

大豆根系浸提液对茎瘤芥种子萌发和幼苗生长的化感作用

周先容^{1,2}, 江 波^{1,2}, 龚小华¹, 肖春红¹, 熊婷婷¹, 周 林¹, 牛贤宇¹

(1. 长江师范学院 生命科学与技术学院, 重庆 涪陵 408100; 2. 武陵山区特色资源开发与利用研究中心, 重庆 涪陵 408100)

摘 要:采用室内生物测定方法,研究了不同质量浓度的大豆根系浸提液(10,20,40,80 g·L⁻¹)对3个茎瘤芥品种(永安小叶、涪杂2号和涪杂5号)种子萌发和幼苗生长的化感作用。结果表明:大豆根系浸提液对茎瘤芥具有明显的化感效应,包括促进、抑制和“低促高抑”3种化感作用类型,并具有品种效应和浓度效应。不同浓度的大豆根系浸提液对永安小叶和涪杂2号种子萌发的影响表现为促进作用,而对涪杂5号种子萌发则表现为“低促高抑”的规律;对涪杂2号幼苗根长为抑制作用,但对永安小叶和涪杂5号幼苗根长则呈“低促高抑”的规律;对3个茎瘤芥品种的幼苗苗高和生物量具有促进作用,且随着浸提液浓度的升高而增强。从综合化感效应来看,大豆根系浸提液对3个茎瘤芥品种总体上为促进作用,且对永安小叶的促进作用最大。因此,永安小叶是大豆最佳的接茬品种。

关键词:大豆;茎瘤芥;种子萌发;幼苗生长;化感作用

中图分类号:S565.1; S637.3 文献标识码:A DOI:10.11861/j.issn.1000-9841.2016.01.0074

Allelopathic Effects of Soybean Root Extracts on Seed Germination and Seedling Growth of Tumorous Stem Mustard (*Brassica juncea* var. *tumida*)

ZHOU Xian-rong^{1,2}, JIANG Bo^{1,2}, GONG Xiao-hua¹, XIAO Chun-hong¹, XIONG Ting-ting¹, ZHOU Lin¹, NIU Xian-yu¹

(1. College of Life Science and Technology, Yangtze Normal University, Fuling 408100, China; 2. Research Center for Development and Utility of Unique Resources in the Wulingshan Region, Fuling 408100, China)

Abstract: The allelopathic effects of different concentrations of aqueous extract of soybean roots on seed germination and seedling growth of three varieties of tumorous stem mustard were studied indoors using a bioassay method. The results showed that the soybean root extracts had significantly allelopathic effects on tumorous stem mustard, it included three different types of allelopathy, promotion, inhibition, low-promoting and high-inhibiting. What's more, it was relevant to the varieties of tumorous stem mustard, concentration of aqueous extracts. The different concentrations of soybean root extracts had allelopathic promotion on the seed germination of Yonganxiaoye and Fuza 2, but the seed germination of Fuza 5 exhibited low-promoting and high-inhibiting. The soybean root extracts exhibited inhibitory effects on the root length of Fuza 2, but the root length of Yonganxiaoye and Fuza 5 exhibited low-promoting and high-inhibiting. The seedling height and biomass of three varieties were promoted by all test concentrations, and increased with the increase of the concentration. According to the synthetic allelopathic effects, soybean root extracts had allelopathic promotion effects on the three varieties of tumorous stem mustard in general, and the promotion effect of Yonganxiaoye is the most obvious. Therefore, Yonganxiaoye is the best variety planting after soybean.

Keywords: Soybean; Tumorous stem mustard; Seed germination; Seedling growth; Allelopathy

化感作用(Allelopathy)是指由植物或微生物通过向周围环境中释放化学物质影响邻近植物或微生物生长发育的化学生态学现象^[1],化感作用作为种间生存竞争的一种特殊形式广泛存在于自然界,对农林业生产有重要的影响,在农作制度制定、农田杂草控制、作物病虫害防治以及缓解连作障碍危害等方面起着重要的作用^[2]。近年来,作物化感作用研究已成为农业生态学研究的最活跃领域之一^[3]。作物化感作用的理论研究和实践应用对于建立合理的耕作制度和可持续发展农业体系具有重要意义^[4-5]。

