，圣保罗

打造一个更有复原力和包容性的城市食物体系

背景

作为巴西最大的城市和主要的消费市场，圣保罗是位于圣保罗都会区（SPMR）正中心的一个蓬勃发展的大型枢纽。该市所在区域是一座经济重镇，其产值约占该国GDP的18%。经历了多年杂乱无章的人口扩张后，该地区面临着严重的不平等问题。食物体系日益被视作经济、社会以及环境发展的重要载体。珍贵的资产（如发达的美食业以及众多研究机构、大学和创新能力强大的企业）表明圣保罗拥有得天独厚的优势，可以在循环经济原则的基础上发展分布广泛且包容的区域食物体系。

情境

假设圣保罗在推动可再生种植法的同时，重新实现食物生产的本地化。

详述

圣保罗都会农业区已成为新鲜食物的重要生产区。若要满足这座城市对水果和蔬菜（尤其是绿叶蔬菜）的总需求，大约54%的现有城市近郊农田都必须投入使用。在圣保罗，重新实现食物生产的本地化可为其市民提供复原力更强的食物供给体系，增加市民对食物配送路线瘫痪等冲击性事件的承受力（如2018年的卡车司机罢工事件等）。本地化生产还将带来更易于接受的食物价格，也能为城市近郊的弱势群体提供重要的收入来源；更重要的是，它还能帮助城市近郊的居民重新融入城市的社会经济发展。这有助于推进圣保罗立志在2020年实现的两项目标：将其食物体系危险程度排名由中级降至低级，为贫困人口创造更多的工作岗位[103]。

当前，仍有大约40%的城市近郊农场主还在使用免耕法和轮作法[104]。不过，在市、州两级政府行动计划的助推下，圣保罗的农业生态运动带来的支持性机制和激励计划将积极帮助所有本地农场主采用可再生种植法。如果圣保罗市可以通过有利于本地和可再生种植法生产的采购准则，那么仅公共采购一项即可消化掉71500公顷的可再生农田（相当于73%的城市近郊农田）所生产的粮食总量[105]。此外，企业也能在推动需求上发挥重要作用。

