

# 大豆残茬腐解液对大豆生长发育的自感效应<sup>\*</sup>

王树起 杨振明 韩丽梅

(解放军军需大学农副业生产系, 长春, 130062)

**摘要** 通过恒温腐解 1 个月所得的根茬腐解液处理大豆种子表明: 根茬腐解液显著地抑制了大豆种子的萌发, 表现在胚根长度显著降低, 抑制率达 41.79%。通过大豆腐解根茬盆栽试验表明: 与对照相比, 大豆腐解根茬降低了大豆的根系活力, 降低了大豆的抗逆性, 表现在(一萘胺氧化酶活性下降; 同时, 腐解根茬使大豆植株的生物膜结构受到破坏, 表现在叶片的相对电导率增加; 产量分析结果也表明: 腐解根茬的综合效应使大豆产量和百粒重都较对照降低, 差异极显著, 达 11.16%—24.61%。由此表明了大豆根茬腐解物(包括腐解的中间产物)是大豆连作的主要自感物质之一。

**关键词** 大豆连作障碍; 大豆残茬; 自感效应

中图分类号 S158.3 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2001)02-0089-05

大豆连作导致土壤微生态环境恶化、病虫害加剧、土壤营养失调、植物生长发育受阻、产量和品质下降, 已成为限制大豆高产的主要障碍因素之一, 早已为生产实践和科学研究所证实<sup>[1, 2]</sup>。关于大豆连作障碍机理, 国内外学者从不同角度进行了探讨<sup>[3~14]</sup>, 研究报道也较多<sup>[8, 9, 10]</sup>。但对于大豆残茬对大豆自身生长发育的影响少有报道<sup>9, 10]</sup>。本文主要研究大豆残茬对大豆生长发育的自感效应, 探讨大豆连作障碍的机理, 以图在生产上解决大豆连作障碍问题提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 大豆根茬腐解液(SSDL)的提取

大豆根茬粉碎消毒后按 1:1 加入蒸馏水, 并加入少量新鲜根际土壤以接种微生物, 于 25℃下恒温腐解一个月, 搅拌后过滤, 滤液即根茬腐解液。

### 1.2 根茬腐解液对大豆种子萌发的影响

将获取的根茬腐解液按腐解液: 蒸馏水=1:1、1:10、1:100、1:1000、1:1500、1:2000、1:5000 配成不同系列浓度的溶液, 以蒸馏水为对照, 分别注入铺有 3 层滤纸的培养皿中各 20ml, 每皿中放 10 粒经消毒的大豆种子, 品种为长农 5 号, 然后置于 25℃恒温培养箱中培养, 5 天后, 测量大豆胚根长度, 各处理

均重复 3 次。

### 1.3 大豆根茬对大豆生长发育的影响

采用土培试验, 土壤为草甸黑土, 每钵装土 12.5kg。试验设施用腐解根茬(DS, 根茬于 25℃下腐解一个月)及未腐解根茬(NDS)两个处理。按土重的 1.8% 加入根茬即每钵加根茬 225g (以风干根茬计), 并施尿素 0.38g/钵, 磷酸二铵 3.12g/钵, 每一处理重复 12 次。肥料、根茬及盆土混匀后播种大豆(品种为长农 5 号), 每盆定苗三株。分别于苗期(播后 55 天)、花荚期(播后 90 天)、鼓粒期(播后 125 天)采集植株样品和土壤样品, 每次三钵。测定植株及根系鲜重、干重、根系活力、叶片相对电导率等指标, 最后收获考种、测产。

### 1.4 测定方法

植株样品采集后, 先分别测定根系和地上部鲜重, 再烘干测其干重;

根系活力 无水对氨基苯磺酸—亚硝酸钠比色法<sup>[15]</sup>;

相对电导率 赵可夫等人的电导率测定方法<sup>[16]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 大豆根茬腐解液对大豆种子萌发的影响

\* 收稿日期: 2001-04-13

基金项目: 国家“九·五”重中之重科技攻关项目 95-01-05-03 中的部分研究内容。

作者简介: 王树起(1968—), 男, 硕士, 主要从事植物营养与逆境调控机理研究。

根茬腐解液的不同处理, 尽管浓度不同, 但对大豆种子萌发的影响表现出一致的规律性, 即均降低了大豆胚根的长度。由表 1 可以看出, 大豆根茬腐解液及其不同系列浓度溶液与对照相比, 均对大豆种子的萌发产生了不同程度的抑制作用。当稀释倍