茎瘤芥(*Brassica juncea* var. *tumida*)是我国特有的蔬菜品种,是加工榨菜的原料作物。重庆涪陵是我国茎瘤芥的主要产区,榨菜产业是该地区农村经济的传统支柱产业、优势产业。在生产实践中,茎瘤芥的种植模式以“粮菜轮作”为主,其中茎瘤芥与大豆轮作是茎瘤芥的种植模式之一。已有研究表明,大豆根系分泌物、根茬腐解物、地上部水浸液中存在的酚类、醛类、烃类、酯类、苯类、醇类、酮类、有机酸等化感物质对自身种子萌发和幼苗生长具有明显的化感抑制作用^[6-11],大豆自毒作用与其连作障碍有着密切的关系。在大豆化感作用的研究中,

侯永侠等^[12]发现大豆秸秆浸提液对辣椒种子萌发有很强的抑制作用,大豆秸秆腐解液则促进辣椒种子萌发;张顺捷等^[13]发现大豆根系分泌物能够促进小麦种子萌发,但抑制玉米、白菜种子萌发;李翠萍^[14]发现大豆根系分泌物促进马铃薯块茎萌发和萌芽生长。因此,大豆化感作用的对象不同,其化感效应可能存在一定的差异。研究大豆化感作用,不仅有助于揭示大豆重茬障碍机理,而且对茬口的合理选择和种植制度的优化具有重要作用。本试验以重庆涪陵榨菜种植区常栽培的 3 个茎瘤芥品种种子为受体,研究大豆根系水浸液对茎瘤芥种子萌发和幼苗生长的化感作用,旨在揭示大豆对茎瘤芥的化感效应及茎瘤芥不同品种的化感响应,为深入研究大豆化感作用以及发展高效的大豆-茎瘤芥轮作栽培模式提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试大豆品种为贡选 1 号,由四川省自贡市农科所选育,其株型紧凑,耐肥性强,抗倒伏,适宜川渝低海拔地区种植,是重庆地区主推的夏大豆品种之一。供试茎瘤芥品种为永安小叶、涪杂 2 号、涪杂 5 号,由重庆市渝东南农业科学院和重庆市涪陵榨菜研究所选育,是涪陵榨菜种植区的主推品种。

1.2 方法

1.2.1 大豆根系浸提液制备 在重庆涪陵区义和镇种植大豆的田间,随机挖取新鲜的花荚期大豆植株,收集根系并用清水洗净,放在室内通风处自然风干,然后剪成 5 mm 左右的小段,称取 80 g 材料于试剂瓶中,加入 1 000 mL 蒸馏水浸提 48 h,期间间歇振荡,粗提液经 2 层纱布和 2 层滤纸过滤,即得到质量浓度为 80 g·L⁻¹ 的大豆根系浸提液母液。用蒸馏水将母液稀释为浓度梯度为 10,20,40,80 g·L⁻¹ 的处理液备用。

1.2.2 种子萌发试验 选取籽粒饱满、大小基本一致的茎瘤芥种子,用 0.5% 高锰酸钾溶液消毒 3 min,用蒸馏水清洗数次。将种子均匀播于垫有 2 层滤纸的直径为 15 cm 培养皿中,每皿 80 粒,分别加入质量浓度为 10,20,40,80 g·L⁻¹ 的浸提液 15 mL,以蒸馏水培养作对照(CK),3 次重复。于白天 25℃、湿度 70%、光照 3 000 lx (10 h),夜晚 15℃、湿度 80%、黑暗(14 h)的人工气候箱中培养 7 d,每天适当补充浸提液和蒸馏水以保持滤纸湿润。每天定时观察记录发芽种子数(以胚根突破种

皮并达种子长度的 1/2 为发芽标准)。

1.2.3 幼苗生长试验 将经过消毒的茎瘤芥种子用蒸馏水浸种催芽,待种子发芽后选取萌发基本一致的种子播于垫有一层纱布和 2 层滤纸的直径为 15 cm 培养皿中,播种数量、培养条件、重复处理与种子萌发实验相同。7 d 后从每个培养皿中随机选取 30 株幼苗测量苗高和根长,称取干重,取平均值。

