

化感作用与可持续农业*

申建波 张福锁 王敬国 毛达如

(中国农业大学植物营养系 北京 100094)

摘 要 简述了农业生态系统中化感物质的种类和作用机制以及化感作用对养分资源管理及其他农艺措施的影响,提出优化农艺措施、合理利用植物间化感作用建设可持续农业的方法和途径,并指出今后化感作用研究的重点和方向。

关键词 化感作用 可持续农业 生态环境

Allelopathy and sustainable agriculture. Shen Jianbo, Zhang Fusuo, Wang Jingguo, Mao Daru (Department of Plant Nutrition, China Agricultural University, Beijing 100094), *EAR*, 1999, 7(4): 34~37

Abstract The properties of allelopathy and sustainable agriculture were discussed. The types of allelochemicals and their action mechanisms in agricultural ecosystem were summarized. The relationship between allelopathy and sustainable agriculture was analyzed. The impact of allelopathy on nutrient resource management and other agronomy methods was also discussed. The methods and the paths to develop sustainable agriculture were put forward by optimizing farming measure and rationally utilizing allelopathy between plants. The research emphasis of allelopathy was pointed out.

Key words Allelopathy, Sustainable agriculture, Eco-environment

近年越来越多的证据表明,长期高剂量使用化肥、农药和生长调节剂等化学物质严重影响了农业的可持续发展。人工合成化学物质自然降解十分困难,对原位环境造成直接污染,并通过人为运输、动物活动、气候条件和食物链造成远程污染与次生污染。使用化学合成物质带来的环境和社会问题^[3]主要包括严重污染地表水和地下水、毒害非目标有机体、次生害虫的发展、化学物质对目标有机体作用效果的丧失和其抗药性的增强、食物化学物质残留、人类健康,使用化学物质导致农业投入的增加以及化学物质的生产与使用管理等方面。这些危害迫使人们探索和寻求新的农业发展途径,以减少和消除农业对人工化学合成物质的依赖,从而引起人们对植物间化感作用研究的普遍关注。化感作用(Allelopathy)指植物通过向环境释放化学物质而对周围有机体(植物、动物和微生物)产生直接或间接有害或有利作用^[3,5]。在农业生态系统中充分利用化感物质的正效应,避免负效应;应用化感作物抑制杂草;开发天然农药和生长调节剂,对于有效利用资源,保护生

• “九五”国家科技攻关项目资助

收稿日期:1998-11-04 改回日期:1999-04-06

态环境,发展可持续农业具有重要理论价值和现实意义。

1 农业生态系统化感物质及其作用

农业生态系统中广泛存在化感作用。化感作用的大小主要取决于物种产生化感物质的潜在能力和化感物质释放的时期与频率^[4]。产生与接受化感物质的植物可是同1种植物,也可是不同植物,它们常混种或种植距离相近,在时间上可相邻,如连续种植同1种植物往往导致大幅减产,前茬作物产生的化感物质可抑制后茬作物生长。化感物质进入环境的通道主要有挥发、叶片淋洗、根分泌物释放和秸秆腐解4条途径,其中除少量挥发性气体可在空气中传输外,大部分化感物质进入土壤后传输至受体植物。根际是各种有益和有害物质从土壤进入植物体的必经通道,微生物是影响根际物质循环的重要因素^[3~5]。化感物质产生过程及其在农业生态

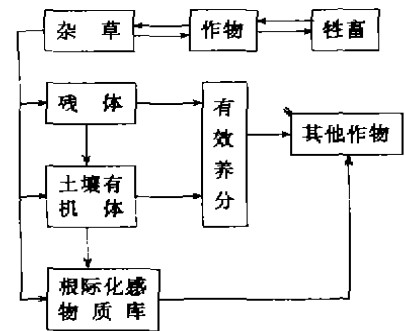


图1 根际土壤中化感物质产生的途径^[3,5]

Fig. 1 Sources of allelochemicals and their interrelationships

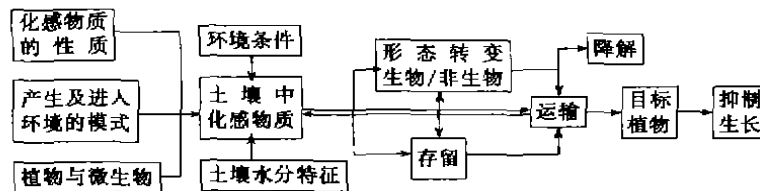


图2 化感物质的运移过程及影响因素^[3,5]

Fig. 2 Processes of allelochemical transportation and their impact in agriculture

系统中传输的途径与影响因素见图1~2。随着化感物质在环境中的不断运移,其数量、残留时间和生物学活性都会产生较大变化^[5],一部分被微生物分解而解除毒性,另一部分可能发生形态转化而提高其生物学毒性^[3~5]。环境因素包括土壤水分、温度、养分和通气状况都直接或间接影响化感物质对目标植物的作用^[5]。