数超过 1000 倍时, 即 1500—5000 倍范围内, 对胚根的抑制作用与对照相比无显著差异, 抑制率为 0.90—6.27%; 而稀释倍数在 1—1000 范围内时, 则产生显著或极显著的抑制作用, 抑制率为 14.93—41.79%。

表 1 大豆根茬腐解液对大豆种子萌发的影响

Table 1 Effect of decomposed liquids from soybean stubs on seeds germination

处理 Treatment	胚根长 Radicle length (cm/ 5day)	差异显著性 Significance		抑制率 * Inhibition (%)	处理 Treatment	胚根长 Radicle length (cm/ 5day)	差异显著性 Significance		抑制率 * Inhibition (%)
		5%	1%				5%	1%	
CK	3.35±0.39	(a	A)	**	1:1000	2.85±0.26	(b	AB)	14.93
根茬腐解液 1:5000	3.32±0.30	(a	A)	0.90	根茬腐解液 1:100	2.64±0.28	(c	B)	21.19
SSDL 1:2000	3.27±0.26	(a	A)	2.39	SSDL 1:10	2.31±0.18	(d	C)	31.04
1:1500	3.14±0.18	(a	A)	6.27	1:1	1.95±0.22	(e	D)	41.79

\* 抑制率 ( % ) = ( 处理胚根长度 - 对照胚根长度 ) / 对照胚根长度 × 100  
\* Inhibition ( % ) = ( Radicle length of treatment - radicle length of control ) / radicle length of control × 100

同时表明, 随着根茬腐解液浓度的稀释, 对大豆胚根伸长的抑制作用减弱。根茬腐解液稀释为 1 : 1500 时, 对大豆胚根伸长的抑制作用明显降低, 仅为 6.27%, 差异不显著; 稀释为 1 : 2000 和 1 : 5000 时, 与对照间基本上没有差异, 对大豆胚根伸长不产生抑制作用。大豆根茬腐解液在一定浓度下对大豆自身发芽的抑制作用, 很可能是由于大豆根茬腐解后产生了某种(些)化感(有毒)物质所致。不过田间大豆收获后, 其根茬残留于土壤中, 经过腐解后能否达

到试验中产生显著差异的浓度, 还需经过试验进一步验证。

2. 2 大豆根茬对大豆生长发育的影响

2. 2. 1 大豆根茬对大豆根系生长及活力的影响  
植物对养分的吸收主要是通过根系进行的, 根系是植物吸收养分和水分最活跃的器官, 根系量的多少和根系活力的强弱直接影响植物对养分和水分的吸收利用。

表 2 大豆根茬对根系干重(g/ plant)及根系活力(ug/g·h)的影响

Table 2 Effect of soybean stubs on the dry weight and the root activity

时期 Stage	处理 Treatment	根干重 Root dry Wt. (g/ plant)	增减± Increase or decrease (%)	根系活力 Root activity (ug/ g·h)	增减± Increase or decrease (%)	根干重平均 每天增加量 (mg/ day)
苗期 Seedling	CK	0.58		0.61 (a A) *		
	腐解根茬(DS)	0.48	-17.24	0.50 (b B)	-18.03	
	未腐解根茬(NDS)	0.55	-5.17	0.44 (b B)	-27.87	
花荚期 Flowering— podding	CK	3.33		1.04 (a A)		76.80
	腐解根茬(DS)	3.02	-9.31	0.88 (b B)	-15.38	71.80
	未腐解根茬(NDS)	3.15	-5.41	0.92 (b B)	-11.54	72.00
鼓粒期 Filling	CK	2.57				
	腐解根茬(DS)	1.99	-22.57			
	未腐解根茬(NDS)	2.53	-1.56			

\* 表中大小写字母分别为 α=0.05 和 α=0.01 时的差异显著性。  
\* Means significant difference at 5% and 1% level by least significant difference test

从表 2 可以看出, 在大豆生长的不同时期, 腐解与未腐解根茬均对大豆根系的生长产生抑制作用, 表现干重较对照降低 1.57%—22.57%; 根系活力下降, 比对照降低 11.54%—27.87%; 而且根系生长速率也降低, 从苗期到花期, 两处理根系干重较对照平

均每天分别减少 5.0mg 和 4.8mg。

在其他试验条件相对一致的情况下, 根茬的这种抑制作用可能与根茬本身腐解后产生的腐解产物(化感物质)有密切关系。这与王光华、许艳丽报导的根浸提液具有生化化感现象、根残体具有自毒作