1.2.4 计算公式

发芽率 (GR, %) = 7 d 内发芽种子数/供试种子总数 × 100

化感效应指数 (RI) = 1 - C / T (T ≥ C) 或 RI = T / C - 1 (T < C)

其中 C 为对照值,T 为处理值。当 RI ≥ 0 时,为促进作用;当 RI ≤ 0 时,为抑制作用,RI 绝对值的大小表示化感作用强度^[15]。综合化感效应 (SE) 为发芽率、根长、苗高、生物量的化感效应指数的算术平均值^[16]。

1.3 数据分析

采用 Excel 2003 软件进行数据处理,DPS 11.50 软件进行数据统计分析,LSD 多重比较方法进行差异显著性检验^[17]。

2 结果与分析

2.1 大豆根系浸提液对茎瘤芥种子发芽率的影响

由表 1 可以看出,不同浓度的大豆根系浸提液对 3 个茎瘤芥品种种子的萌发均产生化感效应,除 80 g·L⁻¹ 处理涪杂 5 号表现出轻微的抑制作用外,其余浓度对茎瘤芥种子发芽率的影响均表现为促进作用。随着浸提液浓度增高,不同茎瘤芥品种种子发芽率的变化规律不一致,永安小叶和涪杂 5 号的发芽率呈现先上升后下降的趋势,当浸提液浓度为 20 g·L⁻¹ 时,永安小叶和涪杂 5 号的发芽率达到最大值,均受到极显著的促进作用 ($P < 0.01$),与对照相比分别增加了 10.61% 和 25.15%;浸提液浓度高于 40 g·L⁻¹ 时,这种正向的化感效应随着浸提液浓度的增加又逐渐下降;浸提液浓度达 80 g·L⁻¹ 时,涪杂 5 号种子的发芽率受到抑制,但未达到显著水平 ($P > 0.05$)。涪杂 2 号种子的发芽率总体上随着浸提液浓度的增高而上升,但各浓度处理与对照相比均未达到显著水平。综合比较大豆根系浸提液对茎瘤芥种子发芽率的化感效应指数 (RI),其对茎瘤芥种子发芽率的促进作用顺序为:涪杂 5 号 > 永安小叶 > 涪杂 2 号。

表 1 大豆根系浸提液对茎瘤芥种子发芽率的影响

Table 1 Effect of soybean root extracts on the seed germination rate of tumorous stem mustard

浸提液浓度 Concentration of extract/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	永安小叶 Yonganxiaoye		涪杂 2 号 Fuza 2		涪杂 5 号 Fuza 5	
	发芽率	RI	发芽率	RI	发芽率	RI
	Germination rate/%		Germination rate/%		Germination rate/%	
0	82.500 ± 3.146 bB	—	93.333 ± 3.703 aA	—	69.583 ± 2.917 cB	—
10	84.167 ± 4.229 bAB	0.0198	94.167 ± 3.411 aA	0.0089	81.107 ± 0.736 bA	0.1421
20	91.250 ± 1.909 aA	0.0959	95.417 ± 0.417 aA	0.0218	87.083 ± 1.502 aA	0.2010
40	85.020 ± 2.165 abAB	0.0296	94.667 ± 1.667 aA	0.0141	70.417 ± 3.529 cB	0.0118
80	85.000 ± 5.6375 abAB	0.0294	95.833 ± 0.417 aA	0.0261	69.167 ± 3.583 cB	−0.0060
平均 Mean	—	0.0437	—	0.0177	—	0.0872

表中同列数值后不同大、小写字母分别表示在 0.01 和 0.05 水平上差异显著,下同。

The different capital and lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.01 and 0.05 level, respectively. The same below.

