植物化感作用表现形式及其开发应用研究*

黄高宝 柴 强
(甘肃农业大学农业生态工程研究所 兰州 730070)

摘 要 综述了作物自毒现象、作物间他感作用以及作物与杂草间他感互作的研究进展,指出化感作用在克服连作障碍、构建高效间套复合群体、防除病虫草害和生物调控方面的应用潜力。

关键词 化感作用 表现形式 开发应用

Acting formations and applying development of allelopathy. HUANG Gao-Bao, CHAI Qiang (Institute of Agroecologic Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070), *CJEA*, 2003, 11(3): 172～174

Abstract The current advance of researches on the autotoxicity of crops and the allelopathy among crops or among crops and weeds is reviewed in this paper and the great potentials of allelopathy are proposed, in getting rid of the obstacles of continuous cropping, constructing the high efficient intercropping systems, regulating the crops growth and preventing the pests and weeds.

Key words Allelopathy, Acting formations, Applying development

1 化感作用的表现形式

1.1 自毒作用

自毒作用是植物通过分泌与释放有毒化学物质对同种植物种子萌发和生长起抑制作用的现象[1]。已有研究表明,水稻、小麦、玉米、甘蔗等禾本科植物和大豆、蚕豆、苜蓿等豆科类植物及人工林、茶园中均存在明显自毒现象。其中研究较多的作物为水稻,Chon C. H. 等[5]研究发现水稻残茬及秸秆在分解过程中能产生某些有毒物质,抑制水稻幼苗生长,温度为20～25℃时抑制作用最强,>30℃时抑制作用随时间推移显著下降,其结果降低水稻的有效分蘖数、有效穗数、千粒重及产量。水稻的自毒作用同时受温度、光照、土壤湿度、土壤肥力、排水条件等环境要素以及同一环境中其他生物的影响,当环境要素接近水稻生长的最适条件时自毒效应明显降低,且水稻群体中存在其他物种,如不同水稻混种时也可降低自毒作用。小麦自毒作用研究主要是小麦秸秆分解物所产生的化感效应,其分解物产生的自毒作用随分解时间延长而逐步增大,但一定时期后其分解物质对根长和芽长等均有刺激作用[6]。鲜麦秸强烈抑制小麦幼苗生长,该抑制作用在传统耕作和少耕、免耕土壤中均存在[7]。连作障碍是作物栽培中常见现象,Assiumpcao(1979)研究发现玉米残茬对玉米幼苗生长有抑制作用。Guenzi 等(1966)报道玉米和高粱成熟时秸秆中含较多有毒物质,需分解154～196d才能解除毒性。根系分泌物中的酚酸类物质是存在于土壤中典型化感物质,而分泌物及作物根茬等有机物质的次生代谢物也多具有化感作用,通过影响土壤C/N值而影响微生物种群结构和活力。

1.2 他感作用

作物间通过秸秆产生的他感作用。不同作物的茬口含有不同种类化感物质,并对其他作物生长产生一定促进或抑制作用,研究表明豆科类作物残茬和秸秆分解物能促进禾本科、茄科作物生长,作物秸秆腐解产生的有机酸类化感物质可溶解和转移土壤中的矿质养分,提高其利用效率,苜蓿秸秆覆盖可促进马铃薯、黄瓜、莴苣等几种作物生长,大豆残茬对玉米苗高和苗重有促进作用。自然界中他感抑制现象更为普遍,秸秆经过雨水浸溶或微生物腐解产生的化感物质常对下茬作物产生不良影响,研究表明雨量较多时小麦秸秆覆盖后栽培玉米,其分解物对玉米幼苗生长具有化学肥料无法弥补的抑制作用。玉米、高粱、燕麦残株腐解产生的苯甲酸、香草酸、香豆酸、阿魏酸和苯甲醛等可抑制高粱、大豆、向日葵、烟草正常生长。王璞(1995)研究发现小麦、向日葵、羽扇豆和蚕豆植株的浸提液在浓度<2.5g/kg时对玉米幼苗生长有一定促进作用,但

* 国家自然科学基金项目(30170547)和教育部优秀青年教师奖励基金项目及甘肃省自然科学基金项目(ZS021-A25-044-N)共同资助
收稿日期:2002-08-10 改回日期:2002-09-14