用的结论是一致的<sup>[9-10]</sup>。

### 2. 2. 2 根茬对大豆地上部生物量及叶片相对电导率的影响

从表 3 结果可以看出, 在大豆生长的不同时期, 添加腐解、未腐解根茬的两种处理都降低了大豆地上部的生物产量, 其干重降低了 0. 58%—29. 41%。其中苗期降低幅度最大, 为 20. 92%—29. 41%, 说明残茬对大豆生长发育的影响主要发生在苗期。而且植株每天的生长速率也较对照下降, 从苗期到花荚期:  $V_{CK} = 0. 19\text{g/day}$ ,  $V_{腐} = 0. 18\text{g/day}$ ,  $V_{未腐} = 0. 15\text{g/day}$ 。大豆生物产量是经济产量的基础, 要获得较高的经济产量, 必须要有较高的生物产量, 当大豆生长发育受到毒害时, 其生物产量就会降低, 从而影响到经济产量的提高。结果分析表明, 腐解根茬

及未腐解根茬间接降低了大豆的经济产量。

同时看出, 无论在常温条件下还是经冷冻(—20℃)处理后, 腐解根茬和未腐解根茬均增加了大豆叶片的相对电导率。正常条件下叶片相对电导率增加 4. 16%—86. 78%, 冷冻条件下叶片相对电导率增加 9. 92%—62. 61%。两种处理表现出相一致的规律, 即相对电导率增加的幅度为: 腐解根茬> 未腐解根茬> 对照。叶片相对电导率是生物膜研究的一项重要指标, 它可以表示细胞膜透性的大小, 当质膜的选择透性因逆境伤害而明显改变或丧失时, 细胞内的物质(尤其是电解质)大量外渗, 从而引起组织浸泡液的电导发生变化。试验结果表明腐解根茬及未腐解根茬降低了细胞膜的稳定性, 使细胞膜结构受到伤害, 降低了大豆植株抵抗低温伤害的能力。

表 3 大豆根茬对大豆地上部生物量(g/plant)及叶片相对电导率(%)的影响

Table 3 Effect of the soybean stubs on the biomass and the relative electric conductivity of the leaves

时期 Stage	处理 Treatment	株干重 Shoot dry Wt. (g/plant)	增减± Increase or decrease (%)	植株平均 每天增加量 (mg)	叶片相对电导率 Leaf relative electric conductivity(%)	
					常温 Normal Temp.	冷冻 Freezing(—20℃)
苗期 Seedling	CK	1. 53		38. 50	1. 47	23. 29
	腐解根茬(DS)	1. 08	—29. 41	7. 50	2. 14	25. 60
	未腐解根茬(NDS)	1. 21	—20. 92	30. 25	2. 74	21. 77
花荚期 Flowering— podling	CK	14. 88		198. 4	10. 06	15. 38
	腐解根茬(DS)	14. 43	—3. 02	192. 4	113. 53	25. 01
	未腐解根茬(NDS)	12. 29	—17. 41	163. 9	9. 85	18. 61
鼓粒期 Filling	CK	17. 31		157. 4	8. 98	6. 74
	腐解根茬(DS)	15. 33	—11. 43	139. 4	12. 29	9. 91
	未腐解根茬(NDS)	17. 21	—0. 58	156. 6	9. 26	7. 88

### 2. 2. 3 大豆根茬对大豆产量构成因素的影响

施用大豆腐解根茬与未腐解根茬, 对大豆产量有显著的影响, 结果见表 4。可以看出, 大豆腐解根茬与未腐解根茬明显降低了盆栽大豆的产量, 其中腐解根茬使大豆减产 11. 16%, 未腐解根茬使大豆产

量降低 24. 61%, 而且未腐解根茬使产量降低的幅度更大。同时看出, 施用腐解根茬及未腐解根茬降低了盆栽大豆的株高, 株高是大豆经济产量的外观表现。另外, 从主茎节数、单株荚数、粒数和百粒重等指标上看, 施用根茬处理后, 数值都较对照有所降