2.2 大豆根系浸提液对茎瘤芥幼苗苗高的影响

不同浓度的大豆根系浸提液对 3 个茎瘤芥品种幼苗苗高均有明显的促进作用,且随着浸提液浓度的升高而增强(表 2)。各浓度浸提液处理下,永安小叶和涪杂 2 号苗高变化与对照相比均达到极显著水平,质量浓度为 $80\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,与对照相比分别增加

了 79.01% 和 70.55%;当浸提液浓度高于 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,对涪杂 5 号苗高的促进作用达到显著和极显著水平,质量浓度为 $80\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,与对照相比增加了 45.98%。根据大豆根系浸提液对 3 个茎瘤芥品种幼苗苗高的化感效应指数,其对茎瘤芥苗高的化感促进作用顺序为:涪杂 2 号 > 永安小叶 > 涪杂 5 号。

表 2 大豆根系浸提液对茎瘤芥幼苗苗高的影响

Table 2 Effect of soybean root extracts on the height of tumorous stem mustard seedling

浸提液浓度 Concentration of extract/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	永安小叶 Yonganxiaoye		涪杂 2 号 Fuza 2		涪杂 5 号 Fuza 5	
	苗高	RI	苗高	RI	苗高	RI
	Seedling height/cm		Seedling height/cm		Seedling height/cm	
0	2.163 ± 0.094 cB	—	2.187 ± 0.113 bB	—	2.747 ± 0.116 bB	—
10	3.020 ± 0.090 bA	0.2838	3.057 ± 0.095 aA	0.2846	2.893 ± 0.037 bB	0.0505
20	3.097 ± 0.116 bA	0.3016	3.520 ± 0.015 aA	0.3787	3.067 ± 0.238 bB	0.1043
40	3.470 ± 0.125 aA	0.3767	3.547 ± 0.132 aA	0.3834	3.880 ± 0.326 aA	0.2920
80	3.872 ± 0.143 aA	0.4414	3.730 ± 0.325 aA	0.4137	4.010 ± 0.196 aA	0.3150
平均 Mean	—	0.3509	—	0.3651	—	0.1905

2.3 大豆根系浸提液对茎瘤芥幼苗根长的影响

由表 3 可以看出,大豆根系浸提液对 3 个茎瘤芥品种幼苗根长的化感效应存在 2 种作用类型,对永安小叶和涪杂 5 号幼苗根长的化感作用表现为低浓度促进、高浓度抑制,对涪杂 2 号则为抑制作用。在低浓度范围内(10 和 $20\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$),大豆根系浸提液对茎瘤芥不同品种的化感作用不同,随着浸提液浓度升高,对永安小叶根长的促进作用呈下降趋势,对涪杂 2 号根长的抑制作用加剧,对涪杂 5 号根长

的化感作用由促进转为抑制。当浸提液浓度高于 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,大豆根系浸提液对 3 个茎瘤芥品种根的生长均有抑制作用,且随着浸提液浓度的升高而增强,浸提液浓度达 $80\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,永安小叶、涪杂 2 号和涪杂 5 号的根长与对照相比分别降低了 22.05%、48.73% 和 24.42%。在相同浓度作用下,大豆根系浸提液对涪杂 2 号根长的抑制效应最强,且各浓度处理下的根长变化与对照相比均达到极显著水平。

表 3 大豆根系浸提液对茎瘤芥幼苗根长的影响

Table 3 Effect of soybean root extracts on the root length of tumorous stem mustard seedling

浸提液浓度 Concentration of extract/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	永安小叶 Yonganxiaoye		滂杂 2 号 Fuza 2		滂杂 5 号 Fuza 5	
	根长 Root length/cm	RI	根长 Root length/cm	RI	根长 Root length/cm	RI
0	4.267 \pm 0.135 bB	–	6.997 \pm 0.285 aA	–	4.767 \pm 0.511 aA	–
10	5.507 \pm 0.205 aA	0.2252	5.180 \pm 0.095 bB	–0.2597	4.847 \pm 0.325 aA	0.0165
20	4.353 \pm 0.321 bB	0.0196	4.887 \pm 0.078 bBC	–0.3016	4.550 \pm 0.131 abA	–0.0455
40	3.660 \pm 0.249 bB	–0.1423	4.053 \pm 0.164 cCD	–0.4208	3.883 \pm 0.299 abA	–0.1854
80	3.326 \pm 0.156 bB	–0.2205	3.587 \pm 0.409 cD	–0.4874	3.603 \pm 0.151 bA	–0.2385
平均 Mean	–	–0.0295	–	–0.3674	–	–0.1132

