



小议微生物、生物工厂和主权(第二部分)

作者: 克里斯蒂安·克雷斯波* 和费尔南多·弗兰克**

这是上一期文章的第二部分, 两位作者在该文中思考了微生物、文化、知识发展、食品和农业之间的关系。您可以在这里找到文章的第一部分。

在第二部分, 作者接着介绍了在不同规模和类型的生产中精心设计和使用生物投入的具体经验, 并特别强调了用于土壤再生的生物发酵剂的本地化生产。最后, 作者得出了一些结论, 即在集体进程的框架内, 农民的微生物管理如何成为实现粮食主权和自主的核心。

作为主权工具的农民生物工厂

虽然一户人家的炖菜可能放有辣香肠, 在另一家可能是素食, 也可能有鱼、野禽或蔬菜, 但它永远葆有炖菜的特性, 散发厨师选择的各色香气和味道。每个人都有自己的切肉方法, 知道何时加入谷物或面条, 安排调味料的顺序和用量。在整个过程中, 通过选择食材、注意食材的来源和保持所用器皿的卫生, 来保证食物的质量, 从而滋养身体, 提升人际关系。

农民生物工厂或者说恰卡雷拉(译者注: **chacarera**, 指阿根廷潘帕斯地区拥有土地的家庭农民)生物工厂的工作非常像厨房。基本成分在这里重新组合, 并转化为植物可吸收的营养物质、激素、维生素和促生长物质。就像炖菜一样, 每一种生产方式、每个地理位置和每个参与其中的人都必然会给生产过程打上特定的烙印。

有鉴于此, 有三个方面对生物肥料的质量至关重要: 对发酵过程的了解、对所用原料来源的了解, 以及对其必须介入的生产环境的了解。

发酵

发酵是物质在微生物作用下发生转化的生化过程。新陈代谢途径和相关微生物群会随着氧气、温度、可用水、其他微生物的存在以及原料条件的变化而变化。

例如, 在堆肥中, 有氧反应占主导地位, 微生物群与健康土壤中的微生物群相似, 因为两者的生化反应是相关的。了解原始有机物降解成更简单分子的过程、碳/氮比例和时间(形成稳定的化合物, 均衡地为土壤提供养分)是获得优质产品的关键。堆体温度升高的原因是谷物秸秆等材料中碳链的新陈代谢。而主要元凶是酵母菌、放线菌和真菌, 它们通过释放二氧化碳和热量来降解这些材料。在氧气充足、湿度适宜的条件下, 堆体温度可达到约 **60°C** 的临界值, 并可维持数天。在这种条件下, 病原微生物的初始数量会急剧下降或消失。[1] 这些微生物包括肠道病毒、沙门氏菌、大肠杆菌、钩端螺旋体等。



在堆肥中添加含高比例粘土的优质土壤, 对于在土壤中形成稳定的腐殖质化合物、产生结构、缓慢提供养分以及保持剖面水分也至关重要。

如果说土壤中的主要能量来源是阳光, 阳光通过光合作用被捕获, 并以有机物的形式通过根系提供给微生物群, 那么在生物制剂中也必须有一种能量来源来激活分解和合成过程。这种能源可以是糖蜜、糖、玉米淀粉或水果糖浆。其他微生物群通过厌氧环境中的新陈代谢, 生产出对植物和土壤健康有重大影响的产品。这相当于反刍动物瘤胃中的转化活动。

在这里, 我们可以找到生物发酵剂或超级微生物发酵剂, 其中微生物的作用是重新组合初始物质, 产生可被作物叶面吸收的其他物质。在密闭容器(一个200升的桶或一个罐)和液体介质中, 会产生氨基酸、蛋白质、维生素、激素和其他对植物有不同生理作用的化合物。此外, 我们还通过所谓的螯合作用提高了矿物质的生物利用率, 使锌、镁、铁、铜、锰、钴或钼等营养物质与有机分子结合, 从而能够稳定地被叶片吸收或留在土壤溶液中。

这些程序可以在最低限度的基础设施条件下进行, 但需要保持基本的卫生条件, 以保证制剂的最低质量。无菌绝不是必要条件。这是实验室工作的一个特点, 我们知道, 生命是由多个物种相互作用形成的复杂群落发展而来。

原材料

每种微生物转化过程的实施方式都取决于我们所用材料的特性, 这将使产品具有与环境条件相关的自身特点。在我们撰写此文的地方, 用于好氧堆肥工艺的最丰富、最廉价、质量最好的材料是马房垫料和放牧牲畜粪便, 此外还有酿酒废料以及锅炉或烘焙坊的炉灰。在其他地区, 还可以是林业、果蔬业、家禽业、渔业和肉类加工业等产生的废物, 甚至是适当分类后的城市生活垃圾。

材料的湿度、碳/氮比例或抗生素、单宁酸、农化品或防腐剂等物质变量, 都会改变我们所用材料的稳定性。因此, 必须正确了解材料来源, 并始终使用这些材料, 以避免制剂质量发生突变。[2]