植物可产生和储存大量次生代谢产物,其中包括生物碱、必需油脂、酚类物质、香豆素、黄酮类化合物、萜类物质、甾族化合物等,这些物质产生的部位、浓度和途径各异,次生代谢产物常被视作耗能副产品,且对植物的防御能力至关重要,可通过抑制或杀死周围的植物来竞争有限的生存资源(光、热、养分等),大部分次生代谢产物都具有化感作用^[4~5]。此外,植物代谢的主要产品脂肪酸也具有明显的化感作用^[5],秸秆腐解物质中含有大量乙酸,乙酸积累到一定数量则对植物产生抑制作用,土壤中乙酸浓度与生物毒性间很难找到明显相关性,大部分研究报道认为化感物质通常是水溶性的,许多酚类物质已被证明是化感物质^[5]。化感物质最重要作用是抑制种子发芽、减缓或破坏植物的正常生长。研究证明作物秸秆腐解物中含有大量植物生长抑制剂,连作障碍导致的减产往往是植物自身释放的有毒物质所致(包括秸秆腐解物、根分泌物等),这种连作导致的中毒现象称为自中毒机制,它在农业生态系统中具有重要作用^[3~5]。采用间作和轮作的种植制度可有效消除自中毒现象。此外,化感物质在杂草控制、引进物种和养分管理等方面也有影响。有关化感物质对目标植物作用的分子机制研究甚少,因而探索植物化感物质作用的分子基础及其作用模式是今后研究的重要方向。

2 化感作用与可持续农业

近年农业生产正从追求短期高产和高利润的目标行为转向建设具有长期稳定的生产能力、可持续农业生产系统发展。可持续农业有效利用农业内部资源,降低资金投入,减少农业外部措施带来的干扰,促进农业系统良性循环,生态、经济和社会三大效益显著。判断农业是否具有可持续性的标准有农业系统与自然协调发展;遵循生态系统原理的再生过程;不过度依赖非再生资源;不造成环境污染与恶化;具有真正的生产能力而不是一味掠夺;应尊重人们对安全食品、清洁空气和水需求的基本权利;农业经济价值除考虑短期的需求压力外,更应着眼于长期的效果(污染、资源损失等);使更多的当代人及后代人受益^[3]。可见,持续农业是为建立资源利用、环境保护、满足社会需求和经济效益等各方面均可持续发展的一种农业新思想和目标^[8]。可持续农业概念的形成和广泛使用化学合成物质引起的负面效应促进了人们对化感作用的研究。化感作用和化感物质生态学对于建立可持续农业体系具有重要作用。

2.1 有效利用化感植物资源,提高环境质量

种植化感覆盖植物可减少投入,保护环境,降低土壤侵蚀率,通过免耕减少除草剂使用量,利用生物防治控制杂草生长,减少化肥需求和提高土壤质量^[4],有利于农业持续发展。我国传统农业中种植的绿肥作物也是化感覆盖植物,通过直接或间接改善土壤理化性状和生物学性质。豆科植物富含N素,收获后秸秆可迅速分解将N素归还土壤,促进N素循环,与其他作物间作可提高非豆科植物的产量。化感覆盖植物也可能耗竭土壤养分,释放有毒物质抑制作物生长。我国东北地区大豆连年种植造成减产可能与大豆释放化感物质产生自中毒有关。利用化感作用理论解决连作毒害问题将成为化感作用在农业中应用的重要研究内容之一。

2.2 调控作物与杂草相互作用,促进农业良性循环

杂草通常对作物有害,但杂草对作物化感作用的正效应也不容忽视,如通过根系固定和落叶覆盖作用保护土壤表面免遭侵蚀,吸收和保持易淋失养分,增加土壤有机质,通过化感作用抑制有害物种种群发育,为有益生物提供栖息地和食源。一般认为杂草是一种先锋物种,首先侵入开放的或受干扰的生境中,通过与环境的相互作用促使植被的演替过程向更复杂的群落发展。正确理解杂草与环境相互作用的生态基础,以便充分利用它们之间的化感作用,减少作物群落的外部投入,促进农业良性循环。加强作物秸秆及残茬管理。某些作物通过直接干扰杂草生长或通过残茬分解释放的有毒物质抑制杂草生长,这些有毒物质主要是酚酸类物质,可严重影响后茬作物生长。秸秆还田是我国普遍采用的农艺措施之一,有直接还田法和堆肥还田法等,植物秸秆通过腐解释放其中的营养元素,促进养分的循环利用。秸秆还田措施有效利用农业内部资源,减少外部干扰与投入,促进农业生态系统的良性循环,符合可持续农业的发展。但秸秆还田腐解时大量有毒化感物质也释放到土壤中抑制作物正常生长。如我国台湾双季稻在特定的气候和栽培措施下,水稻秸秆还田腐解过程中产生了许多酚酸类化感物质,导致双季稻减产约20%,对水稻秸秆实施正确管理措施后显著提高了水稻产量,经济效益明显。许多研究结果表明^[1,3],小麦秸秆堆肥42d后其水提物在无菌条件下抑制小麦生长,每 hm^2 施5~10t小麦秸秆,则夏玉米平均发芽率减少44%~95%。可见正确利用化感作用机制,合理调控作物根际微生态环境,加