由 2.2 和 2.3 分析可知,大豆根系浸提液对茎瘤芥根长和苗高的化感效应几乎呈现出相反的作用类型,对根长的化感效应主要为抑制作用,其次为促进作用,而对苗高的化感效应为促进作用。

2.4 大豆根系浸提液对茎瘤芥幼苗生物量的影响

不同浓度的大豆根系浸提液对 3 个茎瘤芥品种幼苗生物量均有明显的促进作用,且随着浸提液浓度的升高而增强(表 4)。各浓度浸提液处理下,永安小叶幼苗干重与对照相比均达到极显著水平,质

量浓度为 80 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,与对照相比增加了 41.29%。当浸提液浓度高于 20 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,滂杂 2 号和滂杂 5 号幼苗干重变化与对照相比达到显著或极显著水平,质量浓度为 80 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,与对照相比分别增加了 33.38% 和 32.08%。根据大豆根系浸提液对 3 个茎瘤芥品种幼苗干重的化感效应指数,其对茎瘤芥生物量的化感促进作用顺序为:永安小叶 > 滂杂 5 号 > 滂杂 2 号。

表 4 大豆根系浸提液对茎瘤芥幼苗生物量的影响

Table 4 Effect of soybean root extracts on the biomass of tumorous stem mustard seedling

浸提液浓度 Concentration of extract/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	永安小叶 Yonganxiaoye		滂杂 2 号 Fuza 2		滂杂 5 号 Fuza 5	
	干重 Dry weight/mg	RI	干重 Dry weight/mg	RI	干重 Dry weight/mg	RI
0	1.240 \pm 0.015 bB	–	1.357 \pm 0.038 cC	–	1.353 \pm 0.034 bC	–
10	1.577 \pm 0.055 aA	0.2137	1.473 \pm 0.024 bcBC	0.0789	1.387 \pm 0.124 bBC	0.0245
20	1.613 \pm 0.026 aA	0.2312	1.623 \pm 0.007 bAB	0.1639	1.690 \pm 0.056 aABC	0.1994
40	1.670 \pm 0.020 aA	0.2575	1.633 \pm 0.100 bAB	0.1690	1.707 \pm 0.087 aAB	0.2074
80	1.752 \pm 0.034 aA	0.2922	1.810 \pm 0.035 aA	0.2503	1.787 \pm 0.060 aA	0.2429
平均 Mean	–	0.2487	–	0.1655	–	0.1686

2.5 大豆根系浸提液对茎瘤芥的综合化感效应

由表 5 可以看出,不同浓度的大豆根系浸提液对 3 个茎瘤芥品种的综合化感效应值均为正值,因此,大豆根系浸提液对 3 个茎瘤芥品种总体上为促进作用。同时,大豆根系浸提液的综合化感促进作用变化规律较为复杂,其促进作用并不随浸提液浓度的升高而增强(或减弱),对永安小叶化感促进作用最大时的质量浓度为 10 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$,而对滂杂 2 号和滂杂 5 号化感促进作用最大时的质量浓度为 20 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。在同一质量浓度处理下,对永安小叶的化感促进作用始终强于滂杂 2 号和滂杂 5 号,因此,大豆根系浸提液对永安小叶的促进作用最大。

表 5 大豆根系浸提液对茎瘤芥的综合化感效应

Table 5 The synthetic allelopathic effects (SE) of soybean root extracts on tumorous stem mustard			
浸提液浓度 Concentration of extract/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	永安小叶 Yonganxiaoye	滂杂 2 号 Fuza 2	滂杂 5 号 Fuza 5
10	0.1856	0.0282	0.0584
20	0.1621	0.0657	0.1148
40	0.1304	0.0364	0.0815
80	0.1356	0.0507	0.0784
平均 Mean	0.1534	0.0453	0.0833