如果圣保罗都会区的全部农田都采用可再生种植法，每年可产生以下效益。

效益

健康的市民：

由于农药使用减少，空气污染将得到改善，每年可节省6700万美元的医疗费用。

避免土壤退化：

使价值2500万美元的土壤免遭传统农业带来的退化厄运。同时，还可避免杂乱无章的住房建设对自然环境的威胁。

缓解气候变化：

可以避免92000吨温室气体的排放，为社会创造约1000万美元的价值。

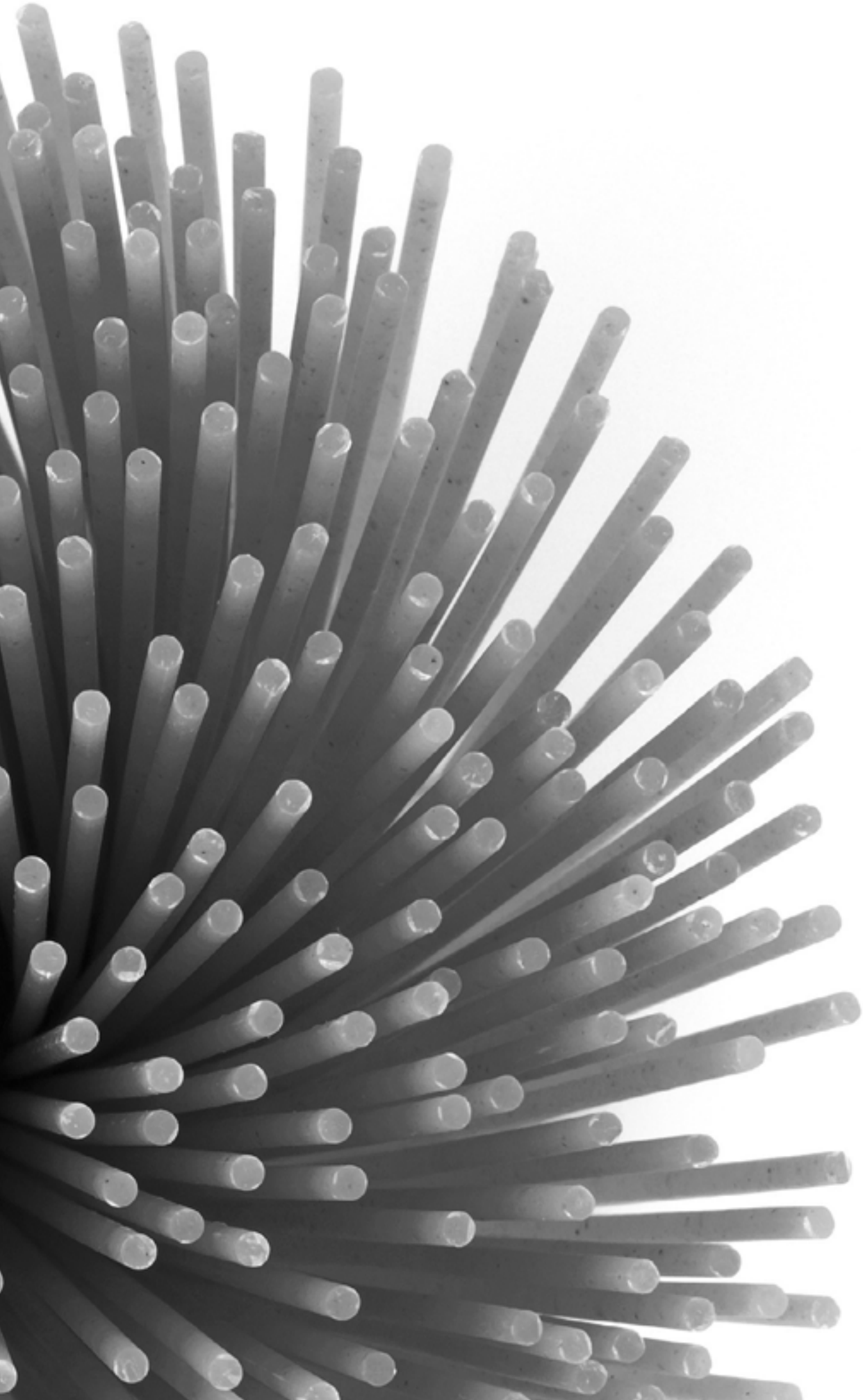
节约用水：

节约4600万立方米的淡水，减轻已受城市扩张威胁的本地水资源压力。

农作物和收入来源更加多元化：

农场主可以种植更多种类的农作物来满足圣保罗对美食的需求，与此同时，改善生物多样性，并为农场主带来更多元的收入来源。

103 Prefeitura de São Paulo，Plano de Metas 2017–2020（2018），http://programademetas.prefeitura.sp.gov.br/。
104 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística，Censo Agro 2017（初步结果）（2018），https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/。
105 计算基于：Prefeitura de São Paulo，Portal de Transparência（2018），http://transparencia.prefeitura.sp.gov.br。



8. 城市食物循环模式的效益

实现了本报告提出的三大宏伟目标后，城市将在 2050 年产生等同于 2.7 万亿美元的年度效益[106]。环境方面，每年将减少相当于 43 亿吨二氧化碳的温室气体排放，并避免 1500 万公顷耕地的退化；健康方面，将因为农药和抗生素使用的减少而节省 5500 亿美元的健康成本。城市还可以通过减少可食用食物的浪费、循环利用食物副产品来生产有机材料等方法，创造价值超过 7000 亿美元的经济机会。除了上述可以量化的效益外，更清洁的空气和水、更健康的食物选择等一系列深层次的系统效益将直接改善城市人口生活。

2.7 万亿美元的经济、健康和环境效益

实现食物循环经济的愿景将带来经济、社会和环境效益。

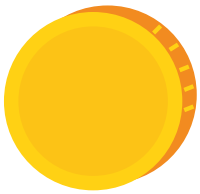
在本报告中，我们只量化了以下两个目标将给城市带来的效益：

（1）采购以再生农业方式种植的食物，并在可能的情况下采购本地生产的食物。

（2）“食”尽其用。

上述两个目标若能同时实现，城市将在 2050 年产生等同于 2.7 万亿美元的效益[107]。除此之外，通过设计、推广和销售更健康的食物，城市可能会产生更多的收入和公共健康效益。除了已经建模和量化的具体效益外，预期愿景还将大力促进诸多可持续发展目标的实现、在城市创造更好的生活条件、改善农业社区的生物多样性和韧性、增强粮食安全，并创造更多有利条件帮助居民选用健康食物。

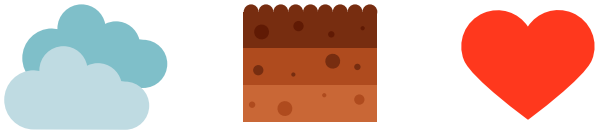
城市循环经济中对废弃物的价值回收将带来巨大的经济机会，预计每年约为 7000 亿美元（到 2050 年将产生 2.7 万亿美元的年度效益）。经济机会包括有机材料的利用，以及价值 260 亿美元[108]的氮和磷的捕捉。当然，通过设计杜绝浪费才是产生大量经济机会的主要推手，因为它能确保过剩的可食用食物及其代表的重要市场价值不会流失。通过再次利用可食用食物，城市既能避免有价值的食物流向垃圾场，又能解决粮食安全问题。到 2050 年，再次利用这些原本会被浪费掉的过剩食物，理论上可以养活全世界正在挨饿的 10 亿人口[109]。



环境改善预计将贡献一半的年度效益。主要的环境效益包括避免温室气体排放和土壤退化。到 2050 年，成功转型为食物循环经济的城市每年将减少相当于 43 亿吨二氧化碳的温室气体排放[110]，等于永久性地让全球约 10 亿辆汽车全部不再上路。同时，还能避免 1500 万公顷耕地的退化[111,112]。除此之外，城市每年可节约的淡水资源足以灌满世界最大的水电站——三峡水电站 12 次[113]。

106 《城市与食物循环经济分析》——详情见技术附录。
107 同上。
108 同上。
109 《城市与食物循环经济分析》——详情见技术附录；联合国，*《可持续发展目标：目标 2：零饥饿》*，https://www.un.org/sustainabledevelopment/hunger/。
110 *《用 21 张图表说明到 2050 年如何以可持续的方式养活 100 亿人》*一文对世界资源研究所估计的将全球增温控制在 2°C以内（防止最严重气候影响必须达到的水平）所需要的 110 亿吨温室气体减排差距作出了重大贡献。世界资源研究所（2018 年 12 月 5 日），https://www.wri.org/blog/2018/12/how-sustainably-feed-10-billion-people-2050-21-charts。
111 《城市与食物循环经济分析》——详情见技术附录；Statista（统计网站），*《2006—2015 年全球在用乘用车和商用车数量》*（2018 年）https://www.statista.com/statistics/281134/number-of-vehicles-in-use-worldwide/; EPA，Greenhouse gas emissions from a typical passenger vehicle（2018），https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=P100U8YT.pdf。
112 《城市与食物循环经济分析》——详情见技术附录。
113 《城市与食物循环经济分析》——详情见技术附录；三峡水电站总库容为 393 亿立方米。粮农组织全球水资源信息系统，*《中国水资源》*（2018 年 11 月 10 日），http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/Profile_ segments/CHN-WR_eng.stm。