生产情况

生物制剂的使用范围很广。挑战是如何在广泛的土壤再生战略中将其看作有时可以无需使用的工具。

在较新的生态农业转型计划中, 人们很容易受到诱惑用生物肥料(特别是化肥)替代投入, 有时甚至希望有一种“有机草甘膦”来对付杂草。如果是这种情况, 那么很可能是人们还不了解土壤营养的支柱以及促使养分循环和抑制有害物种的生态系统机制。



阿根廷的男性和女性生产者都有一些经验，采用不同方式把生物肥料、使用时间和技术资源结合起来，以适应不同的环境。例如，在果园中，往往遵循底肥-绿肥-栽培-灌溉的动态过程；对于大面积作物，种子接种和叶面施肥越来越重要；对于果树，在活跃根系区施肥、套种几杯量的覆盖作物、茎秆保护和叶面施肥都很重要。[3][4]

我们与布宜诺斯艾利斯省西部和拉潘帕省东部生态农业转型期的生产者合作，积累了一些经验，其中包括将多年传统管理过程中丧失的复杂微生物群落以及矿物质微量营养素返还给土壤。这项工作是与一项计划相结合进行的，在该计划中，通过作物排序或动物觅食提供有机物质发挥了核心作用。在其他情况下，它们被用于更具体的目的，如增强植物抵抗病原真菌蔓延的能力，或确保矿物质营养，从而用固氮菌进行充分的结瘤固氮。

在集约型系统中，可以通过堆肥一次性提供有机物和微生物群落，从而增加养分供应。然而，从操作和经济角度来看，这在粗放型系统中非常复杂，因为每公顷必须使用 10 至 30 吨堆肥。在这种情况下，有必要通过不同微生物群的作用，就地稳定有机物质（来自秸秆、覆盖作物或动物饲草）。

我们正在与生产者家庭共同研究的方案包括：种子接种和育种，以及使用含有微生物菌群和矿物质源的叶面生物肥料。这一想法最初是通过培育固氮微生物接种豆科植物（如薇甘菊），随后我们利用微生物联合体将其推广到各种作物（冬季谷物、牧草、玉米、高粱等）。在田间可以看到根系发育、抗水压现象和豆科植物结瘤的结果。之后，当作物生长时，使用叶面生物肥料是为了加强各种生理机制，其中提供的微量元素在特定的生化位点和时刻发挥作用。例如，这表现在根的伸长、叶片或花朵的数量、坐果率和果实质量等方面。它还能使植物启动机制，抵御暂时干旱或病原真菌侵入等压力情况。提供微生物还能提高叶区养分的生物利用率，抑制真菌病害。例如存在于牛奶或乳清中的乳酸菌，是几种生物制剂的主要成分。

在大面积种植系统中经常出现的一个制约因素是用于叶面喷洒的喷雾器的可用性。在那些开始把生态农业原则应用于生产的地方，租用在其他地方用于喷施农用化学品的喷雾器已不再是一种选择，而且某些经验的规模也不具备购买喷雾器的条件。另一种办法是由市政当局提供机械（在城郊地区），或借助社会组织或生产者团体来集体购买设备。

农民-土著宏基因组学领域

因此，农民生物工厂的建议基于一些简单的前提，如重视生物多样性、使用可获得的低成本材料和重视当地知识。伴随生态农业转型而来的进程必须允许恢复主权，让土地上的人们可以根据自己的文化模式决定自己的食物和生产模式。

当我们谈论通过实践提升土壤健康时，我们是在邀请人类重新参与并成为土壤微生物所构建的、维持各个层面生命的联系计划的一部分。简而言之，恢复和修复真菌菌丝和细菌生物



膜网络是通过加强自主权和主权来实现粮食生产的方式，而自主权和主权正是我们健康社区的基础。

为此，塞巴斯蒂安·皮涅罗 (**Sebastian Pinheiro**) 教授提出了一项名为“土著农民宏基因组学农田”的教学和技术战略。^[5] 该战略的基本内容是在小块土地上创造条件，通过添加石粉、生物炭、堆肥材料和秸秆，激活矿物质、有机物和微生物之间的关系。在那里，将进行原地堆肥，这将为微生物群的发展创造条件，使其与当地的特殊环境相适应。这一过程通过植物成分的变化和使用色谱法等综合分析工具来体现。然后，这种土壤可用作接种物，以产生适合环境的生物投入。

大量研究表明，微生物在特定地点的变异性极高。虽然不同的功能群(纤维素降解、固氮、溶解磷以及许多其他功能)在每个生态系统中都得以维持，但所涉及的物种以及它们之间的数量比例却存在很大差异。因此，我们认为，在开发适应地区特点的作物的同时，还必须在原料、知识和当地劳动力相结合的生物工厂中，利用在每个地区获得的接种体生产生物投入品。