3 结论与讨论

由于植物化感作用对受体的影响主要表现为对种子发芽率、苗高、根长和生物量的影响^[18],因此本试验从这4个方面研究了大豆根系浸提液对茎瘤芥的化感作用,并以综合化感效应指标评价了大豆根系浸提液对茎瘤芥不同品种的化感作用强度。研究结果表明:大豆根系浸提液对茎瘤芥有明显的化感作用,对3个茎瘤芥品种的种子萌发和幼苗生长的化感效应存在3种作用类型,即促进、抑制、“低促高抑”,并具有品种效应和浓度效应。不同浓度的大豆根系浸提液对永安小叶和涪杂2号种子萌发的影响表现为促进作用,而对涪杂5号种子萌发则表现为“低促高抑”的规律;对涪杂2号幼苗根长为抑制作用,但对永安小叶和涪杂5号幼苗根长则呈“低促高抑”的规律;对3个茎瘤芥品种幼苗苗高和生物量为促进作用,且随着浸提液浓度的升高而增强。综合发芽率、苗高、根长和生物量指标,大豆根系浸提液对3个茎瘤芥品种总体上为促进作用,且对永安小叶的促进作用最大。

化感作用是植物界普遍存在的一种现象,植物化感物质几乎存在于植物的所有器官中。已有研究表明,植物化感作用首先通过对膜的伤害,从而影响植物对激素、离子的吸收以及水分状况的变化等,进而引起植物细胞分裂、光合作用等的变化,最终使植物生长受到抑制^[2]。不过,另有一些研究指出,植物的根系分泌物和提取物能够增加离子的渗出,改变溶液的渗透压,使植物毒性试验结果偏大^[12]。在本试验中,不同浓度的大豆根系浸提液对3个茎瘤芥品种的种子萌发和幼苗生长有促有抑,总体上表现为促进作用,这既与浸提液浓度、茎瘤芥品种及种子活力有关,还可能与浸提液的渗透压有关,如果排除渗透压的影响,大豆根系浸提液对茎瘤芥的化感促进作用可能更大。

大量研究表明,相同来源的浸提液对不同受体可能产生不同的化感作用效果。韩志军等^[5]研究发现不同大豆品种受花椒叶浸提液的化感效应不一致。Qin等^[19]发现小麦根系水提液使10个红小豆品种的发芽率和幼苗形态指标呈现不同的基因型差异,并据此确定出与小麦的最佳接茬品种。在本试验中,3个茎瘤芥品种对大豆根系浸提液的化感响应也存在一定的差异,这可能与受体品种的基因型有关。作物化感作用研究的应用潜力很大,生产实践中可以根据作物之间存在的化感作用关系,设计出有效的作物轮、间、套、混作种植模式^[3]。本研究表明大豆和茎瘤芥不同品种间的化感作用关系存在一定差异,这为大豆-茎瘤芥轮作栽培前后茬搭配提供了一定依据,栽培中尽可能选择化感正效

应较强或负效应较低的前后茬搭配,以减少作物间的负相互作用。由于大豆根系浸提液对永安小叶的化感促进作用最大,因此永安小叶最适宜作为大豆的接茬品种。

作物化感种质资源的筛选鉴定和抗害作物新品种的培育已成为化感作用研究领域的重要主题和方向^[20]。茎瘤芥是我国特有的蔬菜作物,种质资源十分丰富。可以设想通过广泛搜集其种质资源,筛选培育抗病虫草害的化感品种,并选择具有较高抗性的品种与其它作物进行轮、间、套、混作,从而达到有效控制病虫草害,避免或降低化感负效应,提高经济效益的目的。

参考文献

[1] Rice E L. Allelopathy[M]. 2nd ed. New York: Academic Press, 1984: 1-50.

[2] 李寿田,周健民,王火焰,等. 植物化感作用机理的研究进展[J]. 农村生态环境, 2001, 17(4): 52-55. (Li S T, Zhou J M, Wang H Y, et al. Allelopathic mechanism of plants[J]. Rural Eco-Environment, 2001, 17(4): 52-55.)

[3] 董章杭,林文雄. 作物化感作用研究现状及前景展望[J]. 中国生态农业学报, 2001, 9(1): 80-83. (Dong Z H, Lin W X. Current status and prospects of allelopathy research in agriculture [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2001, 9(1): 80-83.)

[4] Einhellig F A. Interactions involving allelopathy in cropping systems[J]. Agronomy Journal, 1996, 88(6): 886-893.