强作物秸秆和残茬管理,合理安排作物轮作或连作茬口可有效促进农业可持续发展。

2.3 利用化感作用改善植物 N 素营养

植物释放的各种化感物质对其周围微生物产生有害或有利的影响,因此化感物质在很大程度上影响 N 素循环^[5]。大量研究表明,化感作用对生物固 N 有明显影响,而对脒化和氨基化过程影响的研究较少。此外,影响 N 素循环的硝化反应受亚硝化细菌和硝化细菌作用,亚硝化细菌把 NH_3 氧化为亚硝酸盐(NO_2^-),再通过硝化细菌把 NO_2^- 氧化为硝酸盐(NO_3^-)。许多生态系统中化感作用强烈抑制了硝化反应过程,使某些自然生境下的土壤硝态氮含量明显下降。化感作用也可作用于反硝化细菌,加剧 N 素挥发损失。研究化感作用与 N 素营养的关系对于农业可持续发展具有重要的理论价值和实践意义。

3 小 结

化感作用是农业生态系统复合体的组成部分,与其他因子密切相关,如控制土壤侵蚀,改善有机质和土壤养分管理,减少化肥和农药投入,建设长期稳定的生产能力以及提高环境质量等。充分利用化感作物的潜力,加强作物秸秆与残茬管理,实行合理作物轮作、间作,改善 N 素营养状况,开发新一代无公害农药与作物生长调节剂将有效保护生态环境,促进农业增产和农业可持续发展。

参 考 文 献

- 1 马永清等.小麦秸秆的生化他感效应.生态学报,1996,12(5):36~38
- 2 沈善敏.土壤科学与农业持续发展.土壤学报,1994(31):114~118
- 3 Chou C. H., Waller G. R. Phytochemical ecology: Allelochemicals, mycotoxins, and insect pheromones and allomones. Institute of Botany, Academia Sinica, Taipei, China 1989. 504
- 4 Inderjit. Plant Phenolics in Allelopathy. The Botanical Review, 1996, 62(2): 186~202
- 5 Rizvi S. J. H., Rizvi V. Allelopathy. London: Chapman & Hall, 1992. 473

发展产业化主导型生态农业模式

产业化主导型生态农业模式是以构建产业基地为基础、加工转化为龙头,商品市场为载体、效益农业为目标,坚持“基地化建设、专业化生产、区域化布局、商品化经营”原则,寓产业化于生态农业的规划开发建设之中,通过生态农业建设打基础,产业化链条来延伸,市场化经营来牵动,实现农业生产的高产、优质、高效和可持续发展。产业化主导型生态农业是在自然生态环境较差的地区,特别是贫困山区改变农业自身条件,改善生态环境、促进农村经济发展,实现农业集约经营的必然选择。把生态农业与产业化有机结合、互为补充,相互促进。产业化发展要纳入生态农业的整体规划设计中,以规划打基础,治理建规模、市场为导向,产业为载体,形成“规模与数量、数量与质量、质量与效益”相结合的发展格局。以主导产业开发为目标,优化农业产业结构,选准具有市场前景、又有适度规模开展的主导产业项目。将产业化开发与科技培训有机结合、实施科教兴农战略,逐步把农业发展转移到依靠科技进步和提高劳动者素质上来,提高农产品的科技含量和转化增值率。围绕主导产业创办科技服务组织,形成主导产业、加工企业和与之相协调的科技人才体系。改变传统落后的农业生产方式,提高农业机械化水平,减轻劳动强度,提高劳动生产率,加快产业基地建设步伐。建立以利益为纽带的中介调节组织,形成产加销一体化的经营机制,生产、加工、销售各环节间建立紧密联系的利益调节机制和风险补偿机制,既与龙头企业又与农户相联结,在农产品市场营销好时从赢利中提取风险基金,当产品滞销时给农民以补偿,使其以利益为纽带、风险补偿联结,形成互惠互利、风险共担的利益关系,宜采取股份制、合作制等利益连接方式,让农户不仅获得生产收益,且能分享农产品加工、流通各环节的利润,形成产加销一体化的经营机制,保障产业化的良性循环。

(钟 霖 常伟宏 张克军 陕西省延安市委政策研究室 延安 716000)