浓度增大时对玉米种子主胚根和次胚根生长抑制作用显著。番茄不仅有自毒作用，且植株挥发物和根系分泌物对黄瓜生长有明显抑制作用[2]。

作物间通过其他途径产生的他感作用。作物根系分泌的脂肪酸在根际环境中积累，尤其在还原条件下积累可抑制其他作物生长，而分泌的酚酸类物质普遍被认为是化感物质，如野燕麦分泌的对小麦有抑制作用的化感物质中含有对羟基苯甲酸、香草酸和香豆素等[8]。董钻研究蓖麻间作复合群体时发现，鹰嘴豆根系分泌的酸性物质对蓖麻根冠生长有毒害作用。沈立研究盆栽除 N 条件下春玉米和春大豆混作时根系分泌物间的关系表明，缺 N 砂培下大豆排出的含 N 化合物 90% 被玉米吸收，混作玉米比单作玉米叶面积大、干物质量增加，根系发育良好，体内含 N 量增加；而混作大豆的根瘤数增加，总体积增大。大豆根系分泌物、叶片经雨水淋溶液中均含对玉米等作物有促进作用的他感物质。叶片挥发物是产生化感作用的重要途径之一，如自然界中胜红蓟通过向环境释放挥发性化感物质影响周围植物生长[3]。徐涛等研究表明随营养水平降低，胜红蓟对受体植物产生的化感抑制效应明显增强。

1.3　作物与杂草间的他感作用

杂草对作物生长的影响。杂草与作物争夺光、热、水、肥等自然资源且产生抑制作物生长发育的化感物质，可降低作物产量并导致农产品品质下降。据 Chandler J. M.[9] 报道，美国每年因杂草导致的水稻生产损失约为潜在产量的 17%，约合 2 亿美元。杂草防除手段如人工除草、化学除草和生物除草等均不同程度存在效率低、环境污染严重、副作用强等缺点，科学利用作物与杂草间的他感抑制作用防除杂草是经济、安全、高效的除草方法之一。研究发现许多杂草及杂草残株能释放克生物质影响谷物生长，如豚草、向日葵产生克生物质通过抑制根瘤菌和固 N 作用强烈抑制豆科植物生长。曾任森[4] 研究发现胜红蓟和三叶鬼针草水提液对萝卜、水稻、黄瓜均表现不同程度他感抑制作用，且胜红蓟地上部和地下部均对其他作物表现他感作用。东北地区和长江中下游地区广泛蔓延且危害巨大的豚草和三叶裂豚草，能挥发对大豆、小麦等作物种子萌发有较强抑制作用的他感物质，并抑制玉米根系生长发育，豚草浸提液对玉米和大豆具有较强抑制作用。

作物对杂草生长的影响。有些谷物如燕麦、高粱残体也能释放他感物质，强烈抑制某些杂草生长，如稞麦和小麦残体均能有效杀死某些阔叶杂草。Dailay 等研究发现许多水稻品种对稗草和其他杂草具有他感抑制作用。高粱、向日葵、燕麦、大麦、小麦和苏丹草等残留秸秆或堆肥可显著抑制杂草生长，而高粱或苏丹草堆肥施于果园可减少杂草生物量 85% ~ 90% 且无副作用。Olofsdotter(1996)在 IRRI 筛选出 111 个水稻材料发现，旱季和雨季均有 13 个水稻品种表现出抑制杂草的他感效应，10 个水稻品系对稗草具有较强他感作用。埃及科学家 Hassan 1993 ~ 1996 年对水稻-稗草的化感研究发现，约 30 份材料可控制 50% ~ 90% 的稗草生长，10 余份材料对异型莎草有抑制作用，这些化感作用主要体现在抑制杂草发芽及三叶期生长。

