

# 轮作——可持续产量的保证

Автор(и): проф. д-р Щелияна Калинова, Аграрен Университет Пловдив

Дата: 17.11.2015 Брой: 11/2015



作物轮作的必要性在农业发展早期便已确立。最早的相关记载可追溯至罗马时期，当时维吉尔在其著作中写道：豆科作物之后种植谷类作物可获得更高产量，且合理的轮作能为土地提供“休养”。后来，普林尼建议将小麦与羽扇豆、野豌豆及其他豆科作物交替种植。

19世纪初，随着自然科学的快速发展，人们首次尝试从科学角度解释在同一地块连续多年种植作物产生负面影响的成因。瑞士植物学家德坎多尔认为，植物从土壤中吸收其所需及非必需的物质。这些物质被释放回土壤后不断积累，抑制同种作物后续连作的发展。这一认识后来被修正为：植物通过根系分泌对同种后续作物有害的有机化合物，这些化合物对其他植物无害甚至可作为养分。20世纪初，美国科学家发现了植物根系分泌的有毒物质。事实证明，这些物质对同植物学物种有害，对生物学亲缘较近的植物危害较小，而对生物学无关的植物则无害。

随着轮作理论的出现与发展，作物交替种植的需求通过相应的植物土壤营养理论得到阐释。基于植物腐殖质营养理论，科学家将栽培植物分为对立的两类——**耗竭**土壤腐殖质与**富集**土壤腐殖质的作物。

第一类包括株丛密闭的禾谷类作物，第二类则涵盖阔叶作物（中耕作物、豆科作物、多年生饲草作物等）。当时豆科植物的固氮能力及其对后茬作物的有益影响尚未被认知。

根据矿质营养理论，栽培植物依据其最耗竭土壤的养分元素（氮、磷、钾或钙）进行分类。人们认为连作的负面影响源于土壤中相同矿质养分的单向耗竭。因此实践中建议轮换种植消耗不同养分元素的作物。

后来在英法两国的研究表明，这种土壤单向耗竭的理论站不住脚。许多情况下，即使大量施肥，某些作物（亚麻、三叶草等）的产量仍不尽如人意。

豆科作物与根瘤菌共生关系的发现对农业具有革命性意义，为豆科与非豆科作物轮作的积极效应提供了全新解释。豆科作物连作时，根瘤菌固定并积累在土壤中的氮素不仅无法被同种作物后续年份利用，反而会抑制其生长。豆科作物后土壤中积累的氮素能被其他科属植物利用，从而提高其产量。

与此同时，*科斯蒂切夫*与*威廉斯*开创了作物轮作理论的全新方向。这两位学者认为，种植一年生禾谷类作物不会改变土壤化学组成，但会恶化其物理性质：土壤结构急剧破坏，进而导致水肥状况恶化、土壤肥力下降。根据该理论，只有种植多年生禾豆混播草才能改善土壤结构，因此建议将其纳入轮作体系，由此产生了所谓的**草田轮作制**。

上述轮作理论的共同缺陷在于其局限性与片面性。后来大量针对连作负面效应与轮作正面效应成因的研究证实，这些成因具有多样性与相互关联性。

现代农业中将轮作原因归纳为以下四类：

1. **生物学原因**，表现为栽培植物对杂草、病虫害的不同反应；寄生根系或分泌毒素的低等生物（真菌与细菌）；代谢产物等。随着农业集约化程度及作物水肥供应水平的提高，生物学原因的重要性随之增加，轮作的植物卫生作用也相应增强。此外，在有机农业中轮作具有首要意义。
2. **化学原因**——指植物对养分的不同需求及其从土壤中吸收养分能力的差异等。
3. **物理原因**——反映植物及其栽培措施对土壤物理性质与水热状况的不同影响。
4. **经济学原因**——表明精确设计、科学依据的轮作能够实现合理土壤耕作、施肥灌溉、降低生产成本等目标。

导致减产的主因在于不考虑不同土壤气候条件、应用技术及生物学特性的作物重茬或连作栽培。

根据植物对连作的耐受程度，作物可分为以下三类：

1. **不耐连作作物**，甚至无法在同一地块连续播种两次（向日葵、苜蓿、三叶草、豌豆、甜菜、辣椒、亚麻等）。

2. **可一定程度耐受自身重茬的作物**（小麦、大麦、早熟番茄等）。在高水平农艺措施下，这类作物可成功实施短期连作。

3. **可耐受较长期连作的作物**（玉米、东方型烟草、棉花、大麻、马铃薯、水稻、黑麦、燕麦等）。

这种作物分类引出了轮作中单一作物种植比例上限的问题。

对于禾谷类作物（小麦、黑麦、大麦），部分学者认为上限为75%（沃罗比约夫、多斯佩霍夫），德国为75%（克内克），英国可达80%，我国则为50%（朱马利耶娃）。若谷物相对比例增至75%，需采取额外措施防止减产，包括施肥、土壤耕作、选用适宜品种与杂交种、通过前作或二茬作物强化轮作（在可行且经济合理时）、使用高效农药等。

玉米与大豆在轮作中的比例可达80%。这在北美、阿根廷、中国、俄罗斯、罗马尼亚等许多地区已成为实践。

农艺实践与植物的生物学特性要求优先选择轮作而非连作。实践中选择连续栽培或轮作方式时，应首要考虑经济条件，特别是生产专业化与集约化程度。因此，为避免作物不耐连作可能引发的负面后果，必须优先运用现代集约化要素（施肥、高效植保化学品、灌溉、高产抗性品种与杂交种等）。