健康方面的效益预计将占全部效益的三分之一，而其中占比最大的将是由于减少农药接触而带来的效益。预计到 2050 年，农药使用的减少将节省 5500 亿美元的健康成本[114]。另一项可观的潜在健康效益是抗菌素耐药性问题的好转。许多科学家都将抗菌素耐药性视为一项迫在眉睫的公共健康威胁。若能在牲畜和鱼类养殖上应用可再生实践，并改善废水处理系统，那么到 2050 年将可减轻耐药性可能对数百万人构成的生命威胁。同时，水污染、空气污染和食源性疾病的减少也会带来积极的健康效益。据估计，到 2050 年，城市食物循环经济每年可以拯救 29 万人的生命，使他们免因室外空气污染而丧生[115]。



城市内外均可实现韧性和生物多样性提升等效益

实现食物循环经济后，除了价值 2.7 万亿美元的可量化预期效益外，城市还会见证更广泛的积极影响。.通过采购再生农业种植的食物，并在可能的情况下采购本地生产的食物，供应商（本地和全球）的选择和土壤条件都会得到改善，城市食物供应体系的韧性也会因此增强。这种采购模式还将以择优而选的方式支持作物的多元化。通过重建人们与食物体系的联系，城市居民可能会出于对食物的重视而养成更健康的日常饮食习惯，并减少食物浪费。最后，再生农业和本地采购还可以通过缩短配送供应链改善食物味道[116]、贮藏寿命和微量元素含量并减少过度包装。那些不使用合成肥料、以最佳的管理方式给田地施肥、改善土壤健康的农场可以通过减少养分流失和逆转土地退化的方式避免形成海洋死亡区和对大自然的侵蚀。

采取了一系列行动解决食物体系中的挑战后，城市将变得更加适宜居住。例如，落实循环食物体系的城市将拥有更清洁的街道、更好的空气和水，更少的食源性疾病，以及更多利用有机物质推动生物经济发展的机会。通过与食物体系重建联系，包括将菜园融入城市景观，城市将变得更加适宜居住。

致力于守护地球生态红线，实现联合国可持续发展目标

纵观全球，其实有很多方法都能对诸多“地球生态红线”产生积极影响。“地球生态红线”是斯德哥尔摩韧性中心（Stockholm Resilience Centre）开发出的一套框架，描述了受近来人类工业活动“大加速”所威胁的九大关键地球支持系统。磷和氮的流失及遗传多样性的丧失是当前受侵犯最严重的的两条红线，但是再生农业和更好的城市营养元素循环可对两者产生积极影响[117]。

可持续发展目标（SDGs）是“应对我们所面临的贫困、不平等、气候、环境退化、繁荣，以及和平与正

114 《城市与食物循环经济分析》——详情见技术附录。
115 同上。
116 Barber,D.,《*第三餐盘*》（2014 年）第 93-99 页。
117 利兹大学，《*在地球生态红线范围内实现全人类美好生活*》（A good life for all within planetary boundaries，2018）https://goodlife.leeds.ac.uk/countries/。

义等全球挑战”的普世蓝图[118]。这 17 个目标各不相同，但相互依存。比如，消除贫困和饥饿就与解决健康、教育和性别平等这些问题的目标息息相关。

在 2016 年的斯德哥尔摩食物论坛（EAT Forum）上，Johan Rockström 和 Pavan Sukhdev 展示了食物与所有可持续发展目标之间的相关性，并创造了一种以食物为核心的结构图（见图 9）[119]。实现《城市与食物循环经济》报告中提出的积极愿景，也许能成为迈向城市食物循环系统的关键性和变革性举措。食物循环体系不仅能够解决全球食物体系面对的挑战，还能解决更广泛的全球发展问题。