2　化感作用开发潜力及其研究应注意问题

化感作用在现代农业中的开发潜力一是有助于克服连作障碍，连作障碍主要成因是作物根系或地上组织产生对本身生长具有潜在抑制作用的化感物质，化感作用研究有助于了解产生抑制作用的根本原因，为建立高效种植制度提供理论依据。如禾本科作物与豆科类作物轮作增强前后茬口间的互补性，弱化了连作障碍，明显提高作物产量，改善土壤理化性状。同时化感作用研究有助于秸秆资源化，通过适时适量秸秆还田和适宜的配套措施减少对下茬作物的不利影响，提高秸秆利用效率。二是有助于构建高效复合群体，间作套种使不同组分间存在互补和竞争作用，复合群体高产的根本保障是强化互补、弱化竞争，构建间套复合群体时应充分研究组分间可能产生的化感作用，将产生互补作用较强的作物组合在同一群体内。如豆科作物与禾谷类作物间套作可明显提高后者对 P、K、Ca 的吸收；洋葱和棉花间套种，前者分泌的挥发气体能抑制棉蚜生长；大蒜和油菜间作，大蒜素可大幅降低油菜菌柱病发生；豆科类根系分泌的氨基酸可被其他作物根系吸收，而其他作物分泌的部分酸类物质能被豆科作物吸收利用。三是有助于开发环保型农药和植物生长调节剂，植物化感物质来自于植物体，为天然的除草剂[10] 且是环境长期选择的结果，不会对环境造成不利影响，是未来农业中极具开发价值的环保型农药。目前生产中已有几例成功运用化感物质作除草剂，如桉树脑、根瘤生物毒素、独脚金酚和麦仙翁素等。现代农业生产中应用的许多化学调节剂已被证实为化感物质，如水杨酸、赤霉素、乙烯利等，植物体中可供开发的化感物质资源十分丰富，对其进行科学筛选必能发现生物活性更强的植物生长调节剂。

目前化感作用研究中应注意的问题一是正确选择生物测定方法，化感作用研究中存在许多说服力较强

的生物测定方法，但国内外表述化感效应的方法尚存在一定差异，给相互交流带来不便，故设计测定方法时可在严格遵循公认原则基础上，根据试验的特殊性加以选择和配置。二是确定化感物质来源，生态系统产生的化感物质种类较多，但对特定群体而言产生化感作用的物质可能是1种或少数几种，并可能来自自身分泌物、前茬作物残留物或其他物种。分清化感物质的真正来源，正确确定化感物质的受体与供体，才能模拟、了解自然界确实存在的化感现象及其机理并运用于现实生产。三是合理选择化感物质的分离和鉴定手段，现代科学技术为研究化感作用提供了先进的分离和测试手段，但尚需合理筛选与规划分离和鉴定的基本程序，如不能磨碎后提取鲜植物组织的化感物质，不能用有机溶剂提取证实淋溶的化感物质。分离化感物质要尽可能在自然状态下进行或尽可能使其所处环境与自然环境相似，以提高其可信度和应用价值。应联合多种方法进行化感物质的鉴定，GC-MS是目前公认的鉴定能力较强的方法之一。四是正确区分化感作用与其他效应，化感物质必须达到界限浓度时才能产生化感作用，自然界中单纯某一物质一般难以产生效应，但化感物质的累加和协同效应使界限浓度大幅下降，故研究中要区分化感物质的单一效应和累加效应。此外化感物质与逆境间产生的复合效应易被研究者忽视为化感物质的单一效应，渗透胁迫、酸碱等对植物体产生的抑制或破坏作用也易被误解为化感作用，要对其正确区分，深入研究，使化感作用在现代农业中发挥更大作用。

参 考 文 献

1 何水林，郑金贵，黎红志．种植制度中作物他感作用及其应用．中国集约型农作制可持续发展．南昌：江西科学技术出版社，2000．219

2 周志红．植物化感作用的研究方法及影响因素．生态学报，1999，18(1)：33～35

3 徐 涛，孔垂华，胡 飞．胜红蓟化感效应研究Ⅲ．挥发油对不同营养水平下植物的化感作用．应用生态学报，1999，10(6)：748～750

4 曾任森，骆世明．香茅、胜红蓟和三叶鬼针草植物他感作用的研究．华南农业大学学报，1993，14(4)：69～72

5 Chon C.H. Allelopathy in relation to agricultural productivity in Taiwan: problems and prospects. Allelopathy: Basic and Applied Aspects. London: Chapman and Hall, 1992. 179～203

6 Einhellig F.A. Mechanisms and modes of action of allelochemicals. The Science of Allelopathy. New York: Wiley and Sons, 1986. 173～178

7 Thorne R.L.Z. Autotoxic effects of old and new wheat straw in conventional-tillage and no-tillage wheat soil. Bot. Bull. Academia Sinica, 1990, 31: 35～49

8 Putnam A.R. Allelopathy chemicals, nature's herbicides in action. Chem and Eng News, 1983, 61(14): 34～35

9 Chandler J.M. Estimated losses of crops to weeds. Handbook of Pest Management in Agriculture. Boca Raton: CRC Press, 1981. 95～109

10 Perez P.J. Root exudates of wild oats: Allelopathic effect on spring wheat. Phytochemistry, 1991, 31(7): 2199～2202