[5] 韩志军,陈静,郑寒,等. 花椒叶浸提液对大豆种子萌发和幼苗生长的化感作用[J]. 应用与环境生物学报, 2011, 17(4): 585-588. (Han Z J, Chen J, Zheng H, et al. Allelopathic effect of *Zanthoxylum bungeanum* extracts on seed germination and seedling growth of soybean[J]. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 2011, 17(4): 585-588.)

[6] 韩丽梅,王树起,鞠会艳,等. 大豆根分泌物的鉴定及其化感作用的初步研究[J]. 大豆科学, 2000, 19(2): 119-125. (Han L M, Wang S Q, Ju H Y, et al. Identification and study on allelopathy of soybean root exudates[J]. Soybean Science, 2000, 19(2): 119-125.)

[7] 李春杰,赵丹,司兆胜,等. 不同轮作系统中作物根渗出物对大豆种子萌发的化感作用[J]. 大豆科学, 2013, 32(2): 206-210. (Li C J, Zhao D, Si Z S, et al. Allelopathy effect of root diffusate of crops in different rotation systems on germination and growth of soybean seed [J]. Soybean Science, 2013, 32(2): 206-210.)

[8] 王树起,韩丽梅. 大豆根茬腐解液和营养液残液对大豆生长发育的自感效应[J]. 中国油料作物学报, 2000, 22(3): 43-47. (Wang S Q, Han L M. Effect of decomposed liquids from soybean stubs and remnants of nutrient solution on soybean growth [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2000, 22(3): 43-47.)

[9] 韩丽梅,王树起,鞠会艳,等. 大豆根茬腐解产物的鉴定及化感作用的初步研究[J]. 生态学报, 2000, 20(5): 772-775. (Han L M, Wang S Q, Ju H Y, et al. Identification and allelopathy on the decomposition products from soybean stubs[J]. Acta Ecologica Sinica, 2000, 20(5): 772-775.)

[10] 韩丽梅, 沈其荣, 鞠会艳, 等. 大豆地上部水浸液的化感作用及化感物质的鉴定[J]. 生态学报, 2002, 22(9): 1425-1432. (Han L M, Shen R Q, Ju H Y, et al. Allelopathy of the aqueous extracts of above ground parts of soybean and the identification of the allelochemicals[J]. Acta Ecologica Sinica, 2002, 22(9): 1425-1432.)

[11] 盖志佳, 范文婷, 于敦爽, 等. 连作大豆化感作用研究进展[J]. 大豆科学, 2012, 31(1): 141-144. (Gai Z J, Fan W T, Yu D S, et al. Allelopathy in continuous cropping soybean[J]. Soybean Science, 2012, 31(1): 141-144.)

[12] 侯永侠, 周宝利, 吴晓玲. 不同作物秸秆对辣椒的化感效应[J]. 生态学杂志, 2009, 28(6): 1107-1111. (Hou Y X, Zhou B L, Wu X L. Allelopathic effects of different crop stalks on pepper growth[J]. Chinese Journal of Ecology, 2009, 28(6): 1107-1111.)

[13] 张顺捷, 马凤鸣, 王玉波, 等. 大豆根系分泌物化感作用的初步研究[J]. 东北农业大学学报, 2008, 39(10): 1-5. (Zhang S J, Ma F M, Wang Y B, et al. Study on allelopathy of soybean root exudates[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2008, 39(10): 1-5.)

[14] 李翠萍. 玉米、大豆根系分泌物对马铃薯块茎萌发和萌芽生长的化感效应[J]. 河南农业科学, 2014, 43(9): 31-34. (Li C P. Allelopathic effects of root exudates from corn and soybean on tuber germination and bud growth of potato[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2014, 43(9): 31-34.)

[15] Williamson G B, Richardson D. Bioassays for allelopathy: Measuring treatment responses with independent controls[J]. Journal of Chemical Ecology, 1988, 14(1): 181-187.

[16] 朱强, 安黎, 邹梦辉, 等. 齿果酸模水浸液对 4 种作物的化感作用[J]. 贵州农业科学, 2014, 42(7): 53-56. (Zhu Q, An L, Zou M H, et al. Allelopathic effect of *Rumex dentatus* aqueous extract on four crops[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2014, 42(7): 53-56.)