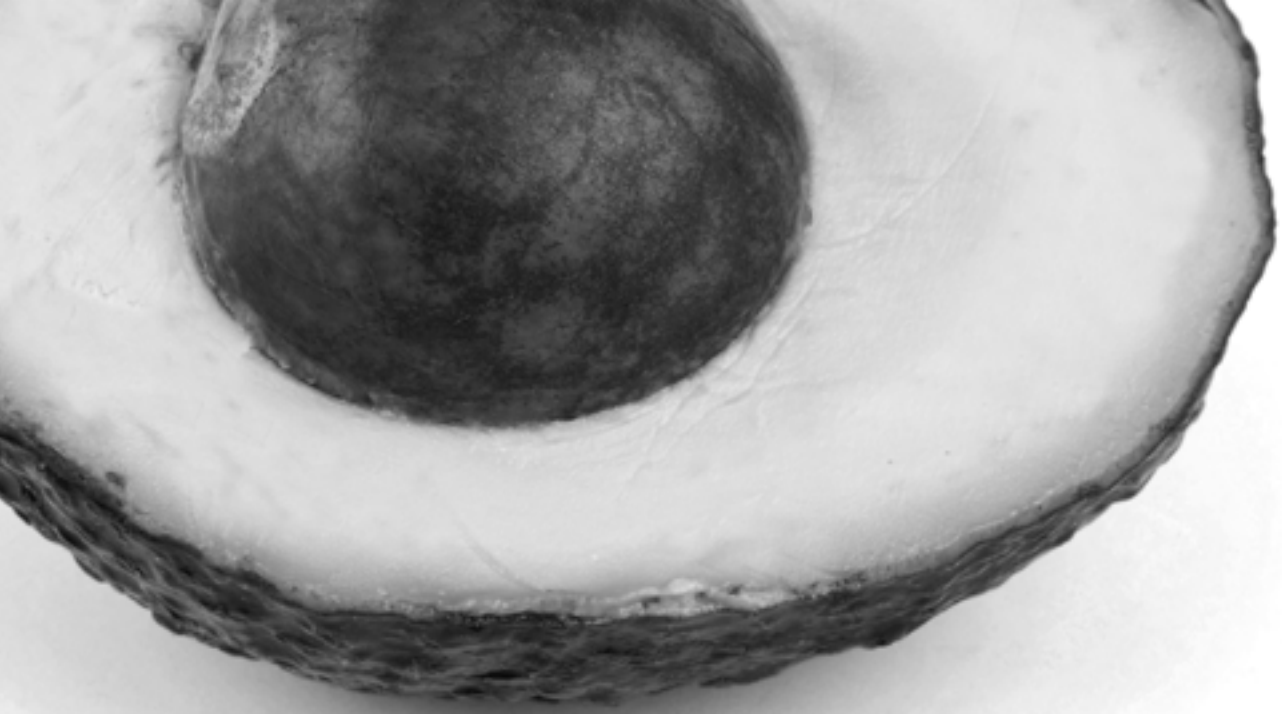
图 9：改善食物体系有助于实现所有可持续发展目标

我们不难从聚焦食物的可持续发展目标结构图中看出，只有满足了基本的社会需求，才能实现高生产力经济体系的繁荣发展。而要满足基本的社会需求，又必须拥有健康的生物圈。

资料来源：斯德哥尔摩韧性中心（2016 年）。

118 联合国，*《可持续发展目标》*（Sustainable Development Goals，2015 年）https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/。

119 Rockström，J.，Sukhdev，P.，食物论坛（2016 年）https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-how-food-connects-all-the-sdgs.html。



9. 实现大规模转型需要新方法

若想实现本报告中提出的愿景，食品行业的品牌商、生产商、零售商，以及城市政府、废弃物管理机构和其他城市食物参与者之间就需要展开前所未有的合作。跨国企业和协作性平台应善用其全球层面的影响力，将世界主要城市中的旗舰示范项目连接起来，并在全球推广。为了打造有利于系统性转变的条件，还需要支持性政策框架、创新、金融工具和沟通机制吸引更广泛的公众参与。

唯有全球范围内的系统性变革才能确保愿景的完全实现

地方性的工作在变革的推动上确实至关重要，但全球层面的系统性变革也不可或缺，这样才能确保充分把握机遇。

过去十年中，很多城市都启动了实现食物循环经济愿景的多项工作，包括制定更多的市级食物政策和社区堆肥计划等。毫无疑问，这些努力至关重要，如果顺利实施，确实可以影响当地的食物流动。然而，想要大规模实现愿景，这些本地工作就必须与全球层面的系统性变革相结合。全球层面的公私协作更加符合此挑战和机遇的规模。

作为克服复杂系统性挑战的必要方法，系统层面的变革近年来受到越来越多的关注。不过，这仍是一门新兴科学，相关的案例研究较少，能够促进产业转型的支持性工具也有限。即便拥有相关工具的支持，要想改变一个复杂的系统也十分困难，远不是静态、恒定不变的计划和执行所能实现的。采用设计性思维，让整个体系内各方的参与者齐聚一堂，针对有效的方法进行协作、设计原型、加以学习、进行改进和扩展是必经之路。

基于艾伦 · 麦克阿瑟基金会之前就系统层面变革所作的理论和实践研究，以及该基金会与企业和政府在循环经济过渡（包括新塑料经济）上的合作经验，我们总结并列举出了一些关键特征，能在全球各大城市推动食物循环经济建设。当然，本报告编制过程中进行的研究分析和利益相关者访谈也对这些关键特征的识别贡献良多。

愿景的实现需要食物品牌商、零售商、城市政府、废弃物管理机构和其他城市食物参与者之间展开前所未有的合作。很明显，只有邀请公共部门和私营部门的共同参与，才能帮助改变这一复杂的体系。推动食物体系向着可再生方向转变的必备因素有：

- **证明愿景的可实现性。**旗舰城市的试点项目可以向公众展示，公私合作确实能在多个方面推动变革。这些示范项目可在市政当局、地方和全球食物企业，以及废弃物收集机构之间建立新的合作方式，大幅提高公众对食物体系和诸多问题的认识，并展示食物循环经济拥有的潜力。旗舰城市的目标是鼓励其他各方与城市网络展开密切合作，向公众广泛宣传从示范项目中获得的知识，并让足迹遍及全球的食物公司在其他地区也能落实循环举措。

- **打造全球跨国食物公司的联盟**（如超市、食物品牌商和酒店等参与者），以支持食物循环模式的发展，并在旗舰城市本地和全球范围内参与特定项目，扩大循环举措的规模。

- **讲述有关早期创新者和成功案例的故事，**以激励市政当局、企业和人们实现愿景。除了讲述故事之外，城市还需要与关键利益相关者展开沟通，让他们齐聚一堂，在关键定义上达成共识，比如弄清楚什么是“再生农业”。

- **创造支持性赋能条件，**包括制定一系列不以牺牲健康、卫生和安全为前提的政策，支持循环模式的发展。创新和新技术可以创造必要的条件，推动食物体系向着可再生模式转变。新型金融工具也可以发挥积极作用，降低向再生农业过渡的风险，并奖励那些对环境和社会做出积极贡献的农民。由肯尼亚的大自然保护协会（The Nature Conservancy）设立的塔纳河上游水基金（The Upper Tana River Water Fund）就是一个很好的例子。该基金由下游用水户注资，为超过两万名农民提供农业生产方式相关的教育和支持，帮助他们提高产量和收益来源，同时降低内罗毕水电基础设施的年度维护成本[120]。