表 4 大豆根茬对盆栽大豆考种指标及产量(g/pot)的影响

Table 4 Effect of soybean stubs on yield of the pot soybean

处理 Treatment	株高 Plant height (cm)	分枝数 Branches/plant (个)	节数 Nodes/plant (个)	荚数 Pods/plant (个)	粒数 Seeds/plant (个)	百粒质量 100-seeds Wt. (g)	平均产量 Avg. yield (g/pot)
对照	66. 4	2. 25	18. 0	27. 6	68. 5	17. 25	29. 75
CK±6. 00	±1. 46	±1. 22	±15. 58	±17. 4			
腐解根茬	63. 4	1. 33	16. 7	24. 4	61. 3	14. 67	26. 43
DS	±5. 69	±1. 60	±1. 27	±8. 57	±38. 6		
未腐解根	65. 7	1. 11	17. 0	21. 6	59. 4	13. 86	22. 43
茬 NDS	±4. 60	±0. 99	±1. 07	±5. 74	±44. 4		

低。其中主茎节数较对照减少 1. 3 个和 1. 0 个。大豆茎秆节数多, 形成花芽就多, 同一品种节数减少,

意味着荚数减少,从大豆高产形态特点来讲,增加主茎节数是获得高产的有效途径<sup>[1]</sup>;株荚数是产量构成的主要因素,处理比对照减少3.2个和6.0个;单株粒数较对照减少7.2个和9.1个,最后反映到产量上,使大豆减产。所以连作大豆由于上茬大豆根茬残留于土壤中,经过腐解后对下茬大豆种子萌发及生长有毒害作用,是导致大豆连作减产的主要因素之一。

至于大豆根茬腐解后所产生化感物质的种类、数量以及其对大豆自身萌发和生长发育所产生的影响,我们将在今后的试验中经过鉴定后再做报导。

### 3 结论

3.1 大豆根茬恒温培养一个月的腐解液对大豆种子萌发生产生强烈的抑制作用,对大豆胚根伸长的抑制率为41.79%,其系列浓度溶液的抑制率为0.90%—31.04%。

3.2 大豆根茬对下茬大豆生长发育产生显著影响,表现在:(1)大豆根茬降低了大豆根系的干重和根系活力,降低幅度为5.17%—22.57%和11.54%—27.87%;(2)大豆腐解根茬降低了大豆生物量,达11.43%—29.41%;增加了叶片相对电导率,其中常温条件下增加4.16%—86.78%,冷冻条件下增加9.92%—62.61%,使生物膜结构受到破坏,抗低温能力降低;(3)大豆根茬使大豆产量降低,减产11.16%—24.61%,差异极显著。

3.3 生产上应采取一定的调控措施以避免大豆根茬的自身毒害作用;对连作大豆收获后应实行翻地措施,使大豆根茬均匀分布于土壤中,避免耕层土壤中根茬过于集中,腐解产物积累,使大豆种子萌发和

生长发育受到伤害。

### 参 考 文 献

- 1 于广武,许艳丽,刘晓冰.大豆连作障碍机理研究初报[J].大豆科学,1993,12(3):237—242
- 2 杨庆凯.黑龙江省大豆重迎茬问题及对策[J].大豆科学,1994,13(2):159—163
- 3 于贵瑞.大豆向日葵等作物连作障碍与轮作效应机理的研究初报[J].生态学杂志,1988,7(2):1—8
- 4 平野晓.作物の连作障碍[R].农业渔村文化协会,1977,49—78
- 5 王震宇,王英祥,陈祖仁.重茬大豆生长发育障碍机制初探[J].大豆科学,1991,10(1):31—36
- 6 计钟程.大豆重迎茬减产的主要原因及对策[J].土壤通报,1990,21(2):76—86
- 7 刘晓冰,于广武.大豆连作效应分析[J].农业系统科学与综合研究,1990,3:40—44
- 8 许艳丽,韩晓增.大豆重迎茬研究[C].哈尔滨工程大学出版社,1995
- 9 王光华,许艳丽.大豆根残体对大豆生长的影响[C].大豆重迎茬研究,哈尔滨工程大学出版社,1995 84—86
- 10 王光华,许艳丽.大豆根浸提液生化他感现象的研究[C].大豆重迎茬研究,哈尔滨工程大学出版社,1995,73—77
- 11 许艳丽,王光华,韩小增.重迎茬对大豆生长发育及产量和品质影响的研究[C].大豆重迎茬研究,哈尔滨工程大学出版社,1995,95—100
- 12 Patterson. D. T. Effects of allelopathic chemicals on growth physiological responses of soybean[J]. Weed Science, 1981, 29(1): 53—58
- 13 Agnes d'arcy—lameta. Study of soybean and lentil root exudates[J]. Plant and Soil, 1986, 9(2): 113—123
- 14 Granato T C, Benwvart W L, Porter P W. Effect of variety and stage of growth on potential allelochemic compounds in soybean roots [J]. Journal of Chemical Ecology, 1983, 9(8): 1281—1230
- 15 张志良主编.植物生理学实验指导[M].高等教育出版社,1990
- 16 邹琦主编.植物生理生化实验指导[M].中国农业出版社,1995