只有这样，微生物网络与当地社会计划之间的联系才能得到加强，从而产生自主权、主权和农业文化的表现形式。

讨论和结论

通过土壤再生开始向生态农业过渡，这不是一个仅仅基于生物化学变量或产量与收益率之间关系的问题。在构建以尊重和承认生物多样性为基础的社会模式的过程中，加强土壤和肥力的自我管理或许是最有力的支柱之一。安娜·普利马维西 (**Ana Primavesi**) 等几位作者提到了土壤健康与社会健康之间的关系。当赋予系统自我调节特性的纽带得以重建时，祖先的记忆就会被唤醒，帮助我们与食物的起源、与食物的生命力联系起来，并与分享土地和食物的其他人建立起真诚而持久的桥梁。只要你“把手伸进花园”，就很容易感受到这一点，这似乎就是与土地相关的古老文化的精髓所在。

农商企业及其逻辑不仅导致了土壤退化，还侵蚀了与之相关的社会和文化结构，在某些情况下甚至侵蚀了数千年。这时，对肥力主权的思考就有了更高层面，超越了技术-生产层面，回到了政治、文化和精神问题上。这就是为什么我们认为，了解和管理能够促进土壤和作物营养的实践和技术资源是巩固农业文化的关键所在。

在支持鲜活土壤为基础进行粮食生产的理论框架内，我们认为以单一方式用在实验室中分离出来的微生物，这种产业-商业建议是有风险且不完善的。尤其是在特定的过程中发挥作用，例如使营养物质具有生物可用性，或作为病原体对昆虫物种发挥作用，这是有风险的，因为我们又一次把赌注押在了单一培养(这次是微生物)上，忽视了它们相互之间的作用方



式，危及了只有保证生物多样性空间才能实现的平衡。我们最近经历的新冠大流行病说明了用陈旧模式与自然相处的潜在破坏力，这些陈旧模式则试图将各环节同质化和工业化。
[6]

如果这些技术被当作新技术，玩着跟农药和工业合成肥料同样的一套把戏，甚至在某些情况下连施用于作物的时间都是相同的，从这个角度来看，这是不完善的。如果我们知道草甘膦等除草剂对微生物有抑制作用，那么在使用过这种除草剂的作物上使用微生物的寿命就会很短，第二年就必须再次使用这种组合物。这是一个恶性循环，会加深依赖。正因为如此，预期的再生效果永远不会实现。

我们可以肯定，农商企业和农业文化 (*AgriCultures*) 这两种相互竞争的农业模式在理念、实践和目标上都不尽相同。就有关微生物的概念和实践而言，两者的立场形成鲜明对比：农商企业通过其公司和部分学术界人士，通过新的立法和销售与微生物相关的技术产品，极力争取占有微生物、微生物基因、微生物过程和微生物产品。这种做法是通过复制其中的单一栽培逻辑来实现的：将工作重点放在少数几个物种，甚至是特定菌株上；再次忽视了只有在生物多样性环境中才能产生的关联作用。为了说明这一点，我们可以来看看微生物的多种商业选择，这些选择的目的是替代投入品（固氮菌剂可以替代尿素，假单胞菌可以减少使用磷酸盐，芽孢杆菌可以替代杀菌剂，白僵菌可以替代杀虫剂）；其他公司则“抬高眼界”，开始提供与其特定微生物相关的某些作物的基因品系。这构成了种质研究的一个高级做法，其目的再次是将农民变成实验室所开发技术的单纯“使用者”。所有这些都是保护这些做法的法律框架下进行的，并限制了可由土地耕种者调整和管理的产品的研究、开发和注册过程。

与此同时，与生态农业、粮食主权、农民和土著家庭农业相关的组织，以及与主权、独立管理微生物过程、其研究和大众传播相关的行动和建议也在增加。因此，在提出土壤再生及其肥力主权的的同时，还必须考虑到多种生产情况，在各地建立手工加工的生物工厂。

这还要求设计和实施有关人员和群体能够理解的质量评估形式，以简单和参与性选择的前提为基础，在有助于改进生产（在制剂的安全性和有效性方面）的法律框架内运作，同时不限制有利于该产业集中度最高部门的发展可能性。

政府以各种形式参与其中似乎是关键所在。但是，要使政府的行动和贡献具有积极意义，政府就必须了解和处理健康土壤中存在的复杂联系，以及生物投入如何在其中发挥作用。否则，它就会重新陷入对自然和社会的线性和简化论偏见之中。



参考资料

1. Román, Martínez and Pantoja: "Farmer's composting manual, experiences in Latin America". FAO, Santiago de Chile 2013.
2. USDA Natural Resources Conservation Service (Adaptation). At: <http://tierranegra.net.ar/index.php/2020/04/23/la-relacion-carbono-nitrogeno-en-los-agroecosistemas/>
3. Defendente, Martínez, Crespo. BIOFERTILISERS: strategies for use and local experiences. Pampean horticultural bulletin N° 4. INTA - FAUNLPam. At: <https://inta.gob.ar/documentos/boletin-horticola-pampeano-n%C2%B0-4>
4. Louge, Romano, Romero. Bioinputs. Final work for the Diploma in Agroecology for the Pampean Region. Trenque laúquen. 2020. At: https://issuu.com/lamilpabioinsumos/docs/bioinsumos_tf_integrador
5. Sebastian Pinheiro. Op cit.
6. Altieri, Nicholls. 2019. Agroecology in times of COVID 19. <https://www.clacso.org/la-agroecologia-en-tiempos-del-covid-19>