120 大自然保护协会，*《塔纳河上游—内罗毕水基金》*（2018 年）https://www.nature.org/en-us/about-us/where-we-work/africa/stories-in-africa/nairobi-water-fund/。

三大宏伟目标的实现需要所有利益相关者展开协作

这三大宏伟目标相辅相成，需要“三”管齐下。设计和推广更多使用本地应季原料制作的食品，可以增加城市与农民之间的联系，也有助于推动向可再生实践的过渡。增加本地原料的用量可以提高食物的可追溯性，使其更加安全。如果市民发现，利用食物副产品制作的堆肥和肥料十分受城市周边农民的欢迎，那他们推动城市收集和利用食物副产品及其他有机物质的积极性也将大大提升。作为创新和互联互通的中心，城市是成功连接食物价值链所有要素的理想选择。

各大组织可为食物体系的转型做出独特的贡献（见图 10）。从生产到后消费，价值链的每一步都可以在食物体系变革中发挥作用。食物生产商至关重要，因为他们必须确保在价值链伊始就严格遵守循环经济原则。食物品牌商可以利用加工减少食物浪费，与此同时，确保自己采购的都是可再生种植的原料。零售商在决定城市，特别是发达市场中供应的食物种类方面发挥着关键作用（参见“四所重点城市：食物循环经济效益调查”部分）。食物零售商在采购、店内产品摆放和营销环节，都能促进城市居民食用可再生种植的食物，以及在可能的情况下食用本地生产的食物。同样，由于市政当局要为学校和医院等公共机构提供服务，它们在购买食物时也应根据循环原则采购。最后，废弃物管理机构和市政当局也应善用资源，收集有机废弃物并实现其价值。

利益相关者的相互合作可以真正推动变革。全球食物体系挑战的广度和深度有时令人望而生畏。毕竟，它被称为“所有系统性问题的始作俑者”[121]。本报告力求证明，城市企业和政府应把握住巨大的机遇，从长远的角度看待食物的未来，并推动食物体系的根本性转变。本报告虽然没有描绘详细的发展蓝图，但它确实提出了三大宏伟目标，基于此，城市可真正开始向循环经济的转变：采购以再生农业方式种植的食物，在可能的情况下，最好采购本地生产的食物；“食”尽其用；设计和销售更健康的食物。

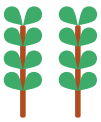
并没有什么灵丹妙药能够修复我们千疮百孔的食物体系。与所有复杂的情形类似，在展开行动前，各方必须意识到这三大宏伟目标既相互独立又相辅相成。与此同时，其他利益相关者也要出台补充性措施，向着循环经济模式携手共进。

若能实现上述目标，报告中提出的循环经济愿景将为城市经济、人类健康和环境带来巨大效益，并有助于实现多个可持续发展目标。对世界各地的城市食品生产加工企业而言，最需要思考的问题就是：如何抓住机遇，向着“打造健康且可再生的食物经济”这一共同愿景出发，并**在此过程中兼顾规模与速度。**

121 Hassan，Z.，*《全球食物体系——食物逻辑冲突概览》*（2015 年）。

图 10：所有利益相关者均可在城市食物循环经济的建设中发挥作用

若想实现这三大宏伟目标，所有主要城市食物体系参与者必须相互协作，携手共进。下表列举了食物体系中的利益相关者可以采取的部分行动。

参与者	可采取的行动
 食物生产商	• 使用现有工具和技术，以再生农业的方式生产食物，并衡量其影响 • （城郊农民）与当地消费市场建立联系，使用由城市食物副产品制成的有机肥料 • 善用鼓励再生农业实践落实的教育和资助计划
食物品牌商	• 重新设计符合以下条件的食物产品 • 使用创新植物蛋白代替动物蛋白 • 以食物加工副产品为原料 • 可安全循环 • 利用营销手段提高循环产品的知名度
零售商、商品/食物采购商和贸易商	• 优先采购以再生农业方式种植的食物，并在可能的情况下采购本地生产的食物 • 优先销售和推广以再生农业方式种植的食物并进行定价 • 通过改善物流体系、匹配食物需求、再分配、使用“卖相不佳”的食物为原料等方法预防可食用食物的浪费

餐厅和其他食物供应商	• 重新设计食物，使之符合以下条件
	  • 以食物副产品为原料
	  • 用创新植物蛋白代替动物蛋白
	  • 食物副产品可安全循环
	• 生产以本地种植的粮食为原料的应季食物
	• 将生产过程中的副产品作为新产品原料使用

废弃物管理企业	• 打造先进的有机废弃物收集和处理系统 • 从城市食品废弃物中提取营养供城郊农民种植使用 • 与公私部门的参与者合作，开发以食物副产品为原料的生物经济产品 • 利用废水处理系统充分回收城市人体排泄物中的营养成分
城市政府	• 与区域/国家政府合作，推行为农民提供教育和财政支持的计划，以引入可再生实践工作 • 制定公共采购政策，采购以再生农业种植的食物，在可能的情况下，最好采购本地生产的食物 • 建设基础设施、制定相关政策，为独立的有机废弃物收集和废水处理系统提供支持 • 推进基础设施建设，实现本地食物采购，确保有机肥料能够返回城郊农场重建土壤肥力 • 制定政策和资助计划为食物企业提供激励措施，鼓励它们遵守循环经济原则
教育机构	• 将食物视为循环经济事业的重要组成部分 • 推动深化建设循环食物体系所需的研究工作 • 与当地组织和政府合作，建设创新中心，协助出台解决方案，克服实现愿景所面临的挑战 • 在校园中切实抓好三大宏伟目标的实施工作
金融机构	• 提供金融工具以降低风险，并鼓励从传统食物生产向可再生食物生产的过渡 • 引导资本流向企业，引领向食物循环经济的转变