## THE AUTOPATHY OF DECOMPOSED LIQUIDS OF SOYBEAN STUBSON THE GROWTH OF SOYBEAN

Wang Shuqi Yang Zhengming Han Limei

(Agronomy Department of the Quartermaster University of PLA, Changchun, 130062)

**Abstract** In this study, soybean seeds were treated by decomposed liquids from soybean stubs under fixed temperature treatment for one month. The result shows that, the decomposed liquids inhabit the germination of soybean seeds significantly. The rates for five days reach 41.79%. In pot experiment, mixing earth with soybean stubs, shows that, compared with control, decomposed stubs reduced the soybean roots activities and adverse resistance which embody in dropping alpha—naphthylamine oxidase. At the same time, the decomposed stubs

damage the structure of biomembranes which embody in increasing of the leaves relative electric conductivity. Depending on the results of yield analysis, the decomposed stubs can reduce yield and 100—seed weight than that of the control, the difference is significant, reaching 11.16%—24.61%. This shows that the decomposed compounds from soybean stubs are one of the main autopathic compounds of soybean continuous cropping.

**Key words** Soybean monocropping barriers; Soybean stubs; Autopathy

# 《大豆科学》征稿简则

《大豆科学》是黑龙江省农业科学院主办的大豆专业学术性期刊,作为我国大豆学术界唯一的学报,现已收入国内外重要数据库和文摘刊物收录文献源的重点核心期刊。国内外公开发行,大 16 开 80 页。它是以大豆作物为主体,论述大豆作物本身问题的农业科学刊物,反映我国大豆科学的最新研究成果。主要刊登有关大豆遗传育种、品种资源、生理生态、耕作栽培、植物保护、营养施肥、大豆生物技术和大豆食品加工等方面的学术论文、科研报告、研究简报、国内外研究述评、学术活动简讯和新品种介绍等。读者对象是从事大豆科学研究、生产的科技工作者和大专院校师生。

本刊要求来稿:

1. 内容充实、数据可靠、论文有据、文字精练。每篇论文一般在 6000 字以内(包括图表及图版)。在文前写 300—500 字中文摘要,文后附 300—500 词的英文摘要。中英文摘要后请附 3—5 个关键词。研究简报不要超过 3 000 字。研究简报、综述不要英文摘要,但须英文题目,单位及作者姓名。英文摘要中的作者姓名和我国地名请用汉语拼音字母书写。
  2. 文稿要求计算机激光打印(A4),量和单位按国家法定计量单位以及国际标准中关于量和单位的规定书写。基金项目请注明。首页下方请附第一作者简介,姓名(出生年—)性别、职称、学位及研究方向。
  3. 文稿中图表尽量精简,只附最必要的。图和表中所有中文均需附英文对照,图上数字与文字一律用 6 号字,线条要均匀、清晰,表需制成三线表,照片要清晰,层次分明。
  4. 参考文献选主要的列入,未公开发表不要引入,如期刊写明作者,文献题名,文献代码刊名,出版年,卷(期);起—止页。著作:著者,书名代码,版本(第一版不著录)、出版地,出版者,出版年,起—止页。著作者不超过 3 位时,全部著录,责任者超过了 3 位时,只著录前 3 位责任者,其后加“等”。参考文献引文题名后标明参考文献类型,各类文献代码分别为:专著[M],论文集[C],报纸文章[N],期刊文章[J],学位论文[D],报告[R],标准[S],专刊[P]。
  5. 本刊只接受未曾公开发表过及未曾投寄其它出版社的论文,请勿一稿两投。
  6. 对选用的稿件本刊有权做适当文字删改,或退请作者修改,来稿刊登与否由编委会审定。文章通过终审后,请提供软盘,可用 Word, WPS, 北大方正等格式。稿件一经刊出,按篇酌付稿酬,并赠送 2 本样刊。
- 来稿请寄: 哈尔滨市南岗区学府路 368 号《大豆科学》编辑部。
- 邮政编码: 150086      电话: 0451—6668735