[17] 唐启义. DPS 数据处理系统: 实验设计、统计分析及数据挖掘[M]. 2 版. 北京: 科学出版社, 2010: 82-84. (Tang Q Y. DPS Data Processing System: Experimental design, statistical analysis and data mining [M]. 2nd ed. Beijing: Science Press, 2010: 82-84.)

[18] 李富荣, 黄莹, 梁士楚, 等. 几种菊科入侵植物和非入侵植物的化感作用比较[J]. 生态环境学报, 2011, 20(5): 813-818. (Li F R, Huang Y, Liang S C, et al. Compare the allelopathy of some invasive and non-invasive compositae species[J]. Ecology and Environmental Science, 2011, 20(5): 813-818.)

[19] Qin C, Pei H B, Lian H D. Allelopathy effect of wheat root aqueous extracts on different *Vigna angularis* varieties[J]. Agricultural Science & Technology, 2014, 15(10): 1634-1639.

[20] 李寿田, 周健民, 王火焰, 等. 植物化感育种研究进展[J]. 安徽农业科学, 2002, 30(3): 339-341. (Li S T, Zhou J M, Wang H Y, et al. Advances in the studies on allelopathic breeding in plant[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2002, 30(3): 339-341.)

我国“镰刀弯”地区玉米将调减 5200 万亩

农业部下发的《关于“镰刀弯”地区玉米结构调整的指导意见》提出,力争到 2020 年,“镰刀弯”地区玉米种植面积稳定在 1 亿亩,比目前减少 5 000 万亩以上。

“镰刀弯”地区,指的是在地形版图中呈现由东北向华北—西南—西北镰刀弯状分布区域,包括东北冷凉区、北方农牧交错区、西北风沙干旱区、太行山沿线区及西南石漠化区。该地区是典型的旱作农业区和畜牧业发展优势区,生态环境脆弱,玉米产量低而不稳,是玉米结构调整的重点地区。

《意见》指出,推进“镰刀弯”地区玉米结构调整,主要是适当调减非优势区,对优势核心产区不仅不调,还要加强产能建设,保障谷物基本自给。

《意见》要求,立足各地实际,科学构建时空匹配的布局结构、用养结合的种植结构、农牧结合的种养结构、产加销结合的产业结构,重点发展青贮玉米、大豆、优质饲草、杂粮杂豆、春小麦、经济林果和生态功能型植物等,推动农牧紧密结合、产业深度融合。

针对“镰刀弯”地区玉米种植结构调整的重点区域,《意见》明确,各地要综合考虑自然生态条件、农业结构现状、生产发展水平、替代作物效益及结构调整潜力和可行性,把握好“镰刀弯”区域的结构调整重点和方向。通过市场引导和政策扶持,把东北冷凉区的越区种植玉米退出去,扩大粮豆轮作和“粮改饲”规模,发展优质强筋春小麦,建立硬红春小麦生产基地,到 2020 年,调减籽粒玉米 1 000 万亩以上。针对处于农业种植区和草原生态区过渡地带的北方农牧交错区,以发展青贮玉米和粮豆轮作、花生、杂粮生产为主,到 2020 年,调减籽粒玉米 3 000 万亩以上。西北风沙干旱区重点推广水肥一体化等高效节水措施,逐步调减高耗水的玉米种植,发展胡麻、油葵、饲料油菜等低耗水作物,到 2020 年,调减籽粒玉米 500 万亩。太行山沿线区大力发展耐旱的杂粮杂豆和生育期短的青贮玉米,到 2020 年,调减籽粒玉米 200 万亩。西南石漠化区结合落实国家退耕还林还草政策,调减山坡地和缺少灌溉保障地区的玉米种植,积极发展杂粮杂豆、茶叶、核桃、油茶、中药材等,到 2020 年,调减籽粒玉米 500 万亩。

《意见》强调,“镰刀弯”地区玉米结构调整是一项系统工程,需要加强顶层设计,强化价格、补贴、金融政策支持、推进品种培育、配套机具科技创新,加强信息、服务示范引导,促进种植、加工环节的产业升级,加强玉米进口、流通市场调控,构建玉米产业发展长效机制。

转自《粮油市场报》