关于此报告

《城市与食物循环经济》(2019 年) 旨在激发各界更深入地探讨在创建食物循环经济的过程中，城市、企业和政府分别可以发挥的作用，毕竟，城市只是推动变化的关键驱动因素之一。本报告倡导循环经济是能够支持整个食物体系向着更健康和更可再生的方向发展的方法之一。

在本报告的撰写过程中，项目组参考了 200 多篇 (本) 文章、出版物和报告中的信息，并向 100 多名专家进行了咨询。当然，科学研究对食物供应体系循环经济认识仍在不断发展，本报告中也还是存在值得商榷的地方。

虽然本报告中列出的大多数趋势和案例都与经合组织国家相关，但支持食物循环经济愿景发展的广泛原则却适用于全球，不论工业还是小农食物体系都与之息息相关。

本报告并未试图就饮食或食物消费方面提供建议，尽管它确实强调了食物品牌商、制造商和供应商在提供具有积极环境影响的健康食物方面所起的作用。

免责声明

本报告由艾伦 · 麦克阿瑟基金会下属团队编制，由 SYSTEMIQ 提供分析支持。艾伦 · 麦克阿瑟基金会未在报告中对任何特定企业、投资基金或其他组织的投资可取性作任何陈述，也不提供任何保证。虽然报告中列举的数据和信息已在撰写过程中进行反复分析确认，并被视作可靠，但基金会或其任何雇员或任命人员均不对由于本报告包含的信息或是完整报告带来的任何性质的索赔或损失负责，包括但不限于利润损失、惩罚性损害或间接损失。

艾伦 · 麦克阿瑟基金会感谢下述组织 (见下页) 极富价值的贡献。对本报告或其内容的贡献不等同于贡献者与艾伦 · 麦克阿瑟基金会之间存在任何形式的伙伴关系或代理关系，也不等同于本基金会对其结论或建议的背书。

© 艾伦 · 麦克阿瑟基金会 2019

可登录以下网址查阅完整英文报告 :
http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications

如需引用报告，请注明来源 :
艾伦 · 麦克阿瑟基金会，《城市与食物循环经济》(2019 年)

致谢

我们对报告编撰过程中获得的支持深表感谢。尤其要感谢我们的咨询委员会和参与机构的积极配合，以及众多领先学术机构、行业协会、非政府组织和政府机构专家提供的宝贵意见。

主要合作伙伴

INTESA SANPAOLO

INTESA SANPAOLO INNOVATION CENTER

核心合作伙伴

DANONE

SITRA

SUEZ

Tetra Pak

VEOLIA

公益合作伙伴

CALOUSTE GULBENKIAN FOUNDATION

Supported by players of PEOPLE'S POSTCODE LOTTERY

Awarded funds from POSTCODE GREEN TRUST

PORTICUS

知识合作伙伴

SYSTEMIQ

核心项目团队

艾伦 · 麦克阿瑟基金会

Andrew Morlet, 首席执行官
Rob Opsomer, 系统性倡议主管
Clementine Schouteden, 项目主管兼第一作者
Emma Chow, 项目经理
Nick Jeffries, 案例研究项目经理
Luisa Santiago, 巴西区负责人
Del Hudson, 北美区负责人
Aurélien Susnjara, 研究分析员
Camille Gillet, 研究分析员
Marco Meloni, 研究分析员
Victoria Almeida, 巴西区项目专员

SYSTEMIQ

Martin Stuchtey, 董事合伙人
Jaap Strengers, 高级经理
Lauren Boutillier, 经理
Tilmann Vahle, 经理
Florian Fesch, 实习生
Lisa Griebel, 实习生
Mayra Buschle, 在校实习生

其他贡献者

艾伦·麦克阿瑟基金会

Ian Banks, 总编辑

Joe Iles, 编辑

Jocelyn Bleriot, 执行官；国际机构和政府负责人

Clementine d'Oiron, 外联经理

Sarah Churchill-Slough, 设计和品牌经理

Ross Findon, 系统性倡议媒体和社交媒体经理

Katie Schuster, 系统性倡议传播推广项目专员

Alix Bluhm, 系统性倡议传播推广经理

Sebastian Egerton-Read, 社交媒体经理

Vicky Deegan, 数字项目经理

CONKER HOUSE PUBLISHING 出版社

Jo de Vries, 编辑

Emma Parkin, 编辑

咨询委员会

卡洛斯提·古尔班基安基金会
Catarina Grilo, 可持续发展计划经理

Luis Lobo Xavier, 可持续发展计划主任

达能
Merijn Dols, 业务流程、开放创新和周期资深总监

意大利联合圣保罗银行和意大利联合圣保罗银行创新中心
Massimiano Tellini, 循环经济全球负责人

Luigi Riccardo, 循环经济创新专家

人民邮政彩票
Will Humpington, 气候变化和环境和环境规划顾问

PORTICUS
Federico Bellone, 拉丁美洲区域总监

苏伊士
Henry Saint-Bris, 资深顾问

利乐
Mario Abreu, 可持续发展副总裁

Sabine von Wirén-Lehr, 公共事务主任

芬兰创新基金会
Hanna Mattila, 循环经济专家

VEOLIA
Gary Crawford, 国际事务副总裁

主流项目委员会

AVERDA
Malek Sukkar, 首席执行官

帝斯曼
Feike Sijbesma, 首席执行官

飞利浦
Frans van Houten, 首席执行官

苏伊士
Jean-Louis Chaussade, 首席执行官

威立雅环境
Antoine Frérot, 首席执行官

世界经济论坛

Sean de Cleene, 食物体系倡议负责人

Antonia Gawel, 循环经济倡议负责人

专家

Alexi Ernstoff, Quantis 国际可持续咨询顾问兼全球科学领导

Alice Holden, 达格南农场种植区种植负责人

Andrew Merritt,Something & Son 公司总监

Andrew Stephen, 可持续餐饮协会首席执行官

Brandi DeCarli, Farm from a Box 公司创始合伙人

Calla Rose Ostrander, Phoenix Rising Resources，LLC 气候和食物体系战略顾问

Chris Thornton, 欧洲可持续磷平台秘书

Christian Schader, 有机农业研究所（FiBL）可持续评估主任

Evan Fraser, 圭尔夫大学 Arrell 食物研究所主任，加拿大首席科学家

来自 GAIN 的专家

来自全球焚化炉替代方案联盟（GAIA）的专家

Gauthier Boels, 雅苒国际公司循环经济资深创新经理

Hunter Lovins, 自然资本主义解决方案（Natural Capitalism Solutions）主席；Bard MBA 可持续管理教授

René van Veenhuizen, RUAF 基金会高级项目官员

Jean de Barrau, 达能北美公司再生农业主任

Jim Harris, Cranfield 土壤和农业食物研究所环境技术教授

Jun Axup, IndieBio 科学主任兼合作伙伴

Kevin Bayuk, Drawdown 项目资深研究员

Marco Ricci, 意大利堆肥和沼气协会（CIC）以及欧洲堆肥网（ECN）

Marine Legrand, 法国国立路桥大学 实验室水环境城市系统 OCAPI 计划研究和网络动画

Mark C.M. van Loosdrecht, 代尔夫特理工大学环境生物技术讲座教授

Michael Doane, 大自然保护协会农业和食物体系常务董事

Miriam Otoo, 国际水管理研究所高级经济学家兼资源恢复和重复利用研究组长

Patricia Minaya, 德国汉堡环境研究所营养恢复过程项目经理

Patrick Holden, 英国可持续食物信托基金会（Sustainable Food Trust）首席执行官

Pay Drechsel, 国际水管理研究所“城乡联系”战略项目负责人

Philippe Ciais, LSCE 研究员

Ruerd Ruben, 瓦格宁根大学及研究中心教授

Susanna Gionfra, 欧洲环境政策研究中心自然资源和循环经济政策分析员

Tim Benton, 利兹大学战略研究院院长及查塔姆研究所杰出访问学者

Weber Amaral, 圣保罗大学 Luiz de Queiroz 农业学院教授

参与组织

ACR+（城市与地区可持续资源管理协会）
Jean-Benoit Bel, 高级项目经理

Philippe Micheaux Naudet, 高级项目经理

AGRIPROTEIN
David Drew, 执行董事

BARILLA 食物与营养中心
Marta Antonelli, 研究项目经理

BIOPOLUS
Erzsébet Poór-Pócsi, 高级循环经济专家

BITS X BITES
Matilda Ho, 创始人兼常务董事

BRIGHTLANDS CAMPUS GREENPORT VENLO
Maikel Borm, 业务开发员

C40 城市气候领导联盟
Zachary Tofias, 食物、水和废弃物项目主任

米兰市
Andrea Magarini, 食物政策协调员

ECOLITERACY 中心
Leyla Marandi, California Thursdays Network 协调员

多伦多市
Annette Synowiec, 研究创新和循环经济组织代理经理

EAT
Sudhvir Singh, 政策主任

FEC ENERGY
Edward Hardy, 高级工程师

从废弃物到美味食物协会（FROM WASTE TO TASTE – ASSOCIATION）
Satu Vainio, 执行董事

全周期生物塑料（FULL CYCLE BIOPLASTICS）
Andrew Falcon, 首席执行官

HERA 集团
Filippo Bocchi, CSR 董事

IDEO
Chris Grantham, 循环经济执行董事

Holly Bybee, 董事

Lauren Yarmuth, 董事

欧洲环境政策研究中心
Susanna Gionfra, 政策分析员

KRIKET
Michiel Van Meervenne, 创始人

LEANPATH INC
Andrew Shakman, 联合创始人兼首席执行官

枫叶食品有限公司
Tim Faveri, 可持续与共享价值副总裁

俄勒冈州环境质量部
David Allaway, 高级政策分析员

芝加哥植物园（PLANT CHICAGO）
Jonathan Pereira, 执行董事

RENEWAL MILL
Claire Schlemme, 首席执行官

REPLATE
Maen Mahfoud, 首席执行官

RESTAURANT NOLLA
Carlos Henrique, 共同所有人

旧金山环境部
Jack Macy, 零废弃物高级协调员

SDG2 倡导中心
Paul Newnham, 主任

ULTIMA HELSINKI
Henri Alen, 创始人

VCS 丹麦
Mads Leth, 首席执行官

YEAST
Federico Duarte, 创始人

废弃物转化推动者（THE WASTE TRANSFORMERS）
Coen Bakker, 市场营销经理

TINY LEAF RESTAURANT AND SATIVA RESTAURANT
Justin Horne, 生态厨师/董事

林肯大学
David May, 高级项目经理

VERT D'IRIS INTERNATIONAL
Frédéric Morand, 创始经理

WBCSD
David Bennell, 食物、土地和供水经理

WINNOW
Marc Zornes, 首席执行官

重点城市

比利时布鲁塞尔

布鲁塞尔环境部
Joséphine Henrion, 食物和消费服务经理

CIRCLEMADE.BRUSSELS BY HUB.BRUSSELS
Anthony Naralingom, 循环经济集群协调员

佛兰德斯短链支持
Clara Moeremans, Steunpunt Korte Keten 顾问

布鲁塞尔自由大学（IGEAT）
Simon De Muynck, 研究行动协调员

布鲁塞尔自由大学（LA CAMBRE-HORTA）
Stephan Kampelmann, 循环经济和城市代谢主席

加拿大圭尔夫

ARRELL 食物研究所
Evan D.G. Fraser, 圭尔夫大学 Arrell 食物研究所主任，加拿大首席科学家

安大略省粮民组织
Crosby Devitt, 战略发展副总裁

LYSTEK INTERNATIONAL INC
Kevin Litwiller, 市场营销和传播推广董事

Mike Dougherty, 产品管理董事

LOBLAW COMPANIES LTD
Jennifer Lambert, 可持续发展高级经理

MICHAEL KEEGAN AND ASSOCIATES,
Michael Keegan, 主席

安大略省农业食物技术公司
Tyler Whale, 主席

葡萄牙波尔图

ALIADOS – 挑战咨询
Vasco Sousa, 联合创始人兼管理合伙人

FÓRUM OCEANO – 海洋经济协会
Carla Domingues, 项目官员

LIPOR - 葡萄牙大波尔图的城际废弃物管理局
Susana Lopes, 环境工程师、高级技术人员

波尔图市政府环境规划和管理部门
Sara Velho, 高级技术人员

Nuno Morais, 高级技术人员

Pedro Pombeiro, 部门主任

SONAE MC
Pedro Lago, 可持续发展与循环经济董事

巴西圣保罗

AB INBEV (AMBEV BREWERY)
Filipe Barolo, 环境可持续发展经理

Richard Lee, 企业可持续发展经理

ABRELPE
Carlos R.V. Silva Filho, 执行董事

BASF 南美洲
Emiliano Graziano, 企业可持续发展经理

CARREFOUR BRASIL
Felipe Luiz Alves, 可持续发展专家

CEAGESP – 圣保罗通用仓储公司
Flávio Godas, 经济学家

CETESB – 圣保罗环境机部
Flávio de Miranda Ribeiro, 固体废弃物和资源效率公共政策部门经理

可口可乐巴西公司
Andréa Valle Mota, 可持续发展董事

IMPACTO ENERGIA
Danilo Trevisan, 发展与技术董事

INSTITUTO ARQFUTURO
Beatriz Vanzolini Moretti, 项目开发经理

MORADA DA FLORESTA
Victor Hugo Argentino de Morais Vieira, 项目协调员

保利斯塔州立大学“JULIO DE MESQUITA FILHO”/ BAURU工程学院
Gustavo Henrique Ribeiro da Silva, 环境和卫生工程教授

PLANT FAZENDAS URBANAS 植物园
Le Andrade, 联合创始人

Jean Roversi, 联合创始人

Jeison Cechella da Silva, 业家

SISTEMA B BRASIL
Flavia Pascowitch, 传播推广与社区经理

Tatiana Mendizabal, 业务和战略联盟经理

巴西 UNILEVER
César Maida Freire, 可持续发展与传播推广经理

Luísa de Moura Roberto, 市场营销协调员

Michael Amorim de Oliveira, 可持续发展协调员

圣保罗社区花园联盟（UNION OF SÃO PAULO COMMUNITY GARDENS）
Claudia Visoni, 成员

关于艾伦·麦克阿瑟基金会

核心慈善资助方

全球合作伙伴

艾伦 · 麦克阿瑟基金会创建于 2010 年，旨在加速向循环经济的转型。自成立以来，该慈善机构逐步成为全球思想领袖，将循环经济列入全球决策者的议事日程。该慈善机构着重关注七个关键领域：洞察力和分析，商业，机构、政府和城市，系统性倡议，循环设计，学习以及沟通传播。

更多信息：ellenmacarthurfoundation.org • @circulareconomy

图片提供

按出现次序：

KOHLRABI: © IMAGINEILONA, ADOBESTOCK.COM

PEPPERCORNS: © NIK_MERKULOV, ADOBESTOCK.COM

FLOUR AND ROLLING PIN: © STEPHANIE FREY, ADOBESTOCK.COM

PINEAPPLE: © EMIL BIZYAEV, ADOBESTOCK.COM

SPATULA: © BECKYSTARSMORE, ADOBESTOCK.COM

ARTICHOKE: © LEV, ADOBESTOCK.COM

PEAS IN POD: © DIAK, ADOBESTOCK.COM

LEMON: © GREY, ADOBESTOCK.COM

FARMER: LEVI-MORSY UNSPLASH.COM

URBAN FARMING: LUFA FARMS, FLICKR.COM

COW: THOMAS-QUARITSCH UNSPLASH.COM

SARDINES: © ANDREA IZZOTTI, ADOBESTOCK.COM

PRETZEL: © PIXELLIEBE, ADOBESTOCK.COM

CHEF: NICK JEFFRIES

BRUSSELS: © HORVÁTH BOTOND, ADOBESTOCK.COM

GUELPH: © PICTUREGUY32, ADOBESTOCK.COM

PORTO: © JOYT, ADOBESTOCK.COM

SAO PAULO: © THIAGO, ADOBESTOCK.COM

SPAGHETTI: © KRASYUK, ADOBESTOCK.COM

AVOCADO: © ND700, ADOBESTOCK.COM

ROSEMARY: © MARGO555, ADOBESTOCK.COM

SUSHI: © VANKAD, ADOBESTOCK.COM

ELLEN
MACARTHUR
FOUNDATION

© 艾伦 · 麦克阿瑟基金会 2019
www.ellenmacarthurfoundation.